

ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยาน
ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนตรดาว สร้อยแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มกราคม 2560

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เนตรดาว สร้อยแสง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุรักษ์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุรักษ์)


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


..... กรรมการ
(ดร.สกลิต ชันโรจน์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฏ ศรีสุข)

วันที่ ๕ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวานุรักษ์ ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.จิณัฐตา สอนสังข์ ดร.มัทนียา พงศ์สุวรรณ ดร.กฤษณี สงสวัสดิ์ ดร.พัชรี หล่งหม่าน และดร.สลัษศรี เจริญเวช ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียน โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณครอบครัว คณาจารย์ และเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาชีววิทยาศึกษา ทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

เนตรดาว สร้อยแสง

57920939 : สาขาวิชา: ชีววิทยาศึกษา; วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา)

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น/ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์/
เทคนิคผังกราฟิก/คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

เนตรดาว สร้อยแสง : ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้น
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECT OF
INQUIRY LEARNING CYCLE (7E) WITH SCIENTIFIC EVIDENCE AND GRAPHIC
ORGANIZER TECHNIQUE ON ANALYSIS THINKING AND BIOLOGY LEARNING
ACHIVEMENT OF GRADE 10th STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ชนวัฒน์
ตันติวารานุกฤษ, Ph.D., เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. 151 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ
เทคนิคผังกราฟิกและกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ คือ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนสุราษฎร์
พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 88 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม
เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้
ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์เรื่อง คุณภาพ
ของสิ่งมีชีวิตวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาล้างเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้น
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมี สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์
พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57920939 : MAJOR: BIOLOGY EDUCATION: M.Sc. (BIOLOGY EDUCATION)

KEYWORDS: INQUIRY CYCLE LEARNING (7E)/ GRAPHIC ORGANIZER

TECHNIQUE/ SCIENTIFIC EVIDENCE/HOMEOSTASIS

NATEDAW SOISANG: THE EFFECT OF INQUIRY LEARNING CYCLE (7E) WITH SCIENTIFIC EVIDENCE AND GRAPHIC ORGANIZER TECHNIQUE ON ANALYSIS THINKING AND BIOLOGY LEARNING ACHIVEMENT OF GRADE 10th STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHANAWAT TUNTIWARANURUK, Ph.D., CHADE SIRISAWAD, Ed.D. 151 P. 2017.

The purpose of this research was to compare analysis thinking and biology learning achievement in topic of homeostasis of grade 10 student between experiment group learned through inquiry learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique and control group learned through conventional teaching model. The sample for this research consisted of 88 grade 10 student who enrolled in Science Math program of Suratpittaya School SuratThani province. They were randomly selected for participating in the experiment using cluster random sampling method. The research instruments consisted of lesson plans based on inquiry learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique, lesson plans based on conventional teaching model, biology learning achievement test and analysis thinking test. The data were analyzed by t-test and ANCOVA.

The research findings were as following.

1. The posttest mean scores of biology learning achievement in topic of homeostasis of grade 10 student who learned through inquiry learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique higher than those who learned through conventional teaching model at .05 level of significance.

2. The posttest mean scores of analysis thinking in topic of homeostasis of grade 10 student who learned through inquiry learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique higher than those who learned through conventional teaching model at .05 level of significance.

3. The posttest mean scores of biology learning achievement in topic of homeostasis of grade 10 student after learned through learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique higher than pretest and higher than 70 percent criterion at .05 level of significance.

4. The posttest mean scores of analysis thinking in topic of homeostasis of grade 10 student after learned through learning cycle (7E) with scientific evidence and graphic organizer technique higher than pretest and higher than 70 percent criterion at .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน.....	12
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น.....	15
ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์.....	32
เทคนิคผังกราฟิก.....	34
การคิดวิเคราะห์.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	54
รูปแบบการวิจัย.....	55
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผล.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	83
อภิปรายผล.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	86
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก.....	96
ภาคผนวก ข.....	98
ภาคผนวก ค.....	111
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	151

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต..... 14
2	บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ชั้น..... 28
3	แบบแผนการทดลองแบบrandomized control group pretest – posttest design 55
4	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้..... 57
5	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการกับ เรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด..... 62
6	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์..... 66
7	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง)..... 76
8	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพ ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70..... 77
9	ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยาน ทางวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) 78
10	ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร เสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70..... 79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก(กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ(กลุ่มควบคุม)	80
12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	81
13 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก.....	99
14 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (IOC).....	100
15 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต (IOC).....	101
16 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ (IOC).....	102
17 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต.....	103
18 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต	105
19 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง)	107
21	คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	108
22	คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง).....	10

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบความคิดในการวิจัย.....	8

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิต และมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานซึ่งส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับเป้าหมายหรือผลของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นให้ความสำคัญกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในสังคม และผลของการศึกษาจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สุณีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551, หน้า 11) ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิต และการประกอบอาชีพ (กฤษพรทิ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2550, หน้า 21-22)

ผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่านักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับหรือที่มีอายุ 15 ปี ได้รับความรู้ และทักษะสำคัญหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคมปัจจุบันมากน้อยเพียงใดโดยการประเมินผล PISA เน้นให้ความสำคัญกับการอ่านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาการประเมินวิทยาศาสตร์นั้นให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) ในด้านความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์การบรรยายอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์การตีความหลักฐานลงข้อสรุป และใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจผลการประเมินพบว่า ในปี 2009 และ 2012 นักเรียนไทยได้คะแนนด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 425 และ 444 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของที่ OECD กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน และผลจากการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติทำให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งการที่นักเรียนไทยยัง

ขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดกระบวนการคิด วิเคราะห์การคิดวิจารณ์ การตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ และการเชื่อมโยงสถานการณ์กับการนำไปใช้ ในชีวิตเพราะข้อสอบ และคำถามของ PISA ที่วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ไม่เน้นความรู้ ความเข้าใจแนวคิดหลัก การจำกัดความทางวิทยาศาสตร์ กฎหรือทฤษฎี แต่ในบทเรียนตามหลักสูตร เท่านั้นแต่ข้อสอบจะใช้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตมาเป็นข้อคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนคิด วิเคราะห์วิจารณ์เหตุผล และหลักฐานต่าง ๆ เพื่อนำมาหาข้อสรุป (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 160 - 162)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสถาบัน ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา ประจำปีการศึกษา 2557 และ 2558 ได้คะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 37.91 และ 39.38 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทาง การศึกษาแห่งชาติ [องค์การมหาชน], 2558) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดการคิดวิเคราะห์และการ คิดขั้นสูง เนื่องจากแบบทดสอบ O-NET เป็นแบบทดสอบที่ไม่เน้นความรู้ความจำ แต่จะเน้น ความคิดรวบยอด การคิดวิเคราะห์และการคิดขั้นสูง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [องค์การมหาชน], 2553)

ตามนโยบายปฏิรูปการศึกษาที่มีการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการ ประเมินคุณภาพการศึกษาที่มีการประเมินคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ให้ความสำคัญกับ มาตรฐานด้านผู้เรียน 7 มาตรฐาน สำหรับมาตรฐานที่ 4 เน้นให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ จัดได้ว่าเป็น ความสามารถที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนเป็นอย่างมาก (สุคนธ์ สินธพาน และคณะ, 2555, หน้า 16) และในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดให้ ความสามารถ ในการคิดเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน ดังนั้น การสอนการคิดจึงมีความสำคัญเพราะ การคิดเป็นกระบวนการนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติ การประยุกต์ การต่อยอดความรู้ และที่สำคัญก็คือ การคิดจะนำไปสู่การแก้ปัญหา และหาทางออกให้กับเรื่องต่าง ๆ จนกล่าวได้ว่าคุณภาพของชีวิต ขึ้นอยู่กับการคิด (บรรจง อมรชีวิน, 2554, หน้า 5)

การจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาความสามารถในด้านการคิดนั้น สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2554, หน้า 9) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดนั้นควรจะเริ่มต้นจากการคิดที่ง่าย ไปสู่ยาก ซึ่งการคิดขั้นตอนแรกที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดนั้น จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 คือการคิดพื้นฐาน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์และการคิดเปรียบเทียบเช่นเดียวกับ

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2557, หน้า 27) สรุปไว้ว่า ลักษณะคนรุ่นใหม่ที่อยู่ในสังคมบริโภคต้องมีการคิดวิเคราะห์เป็นลำดับแรก เพื่อจะได้เข้าใจในการเรียนรู้เข้มแข็ง และไม่ตกเป็นเหยื่อของการโฆษณาชวนเชื่อทั้งทางเศรษฐกิจ การเมืองและสังคม ดังนั้น ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สถาบันการศึกษาทุกระดับควรต้องปลูกฝังให้ผู้เรียน (สรเนตร อารี โสภณพิเชษฐ, 2557, หน้า 195) การพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน จึงควรเป็นงานสำคัญอันดับแรกที่สุดที่ต้องตระหนักเมื่อทำการสอน และถ้าครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์อยู่สม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เก่งขึ้นเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ และเป็นกำลังที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาชาติต่อไป ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จะต้องทำหน้าที่สอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญาเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร ครูวิทยาศาสตร์ต้องสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้ค้นพบ เป็นผู้คิดอย่างพินิจพิเคราะห์ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไปแล้ว (ภพ เลหาโพบูลย์, 2542, หน้า 67) เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนายคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล (กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2550, หน้า 21-22) เมื่อผู้เรียนเกิดทักษะย่อยดังกล่าวแล้ว ย่อมส่งผลให้ทักษะและการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

จากประสบการณ์ในการสอนชีววิทยาของผู้วิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือการใช้ประจักษ์พยานเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสารจากเหตุผลดังกล่าว อาจจะเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผู้เรียนขาดการคิดวิเคราะห์เห็นได้จากการทำแบบทดสอบซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการตีความ การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาข้อสรุปในการตอบคำถามทำให้ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนข้างต่ำคือ มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานร้อยละ 68.38 ไม่ผ่านตามเกณฑ์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 นอกจากนี้จากการทำแบบทดสอบกลางภาคและปลายภาคในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาที่เรียนทั้งหมด 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพของสิ่งมีชีวิต และพันธุกรรม และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พบว่าหน่วยการเรียนรู้ที่มีคะแนนต่ำสุดคือ คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษานำรูปแบบ และเทคนิคในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต รูปแบบจัดการเรียนรู้ที่

น่าสนใจในการใช้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ของ Eisenkraft (2003, p. 57) มีขั้นตอน ดังนี้ ตรวจสอบความรู้ (Elicit) ไร่่าความสนใจ (Engage) สำรวจค้นหา (Explore) อธิบาย (Explain) ขยายความรู้ (Elaborate) ประเมินผล (Evaluate) นำความรู้ไปใช้ (Extend) เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เป็นแนวทางการยกระดับความเข้าใจ โนทัศน์ของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้สูงขึ้น (Patrick et al., 2009 อ้างถึงใน ประสาท เนื่องเฉลิม, 2558, หน้า 136) และเป็นวิธีที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการคิด เนื่องจากเป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และครูจะมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบหรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหา และวางแผนหาคำตอบเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 69) ซึ่งการสอนเหล่านี้จะเป็นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ที่เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการสังเกตการจำแนกเปรียบเทียบ คาดคะเน จัดหมวดหมู่ ตีความ ทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น ประยุกต์ใช้ ประเมิน โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง และสมเหตุสมผล (ไพฑูริย์ สตินลารัตน์ และคณะ, 2557, หน้า 27) นอกจากนี้ ไดอะแกรมหรือแผนภาพเป็นเทคนิคหรือเครื่องมือที่ช่วยในการคิดวิเคราะห์ช่วยให้ผู้ศึกษามองเห็นความเชื่อมโยง และความสัมพันธ์กันของข้อมูล และง่ายต่อการสรุปสาระ และนำเสนอข้อมูลซึ่งมีหลายประเภท ได้แก่ แผนภูมิที่เป็นการจัดลำดับขั้น เช่น แผนผังโครงสร้างองค์กร แผนภูมิที่แสดงความเชื่อมโยงของสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น เช่น ผังก้างปลา ผังใยแมงมุม ผังลูกโซ่ แผนผังแบบแยกกลุ่มหรือจำแนก เช่น แผนผังแบบกิ่งก้านแผนภูมิต้นไม้ และแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น เวนน์ไดอะแกรม แผนผังแบบตัวที่แบบเมตริกซ์ แผนความคิด และแผนที่มโนทัศน์ (สุนนาระบอบ, 2552 อ้างถึงใน ศรีเนตร อารีโสภณพิเชฐ, 2557, หน้า 200) ในขณะเดียวกัน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 176) ได้สรุปประโยชน์ของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอน ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการเตรียมการสอนของครูช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด และแสดงแบบของการคิดที่เข้าใจง่ายสามารถอธิบาย และมองเห็นได้อย่างเป็นระบบชัดเจน เกิดความคงทนของการเรียนรู้ เพราะนักเรียนจะเห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด อีกทั้งยังช่วยพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยของสมจิต ผอมแข่ง (2557) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวชิราวุธจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียน โดยการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าของ นักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรพร ฟองจันทร์ (2558) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยาก่อนเรียน และหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนกับ เกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 75

จากสภาพการณ์ข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมา ใช้เพื่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก
2. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบ เสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิกกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยการใช้เน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การคิดวิเคราะห์เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน ของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสำคัญของการวิจัย/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกในวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ที่จะช่วยให้การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้
2. นักเรียนจะมีการคิดวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เหตุการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้
3. นักเรียนเห็นความสำคัญในการเรียนวิชาชีววิทยา และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาชีววิทยา หรือในวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 177 คน ซึ่งมีการจัดนักเรียนเข้าห้องเรียนโดยความสามารถ (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 มี จำนวน 13 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นภาษา จำนวน 4 ห้องเรียน นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ห้องเรียนพิเศษ จำนวน 5 ห้องเรียน และนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 4 ห้องเรียน)

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 88 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยเป็นกลุ่มควบคุม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 6 จำนวน 43 คน และกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 7 จำนวน 45 คน

กลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกเข้าห้องเรียนโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน และไม่มีการเรียงลำดับคะแนนในการจัดเข้าห้องเรียน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ

2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 การคิดวิเคราะห์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่องคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ในวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

3.2 การลำเลียงสารผ่านเซลล์

3.3 กลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

3.4 กลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

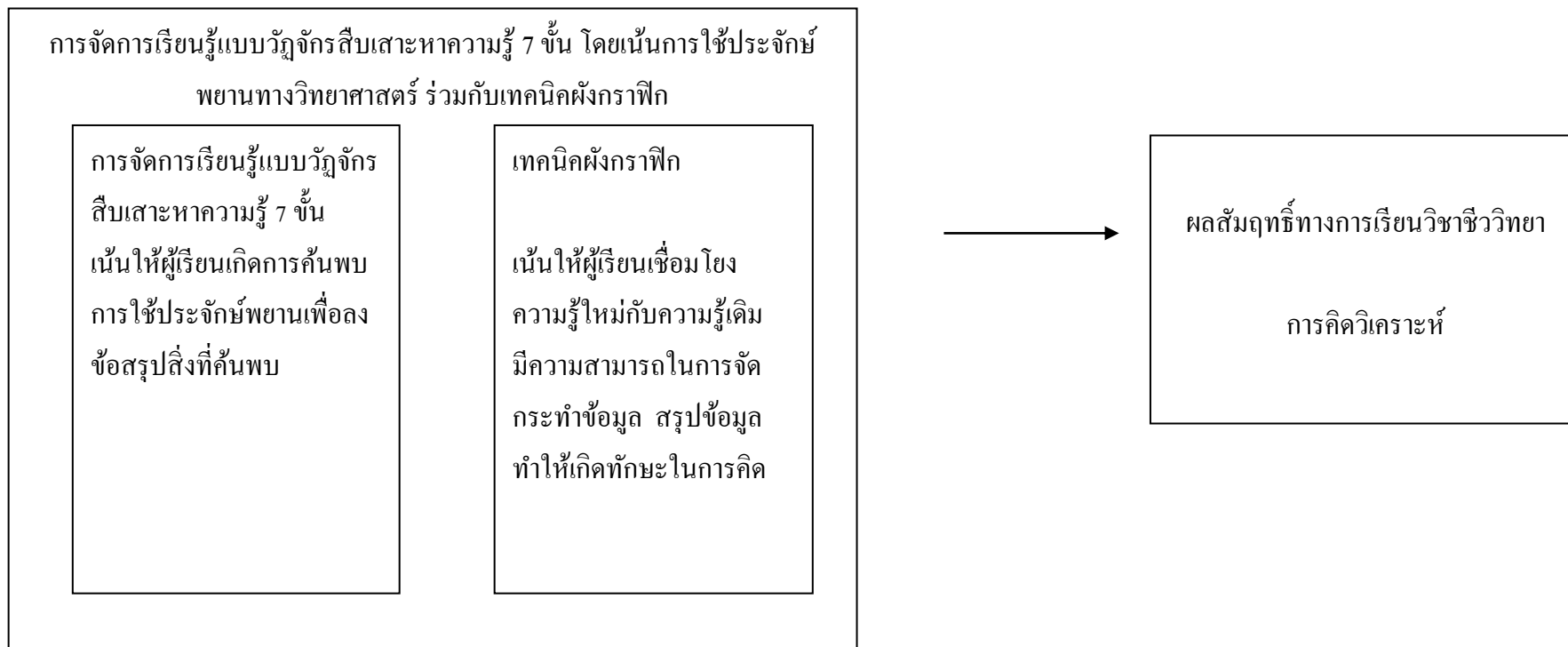
3.5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัยดังนี้



นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หมายถึง การนำแนวคิด หลักการ ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น นำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นประจักษ์พยานหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และนำผังกราฟิกเข้ามาใช้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ขั้นนี้ครูจะทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม ในขั้นตอนนี้ครูจะสรุปความรู้เดิมที่นักเรียนมีเพื่อจัดกิจกรรมต่อไป

1.2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้ครูจะทำหน้าที่นำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดประเด็นคำถาม และนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไป

1.3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบจะเป็นกิจกรรมการทดลองหรือเป็นการลงมือปฏิบัติ และอาจมีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในขั้นอธิบายต่อไป โดยนักเรียนรู้อยู่แล้วว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใดเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในขั้นอธิบาย

1.4 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้ผู้เรียนจะนำข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่ได้จากการสำรวจ และค้นหามาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล โดยครูจะเป็นผู้เน้นย้ำให้นักเรียนใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากขั้นสำรวจค้นหาเพื่อนำมาใช้ในการสรุปผล โดยขั้นนี้ นักเรียนจะสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานสื่อสารข้อสรุปจากประจักษ์พยานออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้ โดยนำเสนอผลการอธิบายเป็นรายกลุ่มโดยใช้ผังกราฟิก เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนและครูหน้าชั้นเรียน โดยครูจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบของแผนผังเพื่อเป็นทางเลือกให้กับนักเรียน แผนผังที่ครูกำหนดอาจมีมากกว่า 1 แบบเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม)

1.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือกำหนดสถานการณ์ใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับ

ความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนมีการแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิด โดยการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ ซึ่งเป็นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อนำเสนอแนวคิดดังกล่าว

1.6 ชั้นประเมินผล (Evaluation) ชั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด และนำเสนอความรู้ของตัวเองโดยใช้ผังกราฟิก ในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบของผังกราฟิกเพียงหนึ่งรูปแบบที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระหรือความรู้นั้น ๆ เพื่อประเมินว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง โดยครูจะเป็นผู้ประเมินผลจากผังกราฟิกของนักเรียน

1.7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ชั้นนี้ครูจัดเตรียมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎี กฎเกณฑ์ และวิธีการทางชีววิทยาเรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยวัดจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ ข้อคำถามเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยมีพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือความรู้ความจำความเข้าใจการนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ รวมทั้งการหาความสัมพันธ์ และการเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และรวมถึงความสามารถของนักเรียน 3 ด้านตามแนวคิดของ Bloom คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญด้านการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการวัดคะแนนจากแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 เลือก จำนวน 15 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้
ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น
3. ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์
4. เทคนิคผังกราฟิก
5. การคิดวิเคราะห์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์
(โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา)

ศึกษาเกี่ยวกับหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง หน้าที่ของ
ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันการรักษาดุลยภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตการรักษาดุลยภาพของน้ำในพืชกลไกการควบคุมดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ อุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ
ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อ
มนุษย์และสิ่งแวดล้อม กระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน
การเกิดความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ผลของ
ความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการ
คัดเลือกตามธรรมชาติที่มีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์
ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศดุลยภาพของ
ระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความสำคัญ สภาพปัญหาและสาเหตุของปัญหา การป้องกัน การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

โดยใช้ทักษะกระบวนการ อธิบาย การสืบเสาะแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การ
สำรวจตรวจสอบ การอภิปรายและการทดลองเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณเล็งมีชีวิต คุณแลรักษาสุขภาพ เกิดความสามารถในการคิด
ความสามารถในการสื่อสารความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
และความสามารถในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

ว.1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ว.1.1 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

ว.1.1 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และ
อุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.1.1 ม.4-6/4 อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ดูแล
รักษาสุขภาพ

ว.1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม
มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ว.1.2 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และ
สิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.1.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อ
มนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ว.1.2 ม.4-6/4 อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตาม
ธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ว.2.1 ม.4-6/1 อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

ว.2.1 ม.4-6/2 อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

ว.2.1 ม.4-6/3 อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะ
แนวทางในการดูแลและรักษา

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการจัดการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	1. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืชได้	2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	3. กลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
4. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ดูแลรักษาสุขภาพได้	4. กลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต 5. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ในเซลล์มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึมและนิวเคลียส เซลล์ทั่วไปมีขนาดและรูปร่างต่างกัน ส่วนมากมีขนาดเล็กและมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของโครงสร้างของเซลล์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน

เซลล์มีการรักษาสมดุลของสาร โดยมีเยื่อหุ้มเซลล์ควบคุมการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของเซลล์การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์มีทั้งแบบใช้พลังงานและแบบไม่ใช้พลังงาน ส่วนการลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์มีทั้งแบบเอกไซโทไซโทซิสและเอนโดไซโทซิสตามทิศทางการลำเลียงออกหรือเข้าเซลล์

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีโครงสร้างและอวัยวะที่แตกต่างกันจึงมีวิธีการรักษาคุณภาพต่างกันการรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และกรด-เบส สำหรับคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ โดยการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการ

การเมแทบอลิซึม ควบคุมระดับความเข้มข้นของแร่ธาตุและรักษาสภาพกรด-เบส ในร่างกายให้คงที่ การรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายของคนและสัตว์มีศูนย์กลางควบคุมอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัสซึ่งทำงานร่วมกับผิวหนัง ต่อมเหงื่อและหลอดเลือด ส่วนพืชมีปากใบเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สและควบคุมน้ำในลำต้น

ร่างกายของคนนอกจากมีกลไกในการรักษาคุณภาพแล้วยังมีอวัยวะที่สำคัญในระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งประกอบด้วย ไชกระดูก ต่อมไทมัส ต่อมน้ำเหลืองและม้าม ที่เชื่อมต่อกับระบบเลือดและระบบน้ำเหลืองที่ทำหน้าที่ในการป้องกัน ทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ภูมิคุ้มกันของร่างกายมี 2 แบบ คือ ภูมิคุ้มกันที่มีอยู่แล้วตั้งแต่เกิด และภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นหลังจากร่างกายได้รับเชื้อโรคหรือแอนติเจนชนิดนั้น ๆ

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles) มี 3 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

1. ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสรรสร้างของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคม
2. แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิด คือการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญา และความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

2.1 กระบวนการดูดซึม (assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประการณ์ใหม่ เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจาก การเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (accomodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือภายหลังจากที่มีการซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้ว ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซาบและปรับเข้าหาประสบการณ์เดิม คือทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

3. ทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ (constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียน เพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้นแต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะความรู้ (Inquiry Process)

2.2 ประวัติและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

Renner and Stafford (Renner & Stafford, 1972 อ้างถึงใน กพ เลขาไพบูลย์, 2534, หน้า 125) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการในการสำรวจการสร้างรูปแบบแนวคิดการสืบค้นหาความรู้ (Exploration Invention Discovery) โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ได้แก่

1. ขั้นการสำรวจเป็นการสำรวจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่วัสดุปรากฏการณ์ หาคำอธิบายทั่วไปและตั้งสมมติฐานเสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 2. ขั้นการสร้างรูปแบบแนวคิดเป็นการสร้างรูปแบบแนวคิดและหลักการต่าง ๆ
 3. ขั้นการสืบค้นหาความรู้เป็นการสืบค้นหาความรู้เมื่อได้มีโนมติหลักการต่าง ๆ
- แล้วก็ทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็น

วงจรของการเรียนรู้ (Learning Cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (Learning How to Learn)

Friedl (Friedl, 1997 อ้างถึงใน ธิดารัตน์ อินปาติ๊ะ, 2554, หน้า 35-36) ได้เสนอรูปแบบจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ปัญหา (Set up a Discrepant Event) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือข้อขัดแย้งเพื่อสร้างความสนใจเพิ่มแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งนี้สถานการณ์ปัญหานั้นต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียนช่วยให้นักเรียนเกิดคำถามหรือปัญหา และต้องการที่จะหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วย

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา (Pupils Investigate to Solve the Discrepancy) หลังจากเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วนักเรียนจะมีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ที่มีความหมายขึ้น โดยนักเรียนจะได้ทำการสังเกตบันทึกข้อมูลจัดหมวดหมู่พยากรณ์ทำการทดลองตลอดจนทักษะปฏิบัติอื่น ๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

3. ขั้นพบคำตอบของปัญหา (Resolve the Discrepancy) นักเรียนจะนำผลการสำรวจตรวจสอบในขั้นที่ 2 และประสบการณ์เดิมมาสรุปเป็นคำตอบของปัญหาและไม่ว่านักเรียนจะค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองทั้งหมดหรือหาคำตอบได้เพียงบางส่วนสิ่งนี้นักเรียนจะได้รับคือการได้เรียนรู้แนวทางที่ถูกต้องในการทำการสังเกตการทำการทดลองการเก็บรวบรวมข้อมูล และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ รวมถึงทักษะในการแก้ปัญหาด้วย

ในปี ค.ศ.1990 กลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกชื่อว่า 5E (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540, หน้า 13-14) ได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจจากตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับ ให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ

ที่จะช่วยให้นำไป สู่ความเข้าใจของเรื่อง หรือประเด็นจะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจ (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศจากการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่ได้เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) ได้เสนอให้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถาม

ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มี การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเช่นทำการทดลองทำกิจกรรม ภาคสนามการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผลสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ใน รูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาดสร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐาน ที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง กับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ก.ศ. 2003 Eisenkraft ได้พัฒนาจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบ 5 เป็น 7 ขั้นตอน โดยได้ ปรับปรุงรูปแบบการสอนในขั้นสร้างความสนใจออกเป็น 2 ส่วน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicit) และขั้นสร้างความสนใจ (engage) และปรับปรุงการสอนในขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินผล ออกเป็น 3 ส่วน คือ ขั้นขยายความรู้ (elaborate) ขั้นประเมินผล (evaluate) และขั้นขยายความคิด รวบรวม (extend) (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ, 2552, หน้า 24)

สุมิตรา กันดิยะ (2556, หน้า 31 – 32) สรุปไว้ว่าขั้นตอนที่แตกต่างกันของทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ไม่มีขั้นการคาดหมาย ซึ่งในขั้นนี้ของวิธีการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7E คือการตั้งวัตถุประสงค์หรือการสร้างภาพแบบกว้าง ๆ เป็นแนวความคิดเกี่ยวกับบทเรียน เป็นการที่ครูเปิดกว้างในการเรียนให้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งคำถามต่อสิ่งต่าง ๆ และค้นหาสิ่งที่อยากรู้ได้มากขึ้น ความแตกต่างอีกประการหนึ่งคือในขั้นการประเมินของวิธีการสืบ เสาะหาความรู้แบบ 5E เป็นประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ แล้วแต่ว่า ครูผู้สอนจะประเมินอย่างไรแต่ในวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E จะเน้นที่การเขียนสะท้อน

ความรู้ ความคิดของผู้เรียนออกมาเป็นการฝึกการจัดการระบบความคิดและเชื่อมโยงความคิดกับความรู้ที่ประสบการณ์ที่มี ซึ่งครูอาจใช้การเขียนนี้ในการประเมินการเรียนรู้หรือครูอาจมีการประเมินในรูปแบบอื่นประกอบด้วยก็ได้

จากความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ถูกพัฒนามาจากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ตั้งแต่ 3 ขั้น 5 ขั้น ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสะท้อนความรู้ ความคิดของผู้เรียนออกมาเป็นความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้

2.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาโดยครูจะทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยในการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ศึกษา โครงสร้างของกระบวนการสอนจัดลำดับเนื้อหาส่วนนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียนเป็นผู้เริ่มต้นการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนจากแนวคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้

ชาติรี เกิดธรรม (2542, หน้า 76) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 69) ได้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญโดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และครูจะมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบหรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเองขณะเดียวกันครูก็จะเป็นผู้ให้แรงเสริมเพื่อให้เกิดพฤติกรรมการเรียน

นิดา กิจจินดาโอภาส (2552, หน้า 49) ได้ให้ความหมายการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่ารูปแบบกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้นขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยอาศัยทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเองและครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

จากความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบหรือค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบประเด็นคำถามและให้หลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสรุปข้อเท็จจริงและความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

2.4 ลักษณะสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้

กุศลิน มุสิกกุล (2559) ได้สรุปลักษณะสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึงคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายที่ตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์สิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ แวนชยาย หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ครูควรชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่างที่เกิดขึ้นโดยใช้ความเชื่อส่วนตัวความเข้าใจผิดการคาดเดา ความเชื่อทางศาสนาสามารถเกิดขึ้นได้และมีความสำคัญเชิงสังคม แต่คำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่สงสัยโดยมีหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์สนับสนุน การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุและผลรวมถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นผู้เรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกวิเคราะห์ ลงความเห็นและทำนาย การอธิบายทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของผู้เรียน

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ อีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้การสืบเสาะค้นหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสืบเสาะ

ค้นหาของศาสตร์อื่น ๆ ก็คือผู้สำรวจตรวจสอบสามารถประเมิน ปรับปรุงหรือตัดคำอธิบายนั้นทิ้ง เมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอ ในขณะที่เดียวกันก็เปิดโอกาสให้มีการ ประเมินคำอธิบายซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การประเมินคำอธิบายยังรวมถึงการพิจารณาคำอธิบาย จากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากการสนทนาจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครูหรือสื่อการสอน องค์ประกอบที่สำคัญคือนักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ดังนั้นคำอธิบายของนักเรียนต้องมีความถูกต้องและสอดคล้องกับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. เกี่ยวกับการค้นพบของตน นักวิทยาศาสตร์สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตน ในรูปแบบที่ผู้อื่นสามารถทำตามได้ ดังนั้นการนำเสนอผลงานจึงต้องประกอบด้วยคำถาม วิธีการ ข้อมูลเชิงประจักษ์ คำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายอื่น ๆ การให้นักเรียนได้นำเสนอผลการ สสำรวจตรวจสอบเป็นการเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิเคราะห์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่น ในการปรับปรุงการอธิบายหรือการสำรวจ ตรวจสอบ

2.5 ขั้นตอนการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และ ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ใน เนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตาม แนวคิด Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ ดังนี้ (ประสาธน์ เถลิงเฉลิม, 2550, หน้า 25- 27)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือ ประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถ เชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐาน เป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่าง เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่ น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่ง เรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจาก

สื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งทีนักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเอง และต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปราย และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันจะทำให้ให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ชั้นควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตามแนวคิดของ Eisenkraft มีขั้นตอนการสอน ดังนี้ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้ เห็นได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มต้นตั้งแต่การตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมที่มีมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่สนใจ และได้ทำการค้นหาหลักฐานเพื่อมาใช้ในการอธิบายและนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับเรื่องราวอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยครูจะต้องมีวิธีการประเมินความรู้ของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ต่อให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งขั้นตอนการเรียนรู้ต่างๆเหล่านี้จะทำให้ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เช่น การตั้งคำถาม การสังเกต การค้นหาข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสรุปผล เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวัฏจักร 7 ขั้น จึงเป็นวิธีการที่น่าจะนำมาใช้เพื่อให้เกิดพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
 พันธุ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 56) บทบาทของผู้สอนในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้
 มีดังนี้

1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์และจัดทำคำแนะนำอุปกรณ์
2. ชักถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อชี้แจงและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน
 ในด้านต่าง ๆ โดยครูจะต้องฟังและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอยู่ตลอดเวลา
3. ตรวจสอบผลรายงานการทดลองของนักเรียน
4. ถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล
5. ถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการตรวจสอบสมมติฐานอย่างไร
6. ถามรายงานของการตั้งสมมติฐาน จัดเขียนมโนมติที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้
 นักเรียนใช้ความคิด สร้างภาพขึ้นในใจสำหรับใช้อธิบายหลักการทั่วไป และอภิปรายภาพที่สร้างขึ้น
 เพื่อเป็นที่ยอมรับ
7. จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อการขยายมโนมติออกไป
8. ถามคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติด้วยกัน และความสัมพันธ์กับ
 วัสดุอุปกรณ์ที่จัดให้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540, หน้า 65) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้วางแผนเลือกและจัดอุปกรณ์สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียนกำหนดเวลา
 และขั้นตอนการเรียนรู้
2. เริ่มบทเรียนโดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติ
 กิจกรรมต่าง ๆ
3. สร้างปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นคว้าโดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่าง
 ชัดเจน
4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ
 ให้ลุล่วงด้วยตนเอง
5. ครูแนะนำอุปกรณ์วิธีใช้และข้อควรระวังต่าง ๆ
6. ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้
 ความสามารถขั้นสูงของสมองอย่างเหมาะสมและในขณะเดียวกันครูก็ต้องฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม

ถามครูในสิ่งที่สงสัยโดยครูไม่จำเป็นต้องรับตอบคำถามของนักเรียนแต่ควรชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

7. ครูควรสังเกตลำดับขั้นในการคิดหาเหตุผลของนักเรียนและให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็นด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำให้ทั้งหมด

8. ถ้าปัญหาใดยากเกินไปนักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ครูก็ควรจะช่วยเหลือนักเรียนโดยเข้าร่วมเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มการทดลองนั้น ๆ

9. ครูควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าการวิพากษ์วิจารณ์หรือทำโทษ

10. ครูควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบสืบเสาะ

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 56) บทบาทของผู้เรียนในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้มีดังนี้

1. สำรวจอุปกรณ์
2. สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
3. รายงานผลการสืบเสาะหาความรู้หรือผลที่สังเกตได้
4. สืบค้นหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลหรือสมมติฐาน
5. เสนอแนะการทดลองและการตรวจสอบสมมติฐาน
6. สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
7. อภิปรายมโนคติของรูปแบบที่สร้างขึ้น
8. ขยายมโนคติตามข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย
9. จัดความสัมพันธ์ของมโนคติให้เหมาะสมกับโครงสร้างของมโนคติหลัก ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะทำให้ค้นพบสิ่งที่ผิดพลาดไปเกี่ยวกับมโนคติที่ยังสงสัย ไม่ชัดเจน และจะทำให้มีการสำรวจใหม่เพื่อทบทวนมโนคติอีกครั้ง

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2550, หน้า 28-30) ได้สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะ 7 ขั้น ไว้ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ชั้น

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นนักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - คึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระจายความรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา (explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบาย (explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกต - ให้นักเรียน ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขยายความรู้ (elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาปรับใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตและข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล (evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตนเอง - ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - เกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. นำความรู้ไปใช้ (extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

จากบทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น จะเห็นได้ว่า ครูเป็นผู้มีบทบาทที่สำคัญมากในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยบทบาทของครูเริ่มตั้งแต่การวางแผนเลือกอุปกรณ์สถานการณ์ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ รวมทั้งการสังเกต กระตุ้นนักเรียนและประเมินผลให้เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาเอกสารในครั้งนี้ทำให้ผู้ทำวิจัยทราบถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองและสามารถนำมาปรับใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ตัวของผู้เรียนเองก็มีบทบาทสำคัญในการตั้งปัญหา หาคำตอบ ออกแบบการตรวจสอบความรู้ สรุปความรู้จากข้อมูล หลักฐานหรือประจักษ์พยานที่ได้ และมาอธิบายและลงข้อสรุปพร้อมทั้งนำความรู้ไปใช้

ต่อไป ในการจัดการเรียนการสอนจะสำเร็จได้นั้นทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องทราบบทบาทหน้าที่ของตนเองและทำตามบทบาทของตนเองให้ดีที่สุด

2.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 155–156) กล่าวว่า iva การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด การค้นคว้าด้วยตนเอง และส่งผลให้เกิดการจดจำนำความรู้ไปใช้ได้ และส่งผลให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยากนักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนหลายๆอาจจะพอดอบคำถามได้แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้ย่อมอาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าทดลองมีความรู้กว้างขวาง

จากการศึกษาข้อจำกัดของการสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถนำไปปรับใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม และเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนได้

3. ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อสรุปอย่างเหมาะสมและเพียงพอ โดยข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปอาจได้มาจากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ เช่น การสังเกต การอ่านเอกสาร หรือข้อมูลที่รวบรวมไว้แล้ว (วิโรจน์ ลี้วงศ์สถาพร และดวงกมล วรรณะวีระโชติ, 2555)

การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence)

การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความหมายถึงความสามารถต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

1. รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด แสดงความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลมารองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าวการกล่าวอ้างข้อสรุป การพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้า หรือการสร้างข้อโต้แย้ง

2. สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลหรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์หิวจรณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้วให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีหรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์หิวจรณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

3. สื่อสารข้อสรุปการสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

4. การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิด โดยการนำแนวคิดนั้น ๆ ไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีกรอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงบางอย่าง หรือระบุว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้

การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา

ความรู้ 7 ชั้น

การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น

ขั้นสำรวจและค้นหา ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 1 คือ การรู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใด

ขั้นอธิบาย ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 1 คือ การรู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใดด้านที่ 2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานและด้านที่ 3 สื่อสารข้อสรุปการสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยาน

ขั้นขยายความรู้ ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 4 คือ การแสดงว่ามีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ขั้นประเมินผล ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 1 คือ การรู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใดด้านที่ 2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานด้านที่ 3 สื่อสารข้อสรุปการสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและด้านที่ 4 การแสดงว่ามีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ขั้นนำความรู้ไปใช้ ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 4 คือ การแสดงว่ามีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น กล่าวได้ว่า ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์คือหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง จากสังเกต จากการค้นคว้า ที่จะนำมาใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือใช้ในการลงสรุปในสถานการณ์ต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้จะเน้นย้ำให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการนำประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากขั้นสำรวจเพื่อนำมาใช้ในขั้นอธิบาย

4. เทคนิคผังกราฟิก (Graphic Organizers)

4.1 ความหมายของผังกราฟิก

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 171) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง วิธีการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ให้ออกมาในลักษณะของแผนภาพต่าง ๆ ที่มีความเป็นรูปธรรม ใช้ในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมให้กว้างขวางลึกซึ้งและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ช่วยให้การถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย รวดเร็ว และสามารถจดจำสิ่งที่เรียน ได้นานขึ้น

วิไลวรรณ แสนพาน (2553, หน้า 138) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผังกราฟิก คือ แบบการสื่อสารเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล หรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิก ได้มาจากการนำข้อมูลดิบ หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มาจัดกระทำข้อมูล ต้องใช้ทักษะการคิด เช่นการสังเกต เปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นมีการเลือกแบบผังกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

ไพริน เขื่อนแก้ว (2555, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า แผนภูมิกราฟิก หมายถึงรูปแบบของการนำเสนอความคิดความรู้และข้อมูลที่เป็นข้อความหรือรูปภาพให้สัมพันธ์กันเป็นรูปแบบมิติสัมพันธ์ที่เหมาะสมเพื่อสื่อความหมายให้เกิดความชัดเจนกะทัดรัดรัดกุมและเข้าใจง่าย

กล่าวโดยสรุป ผังกราฟิก หมายถึง รูปแบบของการนำเสนอข้อมูลที่ได้รวบรวมและจัดไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านหรือสื่อความหมาย ผังกราฟิกสามารถจัดได้ในหลายรูปแบบ ขึ้นกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการนำเสนอข้อมูล

4.2 ประเภทของผังกราฟิก

ผังกราฟิก แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเกณฑ์ จะสามารถสรุปแบบต่างๆของเทคนิคผังกราฟิกได้ 5 แบบ ดังนี้ (พิมพ์พันธ์ุ เดชะคุปต์ และคณะ, 2552, หน้า 171–175)

1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นมโนทัศน์

1.1 ผังมโนทัศน์ (concept map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

1.2 ผังความคิด (mind mapping) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างของภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปเรขาคณิต และภาพแสดงความหมาย และเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ

2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเปรียบเทียบ

2.1 เวนนไดอะแกรม (venn diagram) เป็นผังกราฟิกที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความแตกต่างกันด้วยผังวงกลม 2 หรือมากกว่า โดยนำมาแสดงความเหมือนด้วยส่วนที่ซ้อนกันของวงกลม และแสดงความแตกต่างในส่วนที่ไม่มีการซ้อนทับกัน

2.2 ทีชาร์ต (T-chart) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษา โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลักษณะตรงข้ามกัน ได้แก่ ความเหมือนความต่าง ผลดี ผลเสีย

สิ่งที่ชอบ สิ่งที่ไม่ชอบ และลักษณะเด่น ลักษณะด้อย แล้วเขียนข้อมูลนั้นไว้ที่คนละด้านของรูปตัวที่

2.3 ตารางเปรียบเทียบ (comparison matrix) เป็นผังกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างของข้อมูลในรูปของตาราง

3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล

3.1 ผังก้างปลา (fish bone) เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลให้เห็นถึงสาเหตุและผลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

3.2 ผังใยแมงมุม (spider map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความเชื่อมโยงแนวคิดหลัก และแนวคิดย่อย ๆ สามารถใช้เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่ง เพื่อแสดงรายละเอียดของความคิดรวบยอดหลักที่อยู่กึ่งกลาง

4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเรียงลำดับเหตุการณ์ หรือขั้นตอน

4.1 ผังเรียงลำดับ (event chain) เป็นผังกราฟิกที่ใช้เรียงลำดับเหตุการณ์ หรือขั้นตอนต่าง ๆ

4.2 ผังวัฏจักร (cyclical map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน เป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

4.3 Flowchart diagram เป็นผังกราฟิกที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนเป็นวงจรที่มีได้หลายทิศทาง

5. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นการจัดหมวดหมู่และการแบ่งประเภท

ผังกราฟิกจำแนกประเภทของข้อมูล (classify organizer) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงการจัดข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยจะต้องมีเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกเสมอ

กล่าวโดยสรุปผังกราฟิกสามารถจัดจำแนกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับการนำเสนอข้อมูล ตัวอย่างผังกราฟิก ได้แก่ ผังมโนทัศน์ (concept map) ผังความคิด (mind mapping) เวนน์ไดอะแกรม (venn diagram) ทีชาร์ต (T-chart) ตารางเปรียบเทียบ (comparison matrix) ผังก้างปลา (fish bone) ผังใยแมงมุม (spider map) ผังเรียงลำดับ (event chain) ผังวัฏจักร (cyclical map) Flowchart diagram และผังกราฟิกจำแนกประเภทของข้อมูล (classify organizer) ผังกราฟิกแต่ละแบบจะนำมาใช้อย่างไรนั้นขึ้นกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล

4.3 ประโยชน์ของผังกราฟิก

ประโยชน์ของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอน มีดังนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2552, หน้า 176)

1. เป็นเครื่องมือที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการเตรียมการสอนของครู
2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด และแสดงแบบของการคิดที่เข้าใจง่ายสามารถอธิบายและมองเห็น ได้อย่างเป็นระบบชัดเจน
3. เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ โดยการใช้ผังกราฟิกสรุปสิ่งที่เรียน เพื่อจะทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ เพราะนักเรียนจะเห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด
4. ช่วยพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของนักเรียน

จากประโยชน์ของผังกราฟิกในการเรียนการสอนจะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพราะผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ทั้งช่วยครูในการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสองเกิดความคงทนในการเรียนรู้และช่วยในการพัฒนาทักษะการคิด

ในการวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้ผังกราฟิก 5 แบบ เพื่อใช้พัฒนานักเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ได้แก่ ผังความคิด (mind mapping) ผังมโนทัศน์ (concept map) ตารางเปรียบเทียบ (comparison matrix) Flowchart diagram และเวนนไดอะแกรม (venn diagram) ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนจะใช้ผังกราฟิกที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมระหว่างรูปแบบของผังกราฟิกและเนื้อหาสาระนั้น ๆ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และผังกราฟิก ผู้วิจัยมีแนวทางการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ขั้นนี้ครูจะทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม ในขั้นตอนนี้ครูจะสรุปความรู้เดิมที่นักเรียนมีเพื่อจัดกิจกรรมต่อไป
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้ครูจะทำหน้าที่นำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดประเด็นคำถามและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบจะเป็นกิจกรรม การทดลองหรือเป็นการลงมือปฏิบัติ และอาจมีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ ข้อมูลหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในขั้นอธิบายต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ขั้นนี้ผู้เรียนจะนำข้อมูลหรือประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจและค้นหาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล โดยครูจะเป็นผู้เน้น ย้ำให้นักเรียนใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากขั้นสำรวจค้นหาเพื่อนำมาใช้ในการ สรุปผลและนำเสนอผลการอธิบายเป็นรายการกลุ่มโดยใช้ผังกราฟิก เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนและ ครูหน้าชั้นเรียน โดยครูจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบของแผนผังเพื่อเป็นทางเลือกให้กับนักเรียน (แผนผังที่ครูกำหนดอาจมีมากกว่า 1 แบบเพื่อให้ นักเรียนสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม)

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือกำหนดสถานการณ์ใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับ ความรู้เดิมของนักเรียน

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด และนำเสนอความรู้ของ ตัวเองโดยใช้ผังกราฟิกในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบของผังกราฟิกเพียงหนึ่งรูปแบบที่ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระหรือความรู้ นั้น ๆ เพื่อประเมินว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง โดยครูจะเป็นผู้ ประเมินผลจากผังกราฟิกของนักเรียน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ขั้นนี้ครูจัดเตรียมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

5. การคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาแนวคิดหลักการของกระบวนการคิดของนักการศึกษานักคิดนักจิตวิทยา ทั้งหลายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดระดับสูง ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายลักษณะดังนี้

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน สุกนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สินธพานนท์, 2555, หน้า 30-31) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่ดี เน้นการ

ตีความของข้อมูลไปยังองค์ประกอบ และการค้นหาความสัมพันธ์และแนวทางที่ใช้ในการจัดการ
 คิววิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 9) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าการคิดวิเคราะห์
 หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็น
 วัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น
 เพื่อค้นหาสภาพความจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, หน้า 30–31) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการ
 คิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือวัตถุสิ่งของต่างๆ หรือเรื่องราวเหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อย
 ตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อค้นหาความจริง หรือความสำคัญที่แฝงอยู่หรือปรากฏอยู่จนได้
 ความคิดที่จะนำไปสู่ข้อสรุปและการนำไปประยุกต์ใช้

ทศนา เขมมณี (2555, หน้า 111) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่าเป็นการ
 แสวงหาข้อเท็จจริง (Fact) ตรรกะ (Logic) ทิศทาง (Direction) หาเหตุผล (Reason) และมุ่ง
 แก้ปัญหา (Problem-solving)

ไพฑูรย์ สินดารัตน์ และคณะ (2557, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า
 การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะข้อมูล ทั้งนี้เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกเป็น
 ส่วนย่อย ๆ และมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเหล่านั้น และใช้เป็นพื้นฐานใน
 การคิดระดับอื่น ๆ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในเหตุการณ์ในแง่มุมต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะ
 ข้อมูล หาเหตุผลและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ กับข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การสรุปและ
 การแก้ปัญหารวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้

5.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของมาร์ซาโนมาร์ซาโน (Marzano, 2001 อ้างถึงใน สุทธิวรรณ
 พิรศักดิ์โสภณ, 2541) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ประกอบด้วยความรู้
 สามประเภทและกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ประเภทของความรู้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับ
 ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผลเฉพาะเรื่องและหลักการ
2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการ
 อัตโนมติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3. ทักษะเน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำเนื้อ จากทักษะง่ายสู่
กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น

กระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลมี 6 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ขึ้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็น
คลังข้อมูลไว้เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการ โดยไม่
จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้

ระดับที่ 2 ขึ้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้
สัญลักษณ์เป็นการตั้งเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้ โดยเข้าใจประเด็นสำคัญ

ระดับที่ 3 ขึ้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมี
หลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้
ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมา
บนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขึ้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำ
ตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐาน
สู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดลองสมมติฐานนั้นบน
พื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขึ้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการ
เรียนรู้ที่กำหนด การกำกับ ติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขึ้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการเรียนรู้
และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้
ที่ตนมี

บลูม (Bloom, 1957, อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2555, หน้า 31-33) ได้
สรุปองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นแยกเป็นส่วนย่อยได้ ข้อความ
บางข้อความอาจเป็นความจริง บางข้อความเป็นคำนิยาม และบางข้อความเป็นความคิดเห็นของ
ผู้เขียน ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ในข้อมูล
- 1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ

1.4 ความสามารถในการบอกถึงสิ่งจูงใจและพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่ม

1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อมูล

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลัก ความสัมพันธ์ของสมมติฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และยังรวมถึงความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วย ในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สามารถแยกได้ดังนี้

2.1 ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในบทความและข้อความต่าง ๆ

2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่ามีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น

2.3 ความสามารถในการแยกความจริงหรือสมมติฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อความหรือสมมติฐานนั้น

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานที่ได้มา

2.5 ความสามารถในการแบ่งแยกสาเหตุของความสัมพันธ์และผลจากความสัมพันธ์อื่น ๆ

2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้งแบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูลได้

2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล

2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการคิดวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการ ในการคิดวิเคราะห์หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์และมโนทัศน์ ได้แก่

3.1 การคิดวิเคราะห์ในรายละเอียดของงาน ความสัมพันธ์ของข้อมูลและความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ

3.2 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบในการเขียนการวิเคราะห์จุดประสงค์ของผู้เขียน ความเห็นของผู้เขียน และความรู้สึกที่มีต่องาน

3.3 การคิดวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดที่เป็นทัศนคติของผู้เขียน

3.6 ความสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและอคติที่มีอยู่ได้

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 17) ได้สรุปว่าองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์เช่นวัตถุประสงค์ของเรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น
2. หลักการหรือกฎเกณฑ์เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งของที่กำหนดให้เช่นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน
3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญเป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

จากองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์แยกออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งเป็นการแยกแยะข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลและข้อเท็จจริง และการวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์เพื่อระบุมุมมองแนวคิดและมโนทัศน์ทั้งหมด

5.3 กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 19) สรุปกระบวนการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการคิดวิเคราะห์เป็นการกำหนดสิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อเป็นต้นเรื่องในการวิเคราะห์
2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์เป็นการกำหนดประเด็นที่สงสัยจากปัญหาสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์อาจเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือข้อความสำคัญ
3. เป็นการกำหนดข้อความสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่เหมือนหรือต่างกันความสัมพันธ์ของเหตุผล
4. พิจารณาแยกแยะเป็นการวิเคราะห์กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยใช้เทคนิค 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร)
5. สรุปเป็นคำตอบเป็นการรวบรวมประเด็นสำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งของที่กำหนดให้

ทศนา เขมมณี และคณะ (2544, อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2557, หน้า 9) ได้กล่าวถึงขั้นตอนย่อยของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
 2. การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม และ/หรือ อาศัยการค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่มข้อมูลบางกลุ่ม
 3. การกำหนดหมวดหมู่หรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์
 4. การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับ หรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
 5. การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแต่ละหมวดหมู่ ในแง่ของความมากน้อย ความสอดคล้อง/ความขัดแย้ง ผลทางบวก/ผลทางลบ ความเป็นเหตุ/ความเป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง
- จากคำกล่าวข้างต้นกล่าวสรุปได้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์นั้น มีลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลหรือกำหนดสิ่งที่ต้องการคิดวิเคราะห์ กำหนดปัญหาวัตถุประสงค์หรือแง่มุมที่ต้องการวิเคราะห์ กำหนดหมวดหมู่สิ่งที่ต้องการแยกแยะ แยกแยะข้อมูลแต่ละหมวดหมู่ และสุดท้ายเป็นการสรุปคำตอบของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

5.4 การจัดการคิดวิเคราะห์

การจัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้าน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 77-81) ได้แก่

1. การจับคู่ (Matching) หมายถึง ความสามารถในการจับคู่สิ่งต่าง ๆ ที่เหมือนกันทั้งรูปร่าง ลักษณะแหล่งกำเนิด สามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐานและลักษณะความเหมือนและความแตกต่างได้ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่การจับคู่ได้
2. ด้านการจัดหมวดหมู่หรือการจัดกลุ่ม (Classification) หมายถึงความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับและจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมายออกเป็นกลุ่มสามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์ เลือกสิ่งของที่เหมือนกันในการจัดกลุ่มสามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งของที่เหมือนกัน จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่มีจุดร่วมเหมือนกัน ทั้งด้านเนื้อหา ด้านความรู้และด้านทักษะ
3. การจับผิดหรือการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะข้อผิดพลาด มองเห็นความสัมพันธ์และมองไม่เห็นความสัมพันธ์สอดคล้องของสิ่งต่าง ๆ สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้อง สิ่งผิดปกติไม่เหมาะสม เป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จากการสังเกต

และการใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปและลงความเห็นได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ และยกเหตุผลประกอบได้โดยผ่านการโต้แย้งอย่างสมเหตุสมผล ทั้งนี้ ต้องมีความสามารถในการสรุปความรู้ที่เป็นจริงมาก่อน เป็นความรู้ที่ยอมรับโดยทั่วไป

4. การสรุปอ้างอิงหลักการได้ (Generalization) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้

5. การทำนาย (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่แล้วไปใช้เพื่อการประมาณและทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างจำเพาะเจาะจง สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ สามารถระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น สามารถระบุสิ่งที่มีผลตามมา และปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปได้

การวัดการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ 2543, หน้า 149-154) คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้น อะไรสำคัญ หรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้น มีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราว นั้น ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใด เป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตัวอย่างคำถาม

การวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาในครั้งนี้จะยึดตามแนวคิดของบลูม โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบเพื่อการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 389) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่วัดได้จากการใช้เครื่องมือในการวัด โดยเน้นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามแนวทางของ Klopfer ได้แก่

1. ด้านความรู้ความจำซึ่งเป็นการถามให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว
2. ด้านความเข้าใจอาจเขียนได้หลายลักษณะเช่นกำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้ระบุข้อเท็จจริงมโนคติหลักการกฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปในแต่ละทักษะการวัดจะใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะเฉพาะของทักษะนั้น ๆ
4. ด้านการนำความรู้ไปใช้จะกำหนดปัญหาใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

พิมพันธ์ เศษะคุปต์ (2545) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่และให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัด และประเมินผลความสามารถทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายลักษณะดังนี้

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2539, หน้า 16) กล่าวสรุปไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยครูให้สามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 340) กล่าวสรุปไว้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำความเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้

ศิริชัย กาญจนวาที (2544, หน้า 125) สรุปไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้สิ่งนั้น สิ่งที่มีจุดจริงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นทักษะทางสมองหรือความคิดอันบ่งบอกถึง สถานภาพการเรียนรู้ที่ผ่าน มา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้นได้รับ

6.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้ (สมนึก กัททิษณิน, 2541, หน้า 73-97)

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน ข้อดีของข้อสอบอัตนัยคือ สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ไม่มีโอกาสในการตอบโดยการเดา และวัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี แต่ข้อจำกัดคือ ออกคำถามวัดได้น้อยข้อจึงอาจจะไม่ครอบคลุมเนื้อหาสาระทั้งหมด การตรวจให้คะแนนมีความคลาดเคลื่อนมาก ใช้เวลาในการตรวจนานและลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพของการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True – False Test) คือ ข้อสอบที่มี 2 แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม ข้อดีของข้อสอบแบบกาถูก ผิด คือ สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว ถ้ามได้จำนวนข้อมากและครอบคลุมเนื้อหา ใช้เวลาในการสอบน้อย และตรวจให้คะแนนอย่างยุติธรรม แต่ข้อจำกัดคือ มักวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านอื่น ๆ ไม่สามารถชี้จุดอ่อนของการเรียนได้อย่างแท้จริง โอกาสตอบถูกโดยการเดามีมากกว่าข้อสอบอื่น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปในการสอบวัดทั่วไป

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้สอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง ข้อดีของข้อสอบแบบเติมคำคือ สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว สามารถสร้างคำถามวัดในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้หลายข้อ โอกาสเดาโดยไม่มีความรู้มีน้อยมาก แต่มีข้อจำกัด คือ มักวัดความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว ถ้าส่วนที่ต้องเติมมีหลายเรื่องจะไม่เหมาะกับการนำมาสร้างข้อสอบแบบนี้และถ้าเขียนข้อความหรือประโยคนำไม่ดีอาจทำให้ผู้ตอบตอบไปคนละทิศทางเพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ

แบบเติมคำ แต่ต่างตรงที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้เขียนเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัด ได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่การบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง ข้อดีของสอบแบบนี้ คือ คำตอบโดยมีความรู้ได้ยาก เหมาะที่จะใช้วัดด้านความรู้ความจำที่ต้องจำข้อความทุกประโยคทุกคำพูดหรือความรู้ที่เกี่ยวกับกฎ นิยาม ทฤษฎีหลักการ สามารถวัดข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาที่เสนอในรูปแบบที่ รูปภาพ รูปจำลองต่าง ๆ แต่ข้อเสียคือ มีปัญหาในการตรวจให้คะแนน ในกรณีที่ผู้ตอบเขียนตอบผิดพลาดเล็กน้อยด้านภาษา ทำให้ไม่ได้คะแนน การเขียนคำตอบให้จำเพาะเจาะจงแลมีคำตอบเดียวจริง ๆ ทำได้ยากและต้องใช้เวลาในการสร้างมาก

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 แล้วให้ผู้เลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง ข้อดีของข้อสอบแบบจับคู่คือ สร้างได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว เหมาะที่จะนำไปวัดความจำหรือความจริง ตรวจให้คะแนนได้ง่าย ยุติธรรม แต่ข้อเสียคือ ไม่สามารถวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ โอกาสในการเดาสูง และไม่เหมาะที่จะนำไปวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาทุกเนื้อหา

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณกัน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ คือ มีความเที่ยงตรงสูงเพราะสามารถเขียนคำถามได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย ตรวจให้คะแนนง่ายและยุติธรรม สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานได้ แต่มีข้อจำกัด คือ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ใช้เวลาในการสร้างมาก ไม่เหมาะที่จะใช้วัดความคิดสร้างสรรค์

การวางแผนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ดี จะต้องมีการเตรียมตัวและการวางแผน เพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดจากการทดสอบแต่ละครั้งซึ่งจะต้องอาศัยกรรมวิธีอย่างมีระบบในการสร้างแบบสอบแต่ละชุด โดยปกติกรรมวิธีในการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถแบ่งได้ เป็น 4 ขั้นตอน

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบ

2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน
3. เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้นกะทัดรัด และมีความชัดเจน
4. สร้างสร้างจุดประสงค์ทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

สมนึก ภักทิษณี (2541, หน้า 131- 153) ได้สรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมของบุคคลในแง่ของสมรรถภาพทางสมองหรือสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมไว้ว่า พฤติกรรมที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองหรือสติปัญญาของบุคคล จะมีลำดับของการพัฒนาจากพฤติกรรมที่ใช้ความสามารถง่าย ๆ ไปหาพฤติกรรมที่ใช้ความยุ่งยากซับซ้อน หรือกล่าวได้ว่าเรียงจากความคิดสามัญง่าย ๆ ไปหาแบบยากที่ลึกซึ้งมากขึ้น แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บสะสมเรื่องราวต่าง ๆ หรือประสบการณ์ทั้งปวงที่ตนได้รับมาและสามารถระลึกเรื่องราวต่าง ๆ นั้นออกมาได้ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหา ความรู้ในวิธีการ และความรู้รอบคอบในเรื่อง

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ หรือเปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทั้งยังสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะหรือสภาพคล้ายคลึงเป็นทำนองเดียวกับของเดิมได้ บุคคลที่มีความเข้าใจในสิ่งใด จะสามารถแปลความ ตีความหรือขยายความ เกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ คำถามที่ใช้วัดความเข้าใจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การแปลความ การตีความ และการขยาย

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ทำนองนั้นได้ หรือสามารถหาสิ่งของมาแทนสิ่งที่ขาดหายไป หรือถามให้แก่ปัญหาซึ่งเป็นพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะพิจารณาคุณรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด สองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะหลักการใด ลักษณะของการคิดวิเคราะห์คือ การใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว หรือสิ่งต่างตั้ง

แต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่ หรือสิ่งใหม่ที่แปลกไปจากเดิม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า หมายถึง การวินิจฉัย ตัดสิน หรือตีราคา เรื่องราว ความคิด เหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการสรุปเป็นคุณค่า อย่างมีหลักเกณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

ประวิตร ชูศิลป์ (2547) สรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า นักการศึกษาและ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ได้เสนอแนะให้รวมพฤติกรรมบางข้อตามแนวทางของ Klopfer เข้าด้วยกัน โดยได้จำแนก พฤติกรรมการเรียนรู้สำหรับเป็นเกณฑ์สอบวัดว่า ผู้เรียน เรียนรู้ได้มาก-น้อย หรือลึกซึ้งเพียงใด ออกเป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหลาย ได้แก่ การถามเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง (Fact) ข้อตกลง (Convention) นิยาม (Definition) แนวความคิด (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) หรือ ทฤษฎี (Theory)

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งได้

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) หมายถึง ความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การสรุป การสร้างและทดสอบสมมติฐาน และการแก้ปัญหา

4. การนำความรู้ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากเดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

จากการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้เข้าใจข้อดีของแบบทดสอบแบบต่าง ๆ และเลือกใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบในการวิจัย โดยทำตามขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดเนื้อหาสาระ การให้น้ำหนักของเนื้อหาแต่ละส่วนออกข้อสอบตามสัดส่วนที่ได้ระบุไว้และวัดพฤติกรรมตามแนวคิดของ Klopfer คือ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น

งานวิจัยภายในประเทศ

บัวลอย อุন্নันกาศ (2550) ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนน้ำดิบวิทยา จังหวัดลำพูน จำนวน 39 คน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีระพล ภาวะเวช (2550) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปรีอใหญ่วิทยาลดงค์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 45 คน กิจกรรมการเรียนรู้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และ ไมโอซิส จากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนร้อยละ 82.22 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแบ่งเซลล์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป นอกจากนี้พบว่าผู้เรียนมีการทำงานเป็นกลุ่มและมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับพึงพอใจมาก

นิตา กิจจินดาโอภาส (2552) ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญากับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า แผนการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่ใช้พหุปัญญาโดยรวมมีค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.604 นักเรียน โดยส่วนรวมที่เรียน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่ใช้พหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและเป็นรายด้านจำนวน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธิดารัตน์ อินปาต๊ะ (2554) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยให้การทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านน้อยชุ่มชื้นเหล็ก อำเภอนนทบุรี จังหวัดพิษณุโลก

จำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 25 คนผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.52 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 15.88

ณัฐกา นาเลื่อน (2556) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จังหวัดสงขลาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คนแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ธัญญรีย์ สมองดี (2556) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียน โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Muhammad (2015) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เกรด 9 โดยการจัดการเรียนการสอน 7E และการสอนแบบดั้งเดิม ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จำนวนนักเรียนรวมทั้งสิ้น 122 คน นักเรียนชาย 62 คน และนักเรียนหญิง 60 คน จาก 4 ห้องเรียน โดยการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลา 8 สัปดาห์ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 61 คนกลุ่มควบคุม 61 คน โดยการสุ่ม โดยนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบดั้งเดิมในขณะที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ทำการทดสอบความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อนำผลที่ได้มาทดสอบทางสถิติ พบว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบ 7E สูงกว่าคะแนนของนักเรียนที่มีการ

จัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่ารูปแบบการสอนแบบ 7E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

งานวิจัยภายในประเทศ

อดิพร สีสุทธิธญา (2554) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเทคนิคผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสระแก้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงมา 2 ห้องจำนวน 85 คนกลุ่ม 1 ห้องเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 41 คนและอีก 1 ห้องเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 44 คนโดยวิธีการจับฉลากนักเรียนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้กิจกรรมเทคนิคผังกราฟิกในขั้นตอนสรุปความรู้ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมจิต ผอมแข่ง (2557) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวชิราวุธจังหวัดสงขลาโดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้ตามปกติกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียนรวม 80 คน ผลการวิจัยพบว่าทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Condidorio (2010) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนวิทยาศาสตร์ในอนาคต ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาเกรด 6 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียน 25 คน โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพอากาศ พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างละเอียดมากขึ้นและสามารถเขียนผังกราฟิกในการจัดข้อมูลและเนื้อหาความรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการเพิ่มทักษะและความพร้อมในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

Kristen (2013) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบของร่างกาย โดยในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 บทเรียน บทเรียนที่ 1 จัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเป็นหลัก และบทเรียนที่ 2 จัดการเรียนการสอนโดยใช้ PowerPoint เป็นหลักผลการศึกษาพบว่าจากกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 69 คน มีผลการสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบทที่จัดการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าบทที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ Power Point เพียงอย่างเดียว

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก

วัชรพร ฟองจันทร์ และคณะ (2558) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคมจังหวัดระยองภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และเทคนิคผังกราฟิกทั้งภายในประเทศและต่างประเทศพบว่าสามารถใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ได้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการจัดการ

เรียนรู้ โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์
พยาน ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความสามารถของ
นักเรียนในการคิดวิเคราะห์ ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง การรักษาคุณภาพของเซลล์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคฟังก์กราฟิกที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แบบปกติจำนวน 4 ห้องเรียน รวม 177 คน ซึ่งมีการจัดนักเรียนเข้าห้องเรียนโดยความสามารถ (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 มีจำนวน 13 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นภาษา จำนวน 4 ห้องเรียนนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ห้องเรียนพิเศษจำนวน 5 ห้องเรียน และนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แบบปกติจำนวน 4 ห้องเรียน)

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 88 คนซึ่งได้มาโดยการเลือกตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 6 จำนวน 43 คน และกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 7 จำนวน 45 คน กลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกเข้าห้องเรียนโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันและไม่มีการเรียงลำดับคะแนนในการจัดเข้าห้องเรียน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (true experimental design) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้มาจากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง (randomized control group pretest – posttest design) (พรรณี ติกิจวัฒนะ, 2554, หน้า 288 – 298) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นโดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบแผนการทดลองแบบ randomized control group pretest – posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T _{1E}	X ₁	T _{2E}
RC	T _{1C}	X ₂	T _{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- RE แทน กลุ่มทดลอง
- RC แทน กลุ่มควบคุม
- T_{1E} แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
- T_{2E} แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
- T_{1C} แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
- T_{2C} แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้
 ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์
 พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการชีววิทยา
3. แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์
 พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน
 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

สาระที่ 3: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง
 และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตร
 สถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา โดยกำหนด
 เนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ซึ่งได้เนื้อหา 5 เรื่อง สามารถแบ่งเป็นแผนการ
 จัดการเรียนรู้ได้เป็น 9 แผนใช้เวลาทั้งสิ้น 16 คาบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	1. อธิบายเปรียบเทียบชนิดของเซลล์ได้ 2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์ได้	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์	1. ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยใช้พลังงานได้ 2. อธิบายเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยใช้พลังงานได้	1
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การลำเลียงสารโดยสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์	1. อธิบายเปรียบเทียบยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีวิธีการลำเลียงสารโดยสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้	1
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำในพืช	1. ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการคายน้ำของพืชได้ 2. อธิบายการรักษาคุณภาพของน้ำในพืชได้	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไก การควบคุมดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของ มนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ ของมนุษย์	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการรักษาดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ ของมนุษย์ได้ 2. อธิบายกลไกของการควบคุมดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตได้	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย	1. ทดลอง สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับ กลไกและความสำคัญของการรักษา ดุลยภาพอุณหภูมิของมนุษย์ได้	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องการรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุใน สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ	1. อธิบายกลไกของการรักษาดุลยภาพ ของน้ำและแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน	1. อธิบายเกี่ยวกับอวัยวะที่ทำหน้าที่ เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันได้ 2. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันใน มนุษย์ได้	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความผิดปกติ ของระบบภูมิคุ้มกันได้ 2. นำความรู้เรื่องการระบบภูมิคุ้มกันไป ใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพได้	1
รวม			16

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 9 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 1.3.2 สาระสำคัญ
- 1.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3.4 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)
- 1.3.5 สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน
- 1.3.6 ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 1.3.7 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้
 - 1) ขั้นตอนตรวจสอบความรู้เดิม
 - 2) ขั้นเร้าความสนใจ
 - 3) ขั้นสำรวจและค้นหา
 - 4) ขั้นอธิบาย
 - 5) ขั้นขยายความรู้
 - 6) ขั้นประเมินผล
 - 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้
- 1.3.8 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้
- 1.3.9 การวัดและประเมินผล

1.3.10 บันทึกหลังสอน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการ ประเมินตามสภาพจริงและนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ขั้น และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล เพื่อหาค่าความเหมาะสมและหาค่าความ สอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ได้แก่สาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนและการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมี รายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละ ท่านนำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

สอดคล้องกำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจกำหนดคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้องกำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้องเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ (พรรณี สิกิวัฒน์นะ, 2554, หน้า 195) ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดย เน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกตามข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญในประเด็น

ต่าง ๆ ได้แก่ การเขียนสาระสำคัญให้กระชับ การเพิ่มบันทึกผลหลังการทดลอง การตั้งคำถามในใบ งานให้สั้นกระชับเข้าใจง่าย และตรวจสอบการสะกดคำ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกเรื่องคุณภาพของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 10 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองพบว่าในการให้นักเรียนเขียนผังกราฟิกแต่ละรูปแบบนั้น ครูจะต้องอธิบายรูปแบบและวิธีการเขียนผังกราฟิกให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียดเสียก่อน และนักเรียนส่วนใหญ่ยังสับสนระหว่างการเขียนผังความคิดและผังมโนทัศน์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นโดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยามีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งศึกษาวิธีการวัดประเมินผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องคุณภาพของสิ่งมีชีวิตคือความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้และครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำความเข้าใจการนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการกับ
เรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

แผนการ จัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					
		ความรู้ความ เข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะทางวิทยาศาสตร์	รวม(ข้อ)	ใช้จริง(ข้อ)
1.เซลล์ของ สิ่งมีชีวิต	1. อธิบายและเปรียบเทียบชนิด ของเซลล์ได้	3 (1)	2 (1)	1 (1)	2 (1)	8	4
	2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์ได้						
2.การลำเลียง สารผ่านเซลล์	1.ทดลอง อภิปรายและสรุป เกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อ หุ้มเซลล์โดยไม่ใช้พลังงานได้	2 (1)	2 (1)	1 (1)	2 (1)	7	4
	2.อธิบายเกี่ยวกับการลำเลียงสาร ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยใช้พลังงาน ได้						
3.การลำเลียง สารโดยสร้าง ถุงจากเยื่อหุ้ม เซลล์	1. อธิบาย เปรียบเทียบ ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีวิธีการ ลำเลียงสาร โดยสร้างถุงจากเยื่อ หุ้มเซลล์ได้	2 (1)	2 (1)			4	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะทางวิทยาศาสตร์	รวม(ข้อ)	ต้องการจริง(ข้อ)
4.การรักษา คุณภาพของ น้ำในพีช	1. ทดลอง อภิปรายและสรุป	2	2	1	2	7	
	เกี่ยวกับการคายน้ำของพืชได้	(1)	(1)	(1)	(1)		4
	2. อธิบายการรักษาคุณภาพของ น้ำในพีชได้						
5. การรักษา คุณภาพของ น้ำ แร่ธาตุ ของ มนุษย์	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและ	2	3	2		7	
	ยกตัวอย่างอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับ	(1)	(1)	(1)			3
	การรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ ของมนุษย์ได้						
	2. อธิบายกลไกของการควบคุม คุณภาพของสิ่งมีชีวิตได้						
6.การรักษา คุณภาพของ อุณหภูมิในร่าง กาย	1. ทดลอง สืบค้นข้อมูล อธิบาย	3	3	1	1	8	
	เกี่ยวกับกลไกและความสำคัญ	(1)	(1)	(1)	(1)		4
	ของการรักษาคุณภาพอุณหภูมิ ของมนุษย์ได้						

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ต้องการจริง(ข้อ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะทางวิทยาศาสตร์	รวม(ข้อ)	
7.การรักษา คุณภาพของ น้ำและแร่ธาตุ ในสิ่งมีชีวิต ชนิดอื่น ๆ	1. ทดลองและอธิบายกลไกของ การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ ธาตุในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ได้	3 (1)	3 (1)		1 (1)	7	3
8. ระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. อธิบายเกี่ยวกับอวัยวะที่ทำ หน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบ ภูมิคุ้มกันได้ 2. ทดลอง อธิบายเกี่ยวกับระบบ ภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	8	4
9. ความ ผิดปกติของ ระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความ ผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้ 2. นำความรู้เรื่องการระบบ ภูมิคุ้มกัน ไปใช้ในการดูแลรักษา สุขภาพได้	-	2 (1)	2 (1)		4	2
รวม		20	21	9	10	60	30

หมายเหตุ () หมายถึง ข้อสอบที่นำมาใช้จริง

2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงในเนื้อหาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของคำถามและข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการปรับปรุง

2.5 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอแนะตามประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การใช้คำถามให้กะทัดรัดเข้าใจง่าย ตรวจสอบการสะกดคำ

2.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหาผลการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ภาษาที่ใช้และความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดตลอดจนความเหมาะสมของตัวเลือกเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขโดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า .50 ทุกข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับการเขียนคำศัพท์เฉพาะเป็นภาษาอังกฤษ ลดการใช้คำซ้ำในคำถามและตัวเลือกเพื่อให้ข้อสอบสามารถอ่านและเข้าใจได้ง่ายและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการถาม

2.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปลองใช้

2.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 10 จำนวน 32 คน

2.9 นำผลการลองใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากข้อ 2.8 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 50% (ชวลิต ชูกำแหง, 2553, หน้า 118) โดยถือเกณฑ์ว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (พรรณี ลิกิจวัฒนะ, 2554, หน้า 205-213) พบว่า มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 44 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .41 ถึง .74 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ถึง .71 คัดเลือกแบบทดสอบมาจำนวน 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

2.10 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสมคือ .80–1.00 (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 202) พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .85

2.11 จัดพิมพ์แบบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการจัดการคิดวิเคราะห์

3.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดผลและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะ การคิดวิเคราะห์

3.3 สร้างแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เป็นเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ โดยสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบที่ออก/ ข้อ	จำนวนข้อสอบที่ใช้ จริง/ ข้อ
1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	10	5
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10	5
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ	10	5
รวม	30	15

3.4 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างคำถามที่ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านให้ชัดเจนมากขึ้น สร้างคำถามที่กะทัดรัดเข้าใจง่าย

3.5 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคิดวิเคราะห์เพื่อค่าความสอดคล้อง

3.6 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไปซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 117) พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า .50 ทุกข้อ

3.7 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับการเขียนคำศัพท์เฉพาะเป็นภาษาอังกฤษ การตรวจสอบคำผิด ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปลงใช้

3.8 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 10 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน

3.9 นำผลการลองใช้แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากข้อ 3.8 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 50% (ชวลิต ชุกก่าแหง, 2553, หน้า 118) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 15 ข้อ โดยถือเกณฑ์ว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) .02 ขึ้นไป (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 205 - 213) พบว่าแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 23 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .50 ถึง .74 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36 ถึง .57 คัดเลือกแบบทดสอบมาจำนวน 15 ข้อ

3.10 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสมคือ .80-1.00 (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 202) พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .76

3.11 นำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐานที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
3. ดำเนินสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ใช้เวลาสอน 16 คาบ โดยกลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกลุ่มควบคุมสอนโดยแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐานมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ one sample t-test และ dependent sample t-test (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ one sample t-test และ dependent sample t-test (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 3)

4.วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 4)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2556, หน้า 224-225)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2556, หน้า 228)

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

S

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ค่าคะแนน
	n	แทน	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม
	\sum	แทน	ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 195)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนตามคุณลักษณะของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้สูตร หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 50% (ชวลิต ชูกำแหง, 2553, หน้า 118)

2.2.1 ค่าความยากง่าย (difficulty)

$$P = \frac{H+L}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

$$r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
	n	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์และสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของKuder Richardson (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 202)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่วัดได้
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	\sum	แทน	ผลรวม
	P	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ one sample t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 70 (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2556, หน้า 229-230)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบ
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 ใช้สถิติ dependent sample t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2556, หน้า 229-230)

$$t = \frac{\sum D}{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบ
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล

3.3 ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2554, หน้า 230-233)

$$F = \frac{MSB'}{MSW'}$$

เมื่อ	F	แทน	ความแปรปรวนร่วม
	MSB'	แทน	ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
	MSW'	แทน	ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษา
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	สถิติทดสอบสมมติฐาน
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
F	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วม
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.2 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Dependent sample t – test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง)

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	45	15	11.13	2.34	19.19*	.00
หลังเรียน	45	15	22.20	4.71		

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (one sample t – test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 30)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	ร้อยละของคะแนน เฉลี่ย	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	45	22.20	74.00	4.71	1.71*	.094

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อ 1.1 และ 1.2 สรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก

2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยทดสอบ ค่าที่แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Dependent sample t – test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง)

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	45	15	5.56	1.75	22.25*	.00
หลังเรียน	45	15	11.51	1.88		

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้น การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (one sample t – test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (11 คะแนน จากคะแนน เต็ม 15 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	45	11.51	76.74	1.88	1.83*	.075

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก ข้อ 2.1 และ 2.2 สรุปได้ว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยทดสอบสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก(กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	393.52	1	393.52	26.29	.00*
วิธีสอน	114.65	1	114.65	7.66	.00*
รวม	40331.00	88			

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยทดสอบสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ สิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	52.27	1	52.27	17.52	.00*
วิธีสอน	75.77	1	75.77	25.39	.00*
รวม	10178.00	88			

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 พบว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในครั้งนี คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 8 คน จากจำนวนห้องเรียน 4 ห้อง โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ หาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .85 และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .76

การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนิน โดยการทำให้แบบทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และสอนกลุ่มควบคุมด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งด้วยแบบทดสอบฉบับเดิม แล้วนำคะแนนที่รวบรวมได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐาน โดยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) สถิติทดสอบค่าที่สำหรับหนึ่งตัวอย่าง (one sample t-test) และสถิติทดสอบค่าที่กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent sample t-test)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน มีการสร้างความสนใจเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้เดิมก่อให้เกิดความสงสัยหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องการแสวงหาคำตอบด้วยการลงมือปฏิบัติ สืบเสาะ ตรวจสอบ ค้นหา

ข้อมูลและข้อเท็จจริง และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนนำประจักษ์พยานเชิงประจักษ์ที่ได้จากขั้นสำรวจค้นหา มาเชื่อมโยงและใช้ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนรู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด เพื่อนำมาใช้ในการอธิบาย และสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีความหมาย และยังเน้นให้นักเรียน นำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ทำให้นักเรียน เห็นคุณค่าและความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ มีความสนใจและสนุกกับการเรียน ส่งผลให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังที่ ศศิธร เวียงวงวณิช (2556, หน้า 149) ได้สรุปไว้ว่ารูปแบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหา ความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้าง แนวความคิดและความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้ที่คงทนถาวร เป็นการสอนที่กระตุ้น ให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี และสามารถ ประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเองได้ สอดคล้องกับ Patrick et al., (2009) (อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, หน้า 136) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น รูปแบบการสอนที่เป็นแนวทางการยกระดับความเข้าใจ โนทัศน์ของวิทยาศาสตร์และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่ เรียนรู้สูงขึ้น และผลการวิจัยในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษา สุขสวัสดิ์ (2556) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ผสมผสานการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์สูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีจริญ (2559) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเทคนิคผังกราฟิกมากำหนดให้นักเรียนใช้ในขั้น อธิบายและขั้นประเมินผล ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จัดการข้อมูลที่มีปริมาณมาก เพื่อให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้เนื้อหาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังที่ ทิศนา แคมณี (2555, หน้า 388) ได้กล่าวไว้ว่า ผังกราฟิกช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นานขึ้น ช่วยให้นักเรียนจัดข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบอยู่ในรูปแบบที่อธิบายและเข้าใจได้ง่ายทำให้เกิดการเรียนรู้ มโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น และเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงทำให้สรุปได้ว่า

การนำเทคนิคผังกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติและ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Condidorio (2010) พบว่าการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างละเอียดมากขึ้นและไม่เกิดแนวคิดผิดพลาดในการเรียนรู้มนทัศน์

จากเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมาจึงเป็นสิ่งที่สนับสนุนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คือมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนนหรือคิดเป็นร้อยละ 74 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้อง กับผลการวิจัยของ วัชรพร ฟองจันทร์ (2558) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผัง กราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ หาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีการคิด วิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และ ข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เป็นรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดตั้งแต่การตอบคำถามในขั้นการตรวจสอบความรู้เดิม มีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์คำตอบจากคำถามหรือประเด็นที่น่าสนใจ ในขั้นเร้าความสนใจ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ขั้นการสำรวจค้นหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องวางแผนและกำหนดแนว ทางการตรวจสอบสมมติฐานที่วางไว้ โดยเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 69) กล่าวว่าไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการคิดเนื่องจากเป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นในขั้นของการสำรวจ ค้นหานี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเก็บรวบรวมหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่ ค้นพบด้วยตนเองไปใช้ในขั้นการอธิบายต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรงและเกิด กระบวนการสร้างความรู้ไม่ใช่การจดจำความรู้จากแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้อื่นเพียงอย่างเดียว และให้นักเรียนเห็นความสำคัญกับประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และมีการเชื่อมโยงหา ความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอข้อมูลในขั้นอธิบาย

ซึ่งชั้นอธิบายนี้เป็นชั้นที่ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ในชั้นการขยายความรู้ นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ และสามารถนำมาสรุปวิเคราะห์เป็นหลักการขององค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้ในชั้นประเมินผล ช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้ทั้งหมดสรุปให้ครูและเพื่อน ได้ตรวจสอบอีกครั้ง และในชั้นนำความรู้ไปใช้ทำให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้ทั้งหมดไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโอกาสและเหตุการณ์ต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 13) กล่าวว่าไว้ว่า การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนต้องการทำความเข้าใจโดยการพยายามตีความข้อมูลที่ได้รับ หาเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งที่คิดขึ้นเพื่อสืบค้นหาความจริง แล้วประเมินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ และแจกแจงองค์ประกอบเพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมดของเรื่องนั้น และสอดคล้องกับ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2557, หน้า 27) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ที่เป็นความสามารถ ในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น ประยุกต์ใช้ประเมินโดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ผลการวิจัยในครั้งนี้อย่างสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชฎณีย์ สมองดี (2556) ซึ่งพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ส่งผลให้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉันทกานาเลื่อน (2556) ซึ่งพบว่าการสอนรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารฝัน บากา (2559) ซึ่งพบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้นำเทคนิคผังกราฟิกมากำหนดให้นักเรียนใช้ในชั้นอธิบายและชั้นประเมินผล ทำให้นักเรียนสามารถจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ได้ดีขึ้น จัดระเบียบความคิดได้ชัดเจนและเป็นระบบมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ณรงค์ กาญจนะ (2553, หน้า 40) กล่าวว่าไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระของบทเรียนได้ดีขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัย สมจิต พอมเซ่ง

(2557) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกส่งผลให้การคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วัชรพร ฟองจันทร์ (2558) ซึ่งพบว่า การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ขั้นการสำรวจค้นหา นักเรียนจะให้ความสนใจและความสำคัญกับประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากกิจกรรม มากกว่ากิจกรรมอื่น ๆ ดังนั้นบทเรียนใดที่สามารถทำการทดลองได้ครูควรนำกิจกรรมการทดลองมาใช้ในขั้นสำรวจค้นหา เพราะเมื่อนักเรียนให้ความสนใจสำคัญกับประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และนำมาเชื่อมโยงความรู้เพื่อลงข้อสรุปในชั้นอธิบาย ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี และจะส่งผลให้การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นด้วย

1.2 การจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาควรมีเวลาจำกัด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ดังนั้น ครูควรกำหนดเวลาให้ชัดเจนและแจ้งให้นักเรียนรักษาเวลาตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปตามแผนที่กำหนดไว้

1.3 ผังกราฟิกมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์วิธีการเขียนและแตกต่างกัน ดังนั้นครูต้องชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายการเขียนแผนผังกราฟิกแต่ละแบบให้นักเรียนเข้าใจก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถสื่อสารข้อมูลผ่านผังกราฟิกได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการเรียนรู้ที่อาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างองค์ความรู้

ใหม่ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงควรศึกษาว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใดจากการจัดการเรียนรู้

2.2 ควรศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในบทเรียนที่มีธรรมชาติของเนื้อหาใกล้เคียงกับคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2.3 ควรศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และการเรียนรู้แบบกลุ่ม เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้น การอภิปราย การโต้แย้งหาข้อเท็จจริงเพื่อลงข้อสรุปในประเด็นต่าง ๆ ในการทำกิจกรรมกลุ่มซึ่งอาจจะส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียน

บรรณานุกรม

- คุณทวี เพ็ชรทวีพรเดช, ชาริดา สรียาภรณ์, สุริยา บังใบ และสุคนธ์ ดินธพาน. (2550). *ศุคยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- กุศลีน มุสิกกุล. (2559). *การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)*. เข้าถึงได้จาก http://earlychildhood.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/25/2014/09/science_knowled_search.pdf.
- ชวลิต ชุกก่าแหง. (2553). *การวิจัยหลักสูตรและการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2542). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี.
- ณัฐภา นาเลื่อน, นพเก้า ณ พัทลุง และวิวัฒน์ ชัดติยะมาน. (2556). ผลการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle Model) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ใน *การประชุมมหาดใหญ่วิชาการครั้งที่ 4 “การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย”* (หน้า 60-69). สงขลา.
- ณรงค์ กาญจนะ. (2553). *เทคนิคและทักษะการสอนเบื้องต้น เล่ม 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ทิสนา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญรีย์ สมองดี. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ธิดารัตน์ อินปาตะ. (2554). ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นันทิยานุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด *Constructivism*. วารสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25(96), 13-14.
- นิตา กิจจินดาโอภาส. (2552). ผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิโลบล นิมกัธรัตน์. (2543). การวิจัยการศึกษา *Education research*. เชียงใหม่: ภาควิชาประเมินผล และวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นุชลี อุปภัย. (2555). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชลี อุปภัย. (2556). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking school สอนให้คิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- บัวลอย อุ่นนันทกาศ. (2550). ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยกิจกรรมการคิดเชิงวิเคราะห์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2554). สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2547). ข้อคิดในการออกข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์. *วารสารทางวิชาการวิทย์พิบูลสาร*, 29-37.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25-30.

- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2554). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงน้อย บิลมาศ. (2548). *ผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง และความสามารถในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, เพียว ยินดีสุข, วิภา เกียรติชนะบำรุง, สุรสิงห์ นิรชร, ธาธิณี วิทยานิวรรตน์, น้ำผึ้ง สุกอทุมพร, อมรรัตน์ นุบผโขติ, นัยนา ตรงประเสริฐ, พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ และอัญชลี ตั้งใจอิฐฐาน. (2552). *สอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจด้วยกระบวนการออกแบบย้อนกลับ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).
- พิสนุ ฟองศรี.(2552). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์, นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ และ ไสว พิทขาว. (2557). *คิดวิเคราะห์ : สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพริน เขื่อนแก้ว. (2555). *การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก เรื่องภูมิศาสตร์ประเทศไทยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสองแคววิทยาคมอำเภอค้อยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนสังคมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ Measurement and achievement test construction (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ :คำสมัย.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *การวิจัยในชั้นเรียน และการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : จุดทอง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วัชรพร ฟองจันทร์, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, กิตติมา พันธุ์พุกษา และรัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยาเรื่อง ต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Slipakorn University*, 8(2), 301 – 314.
- วิรัตน์ วรรณรัตน์. (2539). *การวัดและประเมินผลการศึกษา Educational assessment*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิโรจน์ ลีวงศ์สถาพรและดวงกมล วรรณะวีระโชติ. (2555). การส่งเสริมการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการ*, 15(1), 74-83.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ Knowledge of science and process of learning design in science*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วีระพล ภาระเวช. (2550). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)*. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ศิวพร ศรีจรรย์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศรเนตร อารีโสภณพิเชฐ. (2557). *กลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์: แผนทิมโนทัศน์ Instructional strategy for developing analytical thinking skills: Concept mapping*. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 42(3), 194-211.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม Classical test theory* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [องค์การมหาชน]. (2553). *คู่มือเตรียมสอบ O-NET ม.6*

GAT/PAT เล่ม 1. เข้าถึงได้จาก [http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/](http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/e31b332237f6911a9d29303b4efa507b.pdf)

[e31b332237f6911a9d29303b4efa507b.pdf](http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/e31b332237f6911a9d29303b4efa507b.pdf)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิต ผอมเซ่ง. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏจังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสช.*, 7(1), 160-173.

สมนึก ภัททิยชนิ. (2541). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กทม: ประสานการพิมพ์.

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรณ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สินธพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิด ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้ : รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2006) / โครงการ PISA Thailand โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับ Organisation for Economic Co-Operation and Development*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุมิตรา กันดิยะ. (2556). *ความสามารถทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 อี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวิทย์ มูลคำ, ประภาพรรณ เส็งวงศ์, สมถวิล รัตนมาลัย, สายพิณ ทองสว่าง, มาลี ชัยมณี, มุกดา ลอนใหม่, แชนภา พุ่มพวง, ลัดดา เทียนทอง และวันเพ็ญ วัฒนาศ. (2554). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: อี เค บั๊คส์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *กลยุทธ์...การสอนคิดวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. สงขลา: ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. (2541). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อารพิน บากา. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการคิดวิเคราะห์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อุษา สุขสวัสดิ์. (2556). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานการจัดการเรียนรู้แบบสตอรีไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อดิพร สือสุทธิญา, เพลินตา พรหมบัวศรี และไสว พักขาว. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้ว เขต 1*. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, 5(1), 87-96.
- Condidorio, K. (2010). *The Usefulness of Graphic Organizers in Enhancing Science Learning*. Education Masters, St. John Fisher College.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5 model. *The Science Teacher*, 70(6), 56 – 59.
- Kristen, A. A. (2013). *The effect of graphic organizers on science on science education : human body system*. Master's Thesis, Natural Science, Department of Biological Sciences, NBCT B.S., Louisiana State University.
- Muhammad, N.U.K.S. & Muhammad, M. K. (2015). Improving Students' Achievement in Biology using 7E Instructional Model: An Experimental Study. *Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER*, 6(3), 2039-2117.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนรู้ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. ดร.จันทฎา สอนสังข์ | <p>ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
อาจารย์ประจำภาควิชากลุ่มวิชาวิจัย/วัดผลและ
ประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี</p> |
| 2. ดร.มัทนียา พงศ์สุวรรณ | <p>ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี</p> |
| 3. ดร.กฤษณี สงสวัสดิ์ | <p>ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี</p> |
| 4. ดร.พัชรี หล่งหม่าน | <p>ผู้เชี่ยวชาญด้านสาขาวิชาชีววิทยา
อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี</p> |
| 5. ดร.สลัปศรี เจริญเวช | <p>ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ
หาความรู้ 7 ชั้น
ครูชำนาญการพิเศษ (ครูผู้สอนวิชาชีววิทยา)
โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา</p> |

ภาคผนวก ข
ตารางวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
- การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (IOC)
- การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต (IOC)
- การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต (IOC)
- การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

การวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของ
สิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นโดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทาง
วิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก (IOC)

ตารางที่ 13 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต
ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นโดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทาง
วิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม (แผนที่)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.ด้านสาระสำคัญ										
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.2 ภาษาที่ใช้	4.6	5	5	5	5	4.8	4.8	5	5	5
2.ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้										
2.1 ระบุพฤติกรรมที่วัดได้ชัดเจน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 พฤติกรรมที่วัดครอบคลุมทุกด้าน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
3.ด้านสาระการเรียนรู้										
3.1 เนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	5	5	4.6	4.6	5	4.6	4.6
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	4.6	4.6	5	4.6	4.6
4.ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้										
4.1 ลำดับกิจกรรมแต่ละขั้นเหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	4.2	4.2
4.2 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	4.2	4.2
5.ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้										
5.1 กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5	4.6	4.6
5.2 สื่อความหมายชัดเจน	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5	4.6	4.6
6.ด้านการวัดผลและการประเมินผล										
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
6.2 เครื่องมือวัดผลเหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
รวม	4.7	4.8	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต (IOC)

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต (IOC)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	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	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
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	1	1	5	1
21	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่15 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5		
22	1	1	1	1	1	5	1
23	1	1	1	1	1	5	1
24	1	1	1	1	1	5	1
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	1	1	1	1	5	1
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบ
การคิดวิเคราะห์ (IOC)

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบการ
คิดวิเคราะห์ (IOC)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	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	0	4	.80
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	0	4	.80
11	1	1	1	1	1	5	1
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	0	4	.80
15	1	1	1	1	1	5	1

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 17 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง คุณลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.62	.50	16	.53	.43
2	.47	.36	17	.44	.36
3	.50	.36	18	.68	.36
4	.50	.50	19	.44	.36
5	.59	.57	20	.47	.71
6	.62	.50	21	.53	.43
7	.56	.50	22	.65	.43
8	.56	.36	23	.47	.43
9	.59	.29	24	.71	.43
10	.50	.36	25	.68	.50
11	.56	.21	26	.53	.43
12	.68	.36	27	.50	.36
13	.56	.50	28	.59	.43
14	.50	.36	29	.56	.50
15	.41	.43	30	.62	.36

ค่าความเชื่อมั่น 0.85

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง
คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 18 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง
คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	r
1	.74	.36
2	.74	.50
3	.65	.43
4	.59	.57
5	.71	.43
6	.53	.43
7	.50	.50
8	.65	.43
9	.65	.57
10	.65	.43
11	.56	.50
12	.65	.43
13	.65	.43
14	.68	.36
15	.56	.50

ค่าความเชื่อมั่น 0.76

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 19 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ
สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	14	23	9	18
2	12	20	24	10	25
3	10	16	25	11	13
4	7	15	26	13	20
5	11	27	27	10	16
6	13	23	28	15	24
7	15	27	29	9	19
8	9	20	30	13	21
9	13	19	31	15	27
10	11	25	32	8	21
11	13	17	33	10	18
12	9	29	34	12	22
13	13	17	35	7	15
14	13	23	36	8	18
15	8	19	37	12	20
16	7	15	38	10	20
17	12	21	39	9	17
18	5	15	40	10	19
19	12	23	41	9	14
20	10	18	42	9	21
21	14	22	43	10	16
22	13	13			

ตารางที่ 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ
 สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้
 7 ขั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	13	25	24	13	26
2	8	13	25	12	23
3	7	13	26	14	22
4	8	21	27	15	24
5	9	15	28	11	26
6	8	15	29	13	14
7	13	23	30	14	26
8	9	23	31	11	17
9	16	26	32	7	13
10	9	17	33	9	22
11	13	26	34	14	24
12	9	20	35	11	22
13	12	23	36	13	28
14	13	25	37	11	28
15	10	28	38	13	17
16	12	23	39	11	23
17	12	25	40	10	22
18	11	28	41	11	26
19	15	24	42	10	25
20	11	20	43	8	22
21	12	27	44	9	18
22	10	27	45	7	14
23	14	30			

คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต
 ตารางที่ 21 คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ
 สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	8	23	6	11
2	6	9	24	2	10
3	3	10	25	7	10
4	4	6	26	7	9
5	5	12	27	6	8
6	3	7	28	7	13
7	2	10	29	5	11
8	5	10	30	7	9
9	6	9	31	9	14
10	6	9	32	6	9
11	3	12	33	4	6
12	9	13	34	5	7
13	5	10	35	5	9
14	4	8	36	6	12
15	5	7	37	5	8
16	5	11	38	8	9
17	6	10	39	5	10
18	4	10	40	5	8
19	3	13	41	6	9
20	5	9	42	7	10
21	8	10	43	6	8
22	3	7			

ตารางที่ 22 คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง คุณภาพของ
 สิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้
 7 ชั้น โดยเน้นประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	12	24	5	10
2	7	12	25	6	11
3	5	10	26	6	12
4	4	11	27	8	14
5	2	8	28	7	14
6	6	11	29	6	9
7	3	8	30	6	11
8	6	12	31	6	13
9	5	12	32	8	9
10	6	11	33	6	13
11	5	13	34	6	13
12	4	11	35	3	11
13	5	13	36	6	14
14	7	11	37	6	12
15	6	15	38	7	10
16	8	12	39	7	14
17	7	14	40	7	11
18	6	13	41	3	10
19	7	12	42	6	10
20	3	10	43	6	11
21	2	13	44	3	8
22	5	13	45	2	7
23	10	14			

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้
ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
- แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เวลา 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยการทำเครื่องหมายกากบาท (x)
ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

1. อธิบายและเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์ต่างชนิดได้
 2. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ได้
1. ออร์แกเนลล์ใดสามารถพบได้ในเซลล์โพรคาริโอต (Prokaryotic cell) (ความรู้ความจำ)
 - ก. ไลโซโซม (lysosome)
 - ข. ไรโบโซม (ribosome)
 - ค. กอลจิบอดี (Golgi body)
 - ง. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum)
2. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเซลล์ (ความเข้าใจ)
 - ก. เซลล์ของแบคทีเรียมีขนาดเล็กกว่าเซลล์พืช
 - ข. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์
 - ค. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์เหมือนกัน
 - ง. เซลล์ทุกชนิดมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
3. เมื่อนักเรียนรับประทานผักผลไม้ที่มีสารพิษปนเปื้อนปริมาณมาก นักเรียนคิดว่ามีการทำงานของออร์แกเนลล์ใดมากที่สุด (การนำไปใช้)
 - ก. ไลโซโซม (lysosome)
 - ข. ไรโบโซม (ribosome)
 - ค. กอลจิบอดี (Golgi body)
 - ง. ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)

4. ในการศึกษาสิ่งมีชีวิตจากแหล่งน้ำแห่งหนึ่งพบเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วย เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียสและสารสีเขียว (คลอโรฟิลล์) แต่ไม่พบผนังเซลล์ นักเรียนคิดว่าข้อสรุปในข้อใด เป็นไปได้มากที่สุด (*ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์: การลงความเห็นจากข้อมูล*)
- เซลล์สิ่งมีชีวิตที่พบคือเซลล์ของสัตว์เนื่องจากไม่พบผนังเซลล์
 - เซลล์สิ่งมีชีวิตที่พบคือเซลล์พืชเนื่องจากมีสารสีเขียว (คลอโรฟิลล์)
 - เซลล์สิ่งมีชีวิตที่พบอาจจะเป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิด
 - เซลล์สิ่งมีชีวิตที่พบอาจเป็นไปได้อันทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือเซลล์แบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

- ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยไม่ใช้พลังงาน
 - อธิบายเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยใช้พลังงานได้
5. ข้อใดกล่าวถึงการแพร่ได้ถูกต้อง (*ความรู้ความจำ*)
- เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่า
 - เป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่า
 - สารที่มีขนาดเล็กและละลายในไขมันได้ดีจะเข้าสู่เซลล์โดยกระบวนการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และมีอัตราการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้สูง
 - สถานะที่เกิดสมดุลของการแพร่ ความเข้มข้นของอนุภาคของสาร โดยเฉลี่ยเท่ากันทุกบริเวณดังนั้นจึงไม่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสาร
6. การลำเลียงสารแบบใดเปรียบได้กับการสูบน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำที่อยู่บนหอคอย (*ความเข้าใจ*)
- การแพร่
 - ออสโมซิส
 - การแพร่แบบฟาซิลิเทต
 - การลำเลียงแบบใช้พลังงาน

7. ถ้านักเรียนนำเนื้อไปแช่ในน้ำเมื่อเวลาผ่านไปจะพบว่าเนื้อมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แสดงว่าเกิดการลำเลียงสารแบบใด (การนำไปใช้)
- การแพร่
 - ออสโมซิส
 - การแพร่แบบฟาซิลิเทต
 - การลำเลียงแบบใช้พลังงาน
8. รดาทำการทดลองเรื่องการลำเลียงผ่านเซลล์พืช โดยการนำแครอทมาแช่ลงในสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเวลาผ่านไปนำแครอทมาวัดขนาดเพื่อดูผลการทดลอง ตัวแปรต้นในการทดลองนี้คือข้อใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- ปริมาณของสารละลาย
 - ความเข้มข้นของสารละลาย
 - เวลาที่ใช้ในการแช่ในสารละลาย
 - ขนาดของแครอทก่อนแช่ในสารละลาย

การลำเลียงสารโดยสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

1. อธิบาย เปรียบเทียบ ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีวิธีการลำเลียงสาร โดยสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้
9. การกินอาหารของอะมีบาแตกต่างจากการนำสารเข้าสู่เซลล์บุผนังหลอดเลือดอย่างไร (ความเข้าใจ)
- การกินอาหารของอะมีบาอนุภาคของสารอยู่ในรูปของสารละลายแต่การนำสารเข้าสู่เซลล์บุผนังหลอดเลือดอนุภาคอยู่ในรูปของของแข็ง
 - การกินอาหารของอะมีบาเทียบได้กับการกินของเซลล์ (cell eating) แต่การนำสารเข้าสู่เซลล์บุผนังหลอดเลือดเทียบได้กับการดื่มของเซลล์ (cell drinking)
 - การกินอาหารของอะมีบาเป็นการลำเลียงสาร โดยไม่จำเป็นต้องมีโปรตีนเป็นตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์แต่การนำสารเข้าสู่เซลล์บุผนังหลอดเลือดต้องมีโปรตีนตัวรับ

ง. การกินอาหารของอะมีบาผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยไม่จำเป็นต้องมีการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แต่การนำสารเข้าสู่เซลล์บุผนังหลอดเลือดมีการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์
ลำดับเหตุการณ์ในข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการนำสารเข้าสู่เซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดขาว
(ความเข้าใจ)

1. แวกิวโอลรวมตัวกับไลโซโซมภายในเซลล์
2. เซลล์ยื่นไซโทพลาซึมออกมาโอบล้อมอนุภาคของสาร
3. เยื่อหุ้มเซลล์หลุดไปเป็นแวกิวโอลเข้าสู่ภายในเซลล์

- ก. 1 2 3
ข. 2 3 1
ค. 2 1 3
ง. 3 1 2

การรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

1. ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการคายน้ำของพืชได้
2. อธิบายขั้นตอนการลำเลียงน้ำของพืชได้

11. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช (ความเข้าใจ)

- ก. พืชจะคายน้ำออกมาในรูปของไอน้ำเท่านั้น
- ข. พืชสามารถคายน้ำออกมาทางรอยแตกตามลำต้นและกิ่งได้
- ค. พืชบางชนิดใบม้วนงอได้เมื่อพืชขาดน้ำช่วยลดการคายน้ำของพืชให้น้อยลง
- ง. น้ำที่พืชลำเลียงเข้าไปจะสูญเสียไปในรูปของการคายน้ำ ประมาณ 98 - 99 เปอร์เซ็นต์

12. หากนักเรียนต้องการจะปักชำกิ่งโหระพาที่ซื้อมาจากตลาดควรทำอย่างไรก่อนการปักชำเพื่อลดการสูญเสียน้ำ (การนำไปใช้)

- ก. ตัดใบออกบางส่วน
- ข. ตัดกิ่งโหระพาในน้ำ
- ค. ตัดกิ่งให้มีขนาดสั้นที่สุด
- ง. นำไปแช่น้ำก่อนการปักชำ

13. จากการทดลองการคายน้ำของพืช ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

เวลา (นาท)	กิ่งที่ยังไม่ตัดใบออก	กิ่งที่ตัดใบออกเหลือแค่ $\frac{1}{4}$
	ระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่(cm)	ระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่(cm)
5	0.90	0.30
10	1.60	0.50
15	2.85	1.10

จากตารางดังกล่าว ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคือข้อใด ตามลำดับ

(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- เวลาและจำนวนใบ
- เวลาและระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่
- จำนวนใบและระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่
- ระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่และจำนวนใบ

การควบคุมคุณภาพของน้ำแร่ธาตุ ของมนุษย์

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของน้ำแร่ธาตุของมนุษย์ได้

14. บริเวณใดของหน่วยเนฟรอนของไตที่มีการดูดกลับของ น้ำและสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้มากที่สุด (ความรู้ความจำ)

- Loop of Henle
- collecting tubule
- distal convoluted tubule
- proximal convoluted tubule

15. เมื่อดื่มน้ำมาก น้ำปัสสาวะจะออกมามาก เนื่องจากสาเหตุใด (ความเข้าใจ)

- ก. แรงดันออสโมติกในเลือดต่ำ , ADH ออกมาน้อย , การดูดกลับของน้ำน้อย
- ข. แรงดันออสโมติกในเลือดต่ำ , ADH ออกมาน้อย , การดูดกลับของน้ำมาก
- ค. แรงดันออสโมติกในเลือดสูง , ADH ออกมามาก , การดูดกลับของน้ำน้อย
- ง. แรงดันออสโมติกในเลือดสูง , ADH ออกมามาก , การดูดกลับของน้ำมาก

16. จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าเราเกิดการกระหายและดื่มน้ำทะเลเข้าไป (การนำไปใช้)

- ก. กระหายน้ำมากขึ้น
- ข. ระดับความเข้มข้นของสารในเลือดเพิ่มสูงขึ้น
- ค. ระดับความเข้มข้นของสารในเลือดลดต่ำลง
- ง. มีการขับเกลือออกมาที่ต่อมเหงื่อบริเวณผิวหนัง

17. นักท่องเที่ยวคนหนึ่งหลงทางกลางทะเลทราย ขาดน้ำดื่ม จึงดื่มน้ำปัสสาวะตนเองแก้กระหาย จะเกิดอะไรขึ้นใน ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้น (การนำไปใช้)

- ก. ไม่มีการถ่ายปัสสาวะอีกเลย
- ข. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณน้อยกว่าที่ดื่มน้ำเข้าไป
- ค. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณเท่ากับที่ดื่มน้ำเข้าไป
- ง. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณมากกว่าที่ดื่มน้ำเข้าไป

การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

1. ทดลอง สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับกลไกและความสำคัญของการรักษาคุณภาพอุณหภูมิภายในร่างกายมนุษย์ได้

18. สมองส่วนใดเป็นศูนย์ควบคุมการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย (ความรู้ความจำ)

- ก. ทาลามัส
- ข. ซีรีเบลลัม
- ค. ไฮโปทาลามัส
- ง. เมดัลลาออบลองกาตา

19. หลังจากออกกำลังกายกลางแดดนาน ๆ ร่างกายมีกลไกในการรักษาอุณหภูมิของอุณหภูมิอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ลดอัตราการเมแทบอลิซึมและหลอดเลือดหดตัว
- ข. ลดอัตราการเมแทบอลิซึมและหลอดเลือดขยายตัว
- ค. เพิ่มอัตราการเมแทบอลิซึมและหลอดเลือดหดตัว
- ง. เพิ่มอัตราการเมแทบอลิซึมและหลอดเลือดขยายตัว

20. หากนักเรียนไปที่ยวภาคเหนือในช่วงที่มีอากาศหนาว นักเรียนควรปฏิบัติตัวอย่างไรเพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายเป็นปกติ (การนำไปใช้)

- ก. เคลื่อนไหวน้อย เพื่อลดการสูญเสียความร้อน
- ข. เคลื่อนไหวมากขึ้น เพื่อเพิ่มความร้อนให้กับร่างกาย
- ค. กินอาหารพวกโปรตีนปริมาณมากๆ เพื่อเพิ่มความร้อนให้กับร่างกาย
- ง. กินอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตปริมาณมากๆ เพื่อเพิ่มความร้อนให้กับร่างกาย

21. จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวัน ข้อใดน่าจะสรุปได้ถูกต้องที่สุด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป)

Circadian Rhythm (Body-Temperature Cycle)



- ก. เวลาตีถึงเช้าเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายมีเมแทบอลิซึมสูงสุด
- ข. เวลาบ่ายถึงค่ำเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายมีเมแทบอลิซึมสูงสุด
- ค. เวลาเที่ยงถึงบ่ายเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายมีเมแทบอลิซึมต่ำสุด
- ง. เวลาเช้าถึงเที่ยงเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายมีเมแทบอลิซึมต่ำสุด

การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

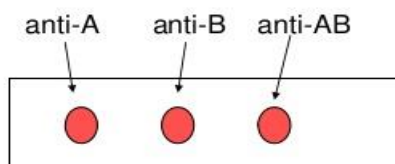
1. ทดลองและอธิบายกลไกของการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ได้
22. สัตว์ที่มีความจำเป็นในการเก็บรักษาน้ำไว้ในร่างกาย มักกำจัดของเสียจำพวกไนโตรเจน ในรูปของอะไร (ความรู้ความจำ)
 - ก. กรดยูริกและยูเรีย
 - ข. แอมโมเนียและยูเรีย
 - ค. แอมโมเนียและกรดยูริก
 - ง. กรดยูริกและกรดอะมิโน
23. ข้อใดกล่าวถึงการรักษาระดับคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในปลาน้ำจืดได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. ไตขับปัสสาวะเจือจางและปริมาณน้อย
 - ข. ไตขับปัสสาวะเจือจางและมีปริมาณมาก
 - ค. ไตขับปัสสาวะที่มีความเข้มข้นสูงและปริมาณน้อย
 - ง. ไตขับปัสสาวะที่มีความเข้มข้นสูงและปริมาณมาก
24. หากนักเรียนทำการทดลองนำพารามีเซียมไปใส่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วสังเกตการบีบตัวของคอนแทรกไทล์ แวกิวโอล นักเรียนคาดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การตั้งสมมติฐาน)
 - ก. พารามีเซียมที่อยู่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำจะมีจำนวนการปล่อยน้ำมากกว่า
 - ข. พารามีเซียมที่อยู่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูงจะมีจำนวนการปล่อยน้ำมากกว่า
 - ค. พารามีเซียมที่อยู่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่างกันมีจำนวนการปล่อยน้ำเท่ากัน
 - ง. ข้อมูลไม่เพียงพอจึงไม่สามารถคาดเดาผลที่จะเกิดขึ้นได้

ระบบภูมิคุ้มกัน

1. อธิบายเกี่ยวกับอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันได้
2. ทดลอง อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้

25. อวัยวะในข้อใดเป็นแหล่งพัฒนาอิมโฟโซต์ชนิดทำลายเซลล์ก่อนออกสู่กระแสเลือด (ความรู้ความจำ)
- ก. ม้าม
 - ข. ไช้กระดูก
 - ค. ต่อมไทมัส
 - ง. ต่อมน้ำเหลือง
26. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างระหว่างวัคซีนกับเซรุ่มได้ถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)
- ก. วัคซีนผลิตได้จากสารพิษของเชื้อโรคแต่เซรุ่มผลิตได้สัตว์
 - ข. วัคซีนทำหน้าที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันทันทีแต่เซรุ่มต้องใช้เวลา 4 – 7 วัน
 - ค. วัคซีนประกอบด้วยเชื้อโรคที่อ่อนกำลังแต่เซรุ่มประกอบด้วยแอนติบอดี
 - ง. วัคซีนประกอบด้วยสารพิษของเชื้อโรคแต่เซรุ่มประกอบด้วยแอนติเจน
27. ถ้านักเรียนมีหมู่เลือด AB นักเรียนจะสามารถบริจาคเลือดให้กับคนที่หมู่เลือดอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การนำไปใช้)
- ก. ได้เพราะคนที่หมู่เลือด AB มีทั้งแอนติเจน A และ B จึงทำให้สามารถบริจาคเลือดให้ทุกหมู่เลือดได้
 - ข. ได้เพราะคนที่หมู่เลือด AB ไม่มีแอนติบอดี A และ B ในน้ำเลือด จึงไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนหมู่เลือดอื่น
 - ค. ไม่ได้เพราะคนที่หมู่เลือด AB มีแอนติบอดี A และ B ในน้ำเลือดจึงทำให้ไปจับกับแอนติเจนของหมู่เลือดอื่นทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงเกาะกันเป็นก้อนและตกตะกอน
 - ง. ไม่ได้เพราะคนที่หมู่เลือด AB มีแอนติเจน A และ B ในน้ำเลือดจึงทำให้ไปจับกับแอนติบอดีของหมู่เลือดอื่นทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงเกาะกันเป็นก้อนและตกตะกอน

28. ในการตรวจหมู่เลือดจะต้องเจาะเลือดแล้วนำมาหยดบนสไลด์ 3 หยด แล้วใส่น้ำยาตรวจเลือด 3 ชนิด คือ น้ำยาแอนติ -A แอนติ -B และแอนติ -AB ดังภาพ ถ้าผลการตรวจปรากฏว่า เลือดทั้ง 3 หยดไม่เกิดการตกตะกอน จะสรุปได้ว่าเลือดที่ตรวจจะเป็นเลือดหมู่ใด(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การตีความหมายและลงข้อสรุป)



- ก. หมู่ A
- ข. หมู่ B
- ค. หมู่ AB
- ง. หมู่ O

ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้
2. นำความรู้เรื่องการระบบภูมิคุ้มกันไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพได้

29. เชื้อไวรัส HIV มีลักษณะพิเศษต่างจากไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคอื่นอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ทำลายเม็ดเลือดขาวโดยตรง
- ข. เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วมากกว่าไวรัสอื่น ๆ
- ค. ทำให้ร่างกายไม่สามารถเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาวได้
- ง. ถูกทุกข้อ

30. เพื่อนของนักเรียนไม่สบายและมีอาการผิดปกติ เช่น คันทา น้ำตาไหล จาม น้ำมูกไหล และหอบหืด ภาวะโพรงจมูกอักเสบตามฤดูกาล นักเรียนคิดว่าเพื่อนน่าจะเป็นโรคใด (การนำไปใช้)

- ก. โรคภูมิแพ้
- ข. โรคภูมิแพ้
- ค. โรคขาดภูมิต้านทานชนิด Iga
- ง. โรคภูมิต้านทานบกพร่องชนิดรุนแรง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

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

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ เวลา 25 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยการทำเครื่องหมายกากบาท (x)
ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ

- “จากการ โคลนแกะคอลลีโดยใช้เซลล์จากเต้านมของแกะหน้าขาวตัวหนึ่งซึ่งเจริญเต็มที่ คุณเอานิวเคลียสของเซลล์ออกมา แล้วนำไปใส่ในไข่ที่นำมาจากรังไข่ของแกะหน้าดำซึ่งได้เอาส่วนนิวเคลียสทิ้งไป เมื่อนำไปใส่แล้วก็นำเซลล์ที่ได้ไปใส่ในโพรงมดลูกของแกะหน้าดำตัวเดิม ให้เกิดการฝังตัวและตั้งครรภ์ได้ เมื่อครบกำหนดออกมาลูกของแกะหน้าดำที่คลอดออกมากลับกลายเป็นแกะหน้าขาว” จากข้อความดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านิวเคลียสมีความสำคัญอย่างไร (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 - เก็บข้อมูลทางพันธุกรรม
 - ควบคุมการทำงานของเซลล์
 - กระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์
 - ช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของตัวอ่อนในครรภ์
- จากการค้นพบของโรเบิร์ตฮุก พบว่าเมื่อเจือ้นไม้คอร์กจะมีลักษณะเป็นช่อง ๆ ภายในว่างเปล่า จึงเรียกโครงสร้างนั้นว่า Cella ภายหลังเลียนมาเรียกว่าเซลล์ โครงสร้างที่ยังคงเหลืออยู่ในโครงสร้างของไม้คอร์กจนทำให้โรเบิร์ตฮุกค้นพบเซลล์น่าจะเป็น โครงสร้างใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 - cell wall
 - chloroplast
 - plasmodesmata
 - Golgi apparatus

3. การลำเลียงสารในร่างกายมีหลายวิธี เช่น การแพร่ เป็นการลำเลียงสารโดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง การออสโมซิส เป็นการแพร่ของน้ำโดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง พิโนไซโทซิส ใช้ลำเลียงสารที่เป็นของเหลวเข้าสู่เซลล์ ฟาโกไซโทซิส ใช้ลำเลียงสารที่เป็นของแข็งหรืออนุภาคขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ จากข้อมูลดังกล่าวให้นักเรียนคิดว่าในขณะที่ร่างกายเกิดการติดเชื้อ การลำเลียงสารแบบใดมีความสำคัญมากที่สุด (*วิเคราะห์ความสำคัญ*)
- การแพร่
 - ออสโมซิส
 - พิโนไซโทซิส
 - ฟาโกไซโทซิส
4. เหตุผลใดสำคัญที่สุดที่ทำให้การปลูกถ่ายไต เป็นที่นิยม แพร่หลายมากกว่าการปลูกถ่ายอวัยวะอื่น ๆ (*วิเคราะห์ความสำคัญ*)
- ผู้ได้รับมีโอกาสรอดชีวิตสูง
 - ทั้งผู้ให้และผู้รับสามารถรอดชีวิตได้
 - สะดวกในการผ่าตัดมากกว่าปลูกอวัยวะอื่นๆ
 - การใช้เครื่องไตเทียมไม่สะดวกในการดำเนินชีวิต
5. นักเรียนคิดว่าหากเกิดความร้อนขึ้นภายในร่างกาย วิธีการในข้อใดไม่สามารถที่จะช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ (*วิเคราะห์ความสำคัญ*)
- การหอบ
 - การขับเหงื่อ
 - การเพิ่มเมตาบอลิซึมของร่างกาย
 - การขยายตัวของเส้นเลือดที่ผิวหนัง

6. นักเรียน 3 กลุ่มทำการทดลองเพื่อศึกษาการคายน้ำของพืชและสังเกตผลการทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในตู้ควบคุมห้องที่มีแสงไฟ
 ทำการสังเกตเมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่าไม่มีไอน้ำเกาะเล็กน้อย

กลุ่มที่ 2 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในที่กลางแจ้ง ทำการสังเกต
 เมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่ามีไอน้ำเกาะปริมาณมาก

กลุ่มที่ 3 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในตู้เย็นที่มีแสงไฟ ทำการ
 สังเกตเมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่าไม่มีไอน้ำเกาะ

จากการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าปัจจัยใดมีผลต่อการคายน้ำของพืช (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. แสง
 ข. ความชื้น
 ค. อุณหภูมิ
 ง. จำนวนใบของยี่โถ
7. จากการศึกษาหน้าเซลล์เมื่อดัดแดงและเซลล์สาหร่ายหางกระรอกไปแช่ในสารละลาย 3 ชนิด
 ได้ผลการทดลองดังตาราง (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ชนิดของเซลล์	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้		
	สารละลาย A	สารละลาย B	สารละลาย C
เซลล์เมื่อดัดแดง	เซลล์เหี่ยว	เซลล์แตก	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์เหี่ยว	เซลล์เต่ง	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากตารางข้อใดสรุปความเข้มข้นของสารละลายได้ถูกต้อง

ข้อ	สารละลาย A	สารละลาย B	สารละลาย C
ก	มีความเข้มข้นมากกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นเท่ากับเซลล์
ข	มีความเข้มข้นเท่ากับเซลล์	มีความเข้มข้นมากกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์
ค	มีความเข้มข้นมากกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นเท่ากับเซลล์	มีความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์
ง	มีความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นมากกว่าเซลล์	มีความเข้มข้นเท่ากับเซลล์

8. นักเรียน 3 กลุ่มทำการทดลองเพื่อศึกษาการคายน้ำของพืชและสังเกตผลการทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในตู้หมุ่มีห้องที่มีแสงไฟ
 ทำการสังเกตเมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่ามีไอน้ำเกาะเล็กน้อย

กลุ่มที่ 2 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในที่กลางแจ้ง ทำการสังเกต
 เมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่ามีไอน้ำเกาะปริมาณมาก

กลุ่มที่ 3 นำกิ่งยี่โถขนาด 10 เซนติเมตร นำใบออกให้เหลือ 10 ใบ มาปักลงใน
 ปีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร และนำถุงพลาสติกคลุมแล้ววางไว้ในตู้เย็นที่มีแสงไฟ ทำการ
 สังเกตเมื่อครบ 3 ชั่วโมง พบว่าไม่มีไอน้ำเกาะ

จากการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าปัจจัยใดมีผลต่อการคายน้ำของพืช (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. แสง
 - ข. ความชื้น
 - ค. อุณหภูมิ
 - ง. จำนวนใบของยี่โถ
9. ปลาทะเลมีของเหลวในร่างกายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้นร่างกายจะเกิดการสูญเสียน้ำ ในขณะเดียวกันแร่ธาตุจะแพร่เข้าสู่ตัวปลาเกินความต้องการ ดังนั้นปลาทะเลควรปรับตัวอย่างไรเพื่อที่จะสามารถเก็บรักษาน้ำไว้ในร่างกายให้ได้มากที่สุด (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- ก. ปัสสาวะมากและเหงื่อจาง
 - ข. ปัสสาวะน้อยและเหงื่อจาง
 - ค. ปัสสาวะมากและเข้มข้น
 - ง. ปัสสาวะน้อยและเข้มข้น

10. ค่า WBC คือ จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวที่อยู่ในพลาสมา ต่อ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าที่ปกติควรอยู่ที่ระหว่าง 5,000 – 10,000 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากการตรวจหาค่า WBC ของผู้ป่วย 3 รายได้ผลดังนี้ (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ผู้ป่วยรายที่	ค่า WBC (เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	6,000
2	16,000
3	1,000

จากข้อมูลดังกล่าวข้อใดน่าจะสรุปได้ถูกต้อง

ข้อ	ผู้ป่วยรายที่ 1	ผู้ป่วยรายที่ 2	ผู้ป่วยรายที่ 3
ก	ภูมิคุ้มกันบกพร่อง	กำลังติดเชื้อ	ภูมิคุ้มกันปกติ
ข	ภูมิคุ้มกันปกติ	กำลังติดเชื้อ	ภูมิคุ้มกันบกพร่อง
ค	ภูมิคุ้มกันบกพร่อง	ภูมิคุ้มกันปกติ	กำลังติดเชื้อ
ง	ภูมิคุ้มกันปกติ	ภูมิคุ้มกันบกพร่อง	กำลังติดเชื้อ

11. นักเรียนทำการศึกษาการลำเลียงสารชนิดหนึ่งเข้าสู่เซลล์ และพบว่าสารชนิดนี้จะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์โดยไม่ใช้พลังงานแต่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรงแต่ต้องเคลื่อนผ่านช่องโปรตีนภายในเยื่อหุ้มเซลล์ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าการลำเลียงของสารชนิดนี้เป็นแบบใด

(การวิเคราะห์หลักการ)

- ก. การแพร่
- ข. ออสโมซิส
- ค. การแพร่แบบฟาซิลิเทต
- ง. การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ข้อ 12

ในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุแตกต่างกัน เช่น พารามีเซียมมีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลใน ทำหน้าที่ในการกำจัดน้ำส่วนเกินออก ไส้เดือนดินมีเนฟรีเดียม ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียพวกแอมโมเนีย ยูเรีย คูดกลับน้ำและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ผ่านผนังท่อของเนฟรีเดียมเข้าสู่กระแสเลือด ต่อมน้ำซัลของนกทะเล ทำหน้าที่ ในการกำจัดเกลือที่มากเกินไปออกจากร่างกาย และมนุษย์มีไตในการทำหน้าที่ ตัวกรองเลือด และนำของเสียที่ละลายได้ในน้ำออก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปยังกระเพาะปัสสาวะ ในการผลิตปัสสาวะ ไตขับของเสีย เช่น ยูเรียและแอมโมเนีย และยังทำหน้าที่ดูดน้ำกลูโคสและกรดอะมิโนกลับ

12. โครงสร้างในข้อใดทำหน้าที่ต่างจากข้ออื่นมากที่สุด (การวิเคราะห์หลักการ)
- ไตของมนุษย์
 - ต่อมน้ำซัลของนกทะเล
 - เนฟรีเดียมของไส้เดือนดิน
 - คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลของพารามีเซียม
13. ในการให้เลือดนั้นคนที่มิเลือดหมู่ O ซึ่งไม่มีแอนติบอดี A และ B สามารถให้เลือดกับคนที่มิหมู่เลือดอื่นได้ทุกหมู่ ในขณะที่เดียวกันคนที่มิเลือดหมู่ AB ซึ่งมีแอนติเจน A และ B ไม่สามารถให้เลือดกับคนที่มิหมู่เลือดอื่นได้ แสดงว่าการให้และรับเลือดมีหลักการอย่างไร (การวิเคราะห์หลักการ)
- แอนติบอดีในน้ำเลือดของผู้ให้และผู้รับต้องตรงกัน
 - แอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ให้และผู้รับต้องตรงกัน
 - แอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ให้ต้องตรงกับแอนติบอดีในน้ำเลือดของผู้รับ
 - แอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีในน้ำเลือดของผู้รับ

14. ในการตรวจหมู่เลือดจะต้องเจาะเลือดแล้วนำมาหยดบนสไลด์ 2 หยด แล้วใส่น้ำยาตรวจเลือด 2 ชนิด คือ น้ำยาแอนติ -A และ แอนติ -B ถ้าผลการตรวจปรากฏว่า เลือดทั้ง 2 หยดเกิดการตกตะกอนกับน้ำยาทั้ง 2 ชนิด จะสรุปได้ว่าเลือดที่ตรวจจะเป็นเลือดหมู่ใด (การวิเคราะห์หลักการ)

- ก. หมู่ A
- ข. หมู่ B
- ค. หมู่ AB
- ง. หมู่ O

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 15

โรคเอดส์ หรือ โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Acquired Immune Deficiency Syndrome - AIDS) เป็นกลุ่มอาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นเพราะร่างกายได้รับเชื้อไวรัสเอชไอวี (HIV) ซึ่งจะเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาว ที่เป็นแหล่งสร้างภูมิคุ้มกันโรค ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคลดน้อยลง จึงทำให้ติดเชื้อโรคฉวยโอกาสแทรกซ้อนเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายขึ้น เช่น วัณโรคในปอด หรือต่อมน้ำเหลือง เชื้อหุ้มสมองอักเสบจากเชื้อรา โรคผิวหนังบางชนิด หรือเป็นมะเร็งบางชนิดได้ง่ายกว่าคนปกติ ซึ่งสาเหตุของการเสียชีวิตมักเกิดขึ้นจากโรคติดเชื้อฉวยโอกาสต่างๆ เหล่านี้ ทำให้อาการจะรุนแรง และเสียชีวิตอย่างรวดเร็ว

15. เชื้อไวรัสเอชไอวี (HIV) มีวิธีการอย่างไรจึงทำให้ผู้ป่วยโรคเอดส์เสียชีวิต

(การวิเคราะห์หลักการ)

- ก. ทำให้ภูมิคุ้มกันลดลง
- ข. ทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวลดลง
- ค. ทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่ายขึ้น
- ง. ทำให้เกิดโรคติดเชื้อฉวยโอกาสต่าง ๆ

เฉลยแบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต

1	ก	6	ก	11	ก
2	ก	7	ก	12	ข
3	ง	8	ค	13	ง
4	ก	9	ง	14	ค
5	ค	10	ข	15	ข

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว31103 วิชาชีววิทยาพื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ผู้สอนนางสาวเนตรดาว สร้อยแสง

1. มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐาน อ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งทำทนายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

2. สาระสำคัญ

เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตล้วนประกอบด้วยเซลล์ แต่ละเซลล์อาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามชนิดของสิ่งมีชีวิต เซลล์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์เพื่อใช้ในการศึกษา ภายในเซลล์ประกอบด้วย

ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ที่ทำงานประสานกันในกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งโครงสร้างของเซลล์โดยทั่วไปประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึมและนิวเคลียส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์ต่างชนิดได้
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เซลล์โปรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอตได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ออร์แกเนลล์ ต่าง ๆ และนิวเคลียสได้

ด้านกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ออร์แกเนลล์ และนิวเคลียสได้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A)

1. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้อยากรู้ อยากเห็น มีความรับผิดชอบและความมุ่งมั่นพยายามในการทำงาน
2. นักเรียนให้ความสำคัญกับการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ
3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

4.สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1. ชนิดของเซลล์
 - 1.1 เซลล์โปรคาริโอต (Prokaryotic cell)
 - 1.2 เซลล์ยูคาริโอต (Eukaryotic cell)
 - 1.3 เซลล์พืช
 - 1.4 เซลล์สัตว์

2. โครงสร้างของเซลล์

- 2.1 ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และผนังเซลล์ (cell wall)
- 2.2 ไซโทพลาซึม (cytoplasm)
- 2.3 นิวเคลียส (nucleus)

5. สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการสื่อสาร
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์
2. รายงานการทดลอง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

7.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มี 7 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) (5 นาที)

1.1 ครูนำภาพของแบคทีเรีย พารามีเซียม ฟีซ และสัตว์ มาให้นักเรียนดู และตั้งประเด็นคำถาม เช่น

- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือไม่ (ฟีซและสัตว์มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้ แต่แบคทีเรียและพารามีเซียมไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า)

- เพราะเหตุใดฟีซและสัตว์จึงมีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย พารามีเซียม (เพราะมีโครงสร้างของที่ซับซ้อนกว่า)

- โครงสร้างที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้คืออะไร (เซลล์)

1.2 ครูให้นักเรียนดูโครงสร้างของเซลล์ฟีซและเซลล์สัตว์ และตั้งประเด็นคำถาม

- เซลล์ฟีซและเซลล์สัตว์แตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ เซลล์ฟีซมีรูปร่างเหลี่ยม เซลล์สัตว์มีรูปร่างกลม เซลล์ฟีซมีผนังเซลล์ เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์ เป็นต้น)

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) (5 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนดูภาพของเซลล์อสุจิ เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท และตั้งคำถาม

- เซลล์อสุจิมีรูปร่างอย่างไร (ส่วนลำตัวแหลม และมีส่วนหางเป็นเส้นยาว)
- เซลล์กล้ามเนื้อมีรูปร่างอย่างไร (รูปร่างเรียวยาว)
- เซลล์ประสาทมีรูปร่างอย่างไร (รูปร่างคล้ายเส้นใยมีการแตกแขนง)

2.2 ให้นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มว่าเซลล์ส่วนอื่นของร่างกายจะมีรูปร่างแตกต่างจากนี้หรือไม่ (แตกต่าง)

2.3 ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อกระตุ้นสนใจของนักเรียน ถ้าเราลองขูดเซลล์เยื่อบุข้างแก้มของเรามาดูจะมีรูปร่างเหมือนเซลล์ส่วนอื่น ๆ ที่เราเคยเห็นหรือไม่ แล้วเซลล์เยื่อบุข้างแก้มของแต่ละคนจะเหมือนกันหรือไม่ แล้วเซลล์เม็ดเลือดซึ่งอยู่ในพลาสมาได้จะมีรูปร่างต่างกับเซลล์เยื่อบุข้างแก้มหรือไม่ (นักเรียนเกิดความสงสัย)

2.4 ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย เกี่ยวกับเซลล์พืช เซลล์พืชแต่ละชนิดและแต่ละส่วนมีรูปร่างที่เหลี่ยมจริงหรือไม่ (นักเรียนเกิดความสงสัย)

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) (35 นาที)

3.1 ครูแนะแนวทางให้กับนักเรียนว่าจากประเด็นคำถาม 2.3 และ 2.4 เราสามารถทำการศึกษาเพื่อหาคำตอบได้ โดยการดูรูปร่างและโครงสร้างที่สงสัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.2 ให้นักเรียนทำกิจกรรม (กิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยครูเป็นผู้แบ่งโดยความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน) การทดลองที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษารูปร่างโครงสร้างของเซลล์สัตว์ คือ เซลล์เม็ดเลือด เซลล์เยื่อบุข้างแก้ม และรูปร่างโครงสร้างของเซลล์พืช โดยศึกษาเซลล์สาหร่ายหางกระรอก เซลล์เชื้อหอม และเซลล์จากลำต้นหอมน้อย

3.3 ในการทำกิจกรรมการทดลองให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้ โดยบันทึกทั้งรูปร่างและโครงสร้างภายในที่พบ โดยเน้นย้ำให้นักเรียนบันทึกข้อมูลให้ตรงกับความเป็นจริง เนื่องจากหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่ได้ในขั้นตอนการทดลองนี้จำเป็นต้องนำไปใช้ในชั้นอธิบายต่อไป โดยนักเรียนรู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใดเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในชั้นอธิบาย

4. ขั้นตอนอธิบาย (Explanation Phase) (20 นาที)

4.1 ครูกำหนดประเด็นที่นักเรียนต้องออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่ออธิบายผลทดลองในการรายงานผลการทดลองให้นักเรียนนำเสนอในรูปแบบของผังกราฟิก โดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น

1. ภาพจากผลการทดลองเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด พร้อมอธิบายโครงสร้างทั้งหมดที่สามารถมองเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
2. สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (กำหนดให้ใช้ผังเวนนีโคอะแกรม)

ในการอธิบายผลการทดลองนักเรียนจะต้องใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานที่ได้จากการทดลองเป็นหลักและอาจจะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนอื่น ๆ ได้ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้น โดยนักเรียนจะสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน สื่อสารข้อสรุปจากประจักษ์พยานออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

4.2 นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนกลุ่มละประมาณ 2 - 3 นาที (สุ่มให้ออกมานำเสนอเพียง 2 - 3 กลุ่มโดยการจับสลาก)

4.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้ภาพที่ได้จากการทดลองของนักเรียนในกลุ่มที่สามารถถ่ายภาพได้ชัดเจน ซึ่งอาจได้ข้อสรุป ดังนี้

1. เซลล์เซลล์เม็ดเลือด เซลล์เยื่อข้างแก้ม ของร่างกายมีรูปร่างที่แตกต่างกัน
 - เซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะกลมแบนและมีรอยบุ๋มตรงกลาง
 - เซลล์เยื่อข้างแก้ม มีลักษณะเป็นแผ่น รูปร่างค่อนข้างกลม มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางเซลล์
2. เซลล์ของพืชแต่ละชนิดและแต่ละส่วนมีรูปร่างและโครงสร้างที่แตกต่างกัน
 - เซลล์สำหรับทางกระรอกมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมเยื้องมุมเซลล์และผนังเซลล์ภายในมีคลอโรพลาสต์สีเขียวสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ไซโทพลาสซึม
 - เซลล์เยื่อหอม สี่เหลี่ยมมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางเซลล์สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

-เซลล์จากลำต้นหมอน้อย มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมหลายเหลี่ยม เช่น รูปร่างสี่เหลี่ยม รูปร่างห้าเหลี่ยม รูปร่างหกเหลี่ยม (แต่ไม่ใช่สี่เหลี่ยมทุกเซลล์)

4.4 ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าโครงสร้างที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้นไม่สามารถมองเห็นส่วนประกอบภายในเซลล์ได้หมด ซึ่งยังมีออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ในไซโทพลาซึมที่จำเป็นต้องศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

4.5 ครูใช้สื่อ Power point ในการอธิบายให้นักเรียนทราบถึงโครงสร้างและหน้าที่ขององค์ประกอบที่สำคัญภายในเซลล์ ตามหัวข้อต่อไปนี้

- ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และผนังเซลล์ (cell wall)
- ไซโทพลาซึม (cytoplasm) ได้แก่ ออร์แกเนลล์และ โปรโทพลาซึม
- นิวเคลียส (nucleus) ได้แก่ เยื่อหุ้มนิวเคลียส นิวคลีโอลัส โครมาทิน

5. ขยายความรู้ (Elaboration Phase) (20 นาที)

5.1 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ โครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนประกอบ ภายในเซลล์หรือออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ในไซโทพลาซึมที่จำเป็นต้องศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ออร์แกเนลล์ และนิวเคลียส

5.2 ครูให้นำภาพของพวกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา ยูกลีนา ให้นักเรียนดู และให้นักเรียนทำความเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตในโลกนี้อาจจะมีเพียงเซลล์เดียว หรือประกอบมาจากหลายเซลล์ก็ได้

5.3 ครูนำภาพของแบคทีเรีย พารามีเซียม เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ มาให้นักเรียนดูเปรียบเทียบกัน โดยชี้ให้นักเรียนเห็นว่า แบคทีเรียเซลล์ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ซึ่งจัดเป็นพวกโปรคาริโอต ส่วนพารามีเซียม เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ นั้นเซลล์มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จัดเป็นพวกยูคาริโอต

5.4 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและตอบคำถามครู

- พวกโปรคาริโอตและยูคาริโอต มีความแตกต่างกันอื่นอีกหรือไม่ (ชนิดของออร์แกเนลล์และขนาดของไรโบโซม)

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) (10 นาที)

6.1 ให้นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้ที่ได้เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยการเขียนผังมโนทัศน์ เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) (5 นาที)

7.1 ครูนำข่าวเรื่องการบริจาคสะสมเซลล์มาให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่าน และร่วมกันอภิปรายว่าทำไมเซลล์ในร่างกายเหล่านี้จึงสามารถบริจาคให้กับผู้อื่นได้ (เนื่องจากเซลล์เหล่านี้สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ตลอดเวลา)

7.2 ครูตั้งคำถาม นอกจากบริจาคสะสมเซลล์แล้วมีเซลล์อื่น ๆ ในร่างกายที่สามารถบริจาคให้กับผู้อื่นได้อีกหรือไม่ (เซลล์เม็ดเลือด เซลล์อสุจิ เซลล์ไข่)

7.3 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าเซลล์บางชนิดไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ เมื่ออายุเพิ่มขึ้นเซลล์เหล่านี้จะถูกทำลายและลดลงไปเรื่อย เช่น เซลล์สมอง เป็นต้น ดังนั้นมนุษย์จึงจะต้องดูแลรักษาสุขภาพเพื่อให้เซลล์เหล่านี้ถูกทำลายลงให้ช้าที่สุด เพราะหากเกิดความผิดปกติภายในเซลล์ก็จะส่งผลให้เกิดความผิดปกติกับร่างกายในที่สุด เพราะเซลล์คือองค์ประกอบพื้นฐานของร่างกายสิ่งมีชีวิตทุกชนิด (ครูบอกข้อยกเว้น ไวรัส ไวรัสจัดเป็นสิ่งมีชีวิตเพราะมีสารพันธุกรรม และสามารถเพิ่มจำนวนได้)

7.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปดิมี่ 3 ชั้น ดังนี้

1.ชั้นนำ (10 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพที่ 2 – 1 (ภาพในหนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของ สสวท.) แผนภาพแสดงการจัดระบบภายในสิ่งมีชีวิต เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในเซลล์ที่เริ่มจากเซลล์ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตจนกระทั่งเป็นสิ่งมีชีวิตเพื่อนำไปสู่เนื้อหาเรื่องเซลล์

1.2 ครูนำภาพโครงสร้างของเซลล์จากภาพที่ 2 – 2 ก และ ข (ภาพในหนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของ สสวท.) ให้นักเรียนศึกษาและอธิบายความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เน้นให้นักเรียนทราบว่าแผนภาพได้จาการสันนิษฐานหรือการจินตนาการจากข้อเท็จจริงในการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ซึ่งไม่ใช่ภาพที่เห็นจริงๆ จากจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

2. ขั้นกิจกรรม (60 นาที)

2.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ

3 ส่วน คือ

- 1) ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์
- 2) ไซโทพลาสซึม ได้แก่ ส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ทั้งหมดยกเว้นนิวเคลียส
- 3) นิวเคลียส

2.2 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนและอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามว่าจากภาพที่ 2-2 นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ ในการอภิปรายภายในกลุ่มจากภาพนักเรียนอาจจะสรุปได้ว่าเซลล์พืชมีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เซลล์สัตว์รูปร่างค่อนข้างกลม เซลล์พืชมีผนังเซลล์เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์ เซลล์พืชมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ เซลล์สัตว์มีแวคิวโอลขนาดเล็กหรือไม่มีเลย เป็นต้น

2.3 หลังจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละคนสรุปและบันทึกคำตอบของตนเองลงในสมุด

2.4 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ เพื่อสรุปองค์ประกอบและหน้าที่ของเซลล์ทั้งหมด โดยการสืบค้นข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตอบคำถาม

3. ขั้นสรุป (30 นาที)

3.1 ครูทบทวนคำตอบจากคำถามภาพที่ 2-2 เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร พร้อมให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง

3.2 ครูเฉลยใบงานที่ 1 และให้นักเรียนตรวจสอบใบงานของตนเอง เพื่อทบทวนความเข้าใจทั้งหมด

3.3 ครูสรุปโครงสร้าง องค์ประกอบและหน้าที่ของเซลล์ทั้งหมดให้นักเรียนฟังอีกครั้งด้วยสื่อ Power point

3.4 ในขั้นตอนการสรุปครูจะเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียนว่านอกจากการแบ่งชนิดของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้แล้วสามารถแบ่งตามลักษณะของเยื่อหุ้มนิวเคลียสได้ โดยเซลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสคือเซลล์โปรคาริโอต และเซลล์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสคือเซลล์ยูคาริโอต

3.5 ครูสรุปให้นักเรียนฟังเกี่ยวกับความสำคัญของเซลล์เพราะเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เซลล์บางเซลล์มีการสร้างใหม่ตลอดเวลา เช่น เซลล์ไขกระดูก เซลล์เม็ดเลือด เซลล์อสุจิ ดังนั้นเซลล์เหล่านี้เราสามารถบริจาคให้กับผู้อื่นได้ แต่เซลล์บางชนิดเช่น เซลล์สมอง

ไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ ดังนั้นมนุษย์จึงจะต้องดูแลรักษาสุขภาพเพื่อให้เซลล์เหล่านี้ถูกทำลายลงให้ช้าที่สุด เพราะหากเกิดความผิดปกติภายในเซลล์ก็จะส่งผลให้เกิดความผิดปกติกับร่างกายในที่สุด เพราะเซลล์คือองค์ประกอบพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด (ครบออกซ็อกเวนไวรัสไวรัสไม่มีเซลล์แต่จัดเป็นสิ่งมีชีวิตเพราะมีสารพันธุกรรมและสามารถเพิ่มจำนวนได้)

8. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐาน
2. สื่อ Power point เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์
4. กิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

9. การวัดและประเมินผล

การประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เซลล์โปรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอตได้	ตรวจสอบคำตอบจาก การตอบคำถาม	ข้อคำถาม	นักเรียนได้ คะแนนขั้นต่ำ ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ออร์แกเนลล์ และนิวเคลียสได้	การตรวจใบงาน	ใบงานที่ 1	นักเรียนได้ คะแนนขั้นต่ำ ร้อยละ 70
ด้านกระบวนการ 1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ออร์แกเนลล์ และนิวเคลียสได้	การตรวจใบงาน	ใบงานที่ 1	นักเรียนได้ คะแนนขั้นต่ำ ร้อยละ 70
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและความมุ่งมั่นในการทำงาน 2. นักเรียนให้ความสำคัญกับการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ 3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	สังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้	แบบประเมินจิต วิทยาศาสตร์ แบบประเมิน เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์	นักเรียนมี พฤติกรรมอยู่ใน เกณฑ์ดี
สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 1. ความสามารถในการคิด 2. ความสามารถในการสื่อสาร 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน สมรรถนะ	นักเรียนมี พฤติกรรมอยู่ใน เกณฑ์ดี
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ซื่อสัตย์สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	นักเรียนมี พฤติกรรมอยู่ใน เกณฑ์ดี

10. บันทึกหลังสอน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเนตรดาว ศรีอยแสง)

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษารูปร่างและโครงสร้างภายในของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

วัสดุ/อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
2. แผ่นสไลด์
3. กระจกปิดสไลด์
4. สีย้อม Safranin (ย้อมต้นหญ้าหมอน้อย)
5. สีย้อม methylene blue (ย้อมเชื้อบูซังแก้ม)
6. สารละลายไอโอดีน 2% (ย้อมหัวหอมแดง)
7. เจ็มเจีย
8. ไบมีค โคน
9. จานเพาะเลี้ยงเชื้อ
10. ไม้พันสำลี
11. หลอดหยด
12. ตัวอย่างพืช ได้แก่ ใบสาหร่ายหางกระรอก ต้นหญ้าหมอน้อย หัวหอมแดง
13. ตัวอย่างสไลด์ถาวร ได้แก่ เม็ดเลือดของมนุษย์

วิธีการศึกษาทดลอง

1. ให้นักเรียนนำสไลด์ถาวร เม็ดเลือดของมนุษย์ สไลด์ชั่วคราวเยื่อบูซังแก้ม สไลด์ชั่วคราวของสาหร่ายหางกระรอก สไลด์ชั่วคราวของหอมแดง และสไลด์ชั่วคราวของลำต้นหญ้าหมอน้อย มาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์
2. บันทึกผลการทดลองโดยการวาดภาพหรือถ่ายภาพเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ที่เห็นได้ กล้องจุลทรรศน์

วิธีการเตรียมสไลด์ชั่วคราว

1. การเตรียมสไลด์ชั่วคราวเยื่อข้างแก้ม มีขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 บ้วนปากของผู้เก็บตัวอย่างให้สะอาด
 - 1.2 หยคน้ำลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยด
 - 1.3 ใช้ไม้พันสำลีขูดที่กระพุ้งแก้มเบา ๆ
 - 1.4 นำไม้พันสำลีไปถูลงบนแผ่นสไลด์ที่มีน้ำอยู่
 - 1.5 หยดสี Methylene blue ลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยด
 - 1.6 ปิดสไลด์ด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์
2. การเตรียมสไลด์ชั่วคราวของสาหร่ายหางกระรอก
 - 1.1 เลือกใบสาหร่ายหางกระรอกที่มีรูปร่างสมบูรณ์ไม่แก่หรือไม่อ่อนจนเกินไป
 - 1.2 วางใบสาหร่ายหางกระรอกลงบนแผ่นสไลด์
 - 1.3 หยดน้ำประมาณ 1–2 หยดลงบนแผ่นสไลด์ที่มีสาหร่ายหางกระรอก
 - 1.4 ปิดสไลด์ด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์
3. การเตรียมสไลด์ชั่วคราวของหอมแดง
 - 1.1 ใช้ใบมีดตัดหอมแดงและลอกเยื่อหุ้มด้านในออกมาตัดขนาดประมาณ 0.5 x 0.5 ซม.
 - 1.2 วางเยื่อหอมแดงลงบนแผ่นสไลด์และหยดน้ำประมาณ 1 หยด
 - 1.3 หยดสารละลายไอโอดีน 2% ประมาณ 1 หยด
 - 1.4 ปิดสไลด์ด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์
4. การเตรียมสไลด์ชั่วคราวของลำต้นหญ้าหน่อหนู
 - 1.1 ใช้ใบมีดโกนตัดตามขวางของลำต้นให้ได้ขนาดบางที่สุด
 - 1.2 วางลำต้นลงบนสไลด์ที่หยดน้ำไว้แล้วประมาณ 1 หยด
 - 1.3 หยดสีย้อม Safranin ลงบนสไลด์
 - 1.4 ปิดสไลด์ด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพ โครงสร้างและองค์ประกอบภายในเซลล์ที่สามารถมองเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เซลล์พืช	เซลล์สัตว์
เซลล์.....กำลังขยาย.....	เซลล์.....กำลังขยาย.....
เซลล์.....กำลังขยาย.....	เซลล์.....กำลังขยาย.....
เซลล์.....กำลังขยาย.....	เซลล์.....กำลังขยาย.....
เซลล์.....กำลังขยาย.....	เซลล์.....กำลังขยาย.....

ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทดลองนี้คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การนำประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

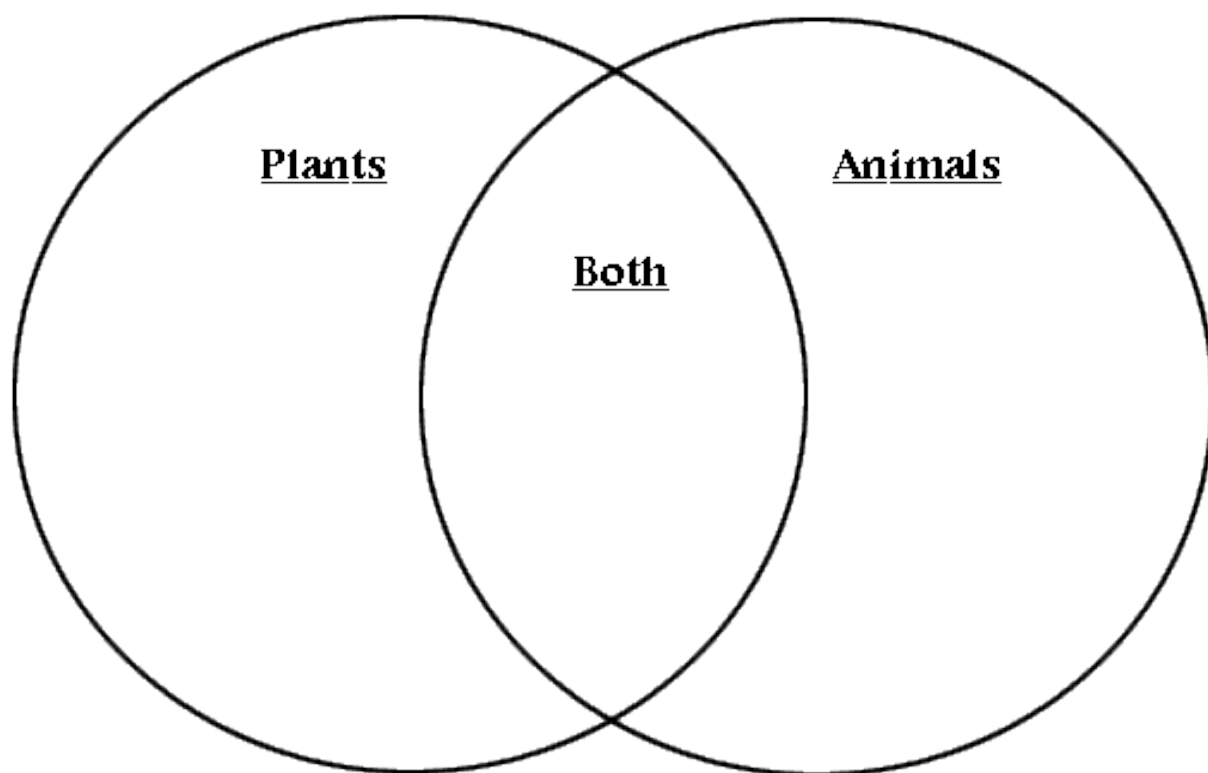
.....

.....

.....

.....

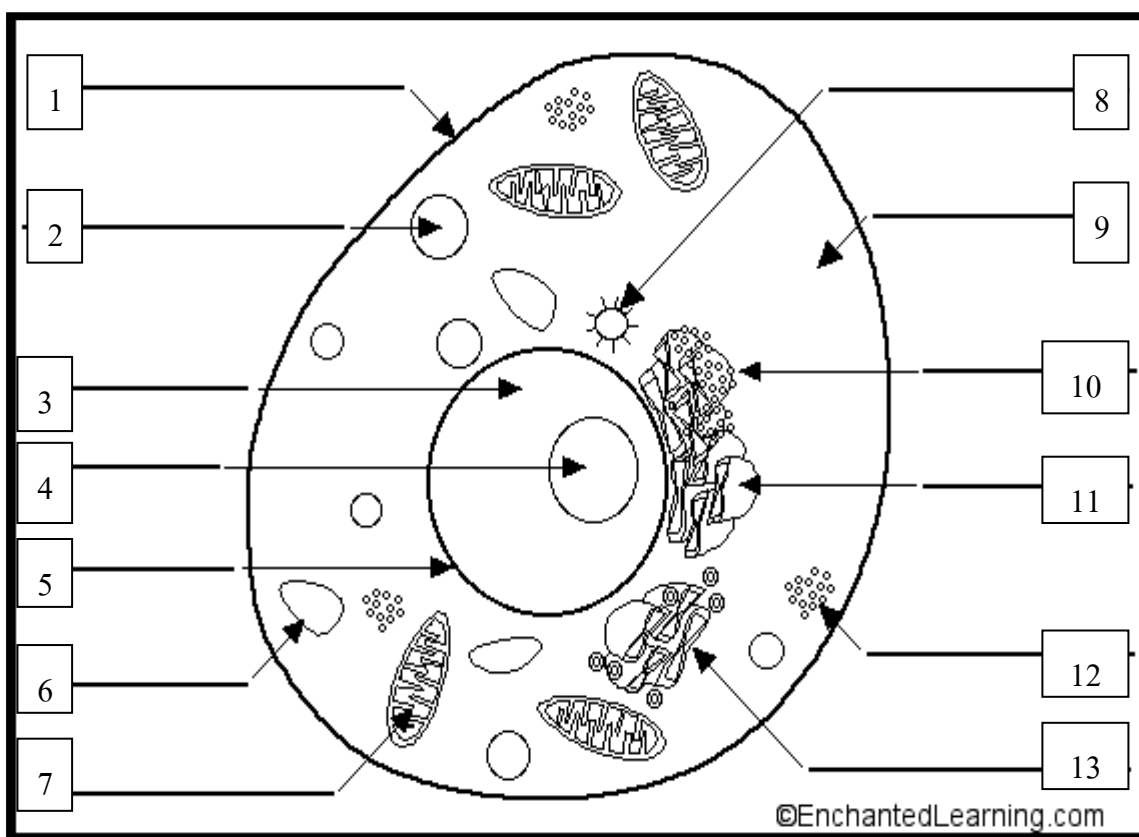
ผังกราฟิกเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์



ใบงานที่ 1

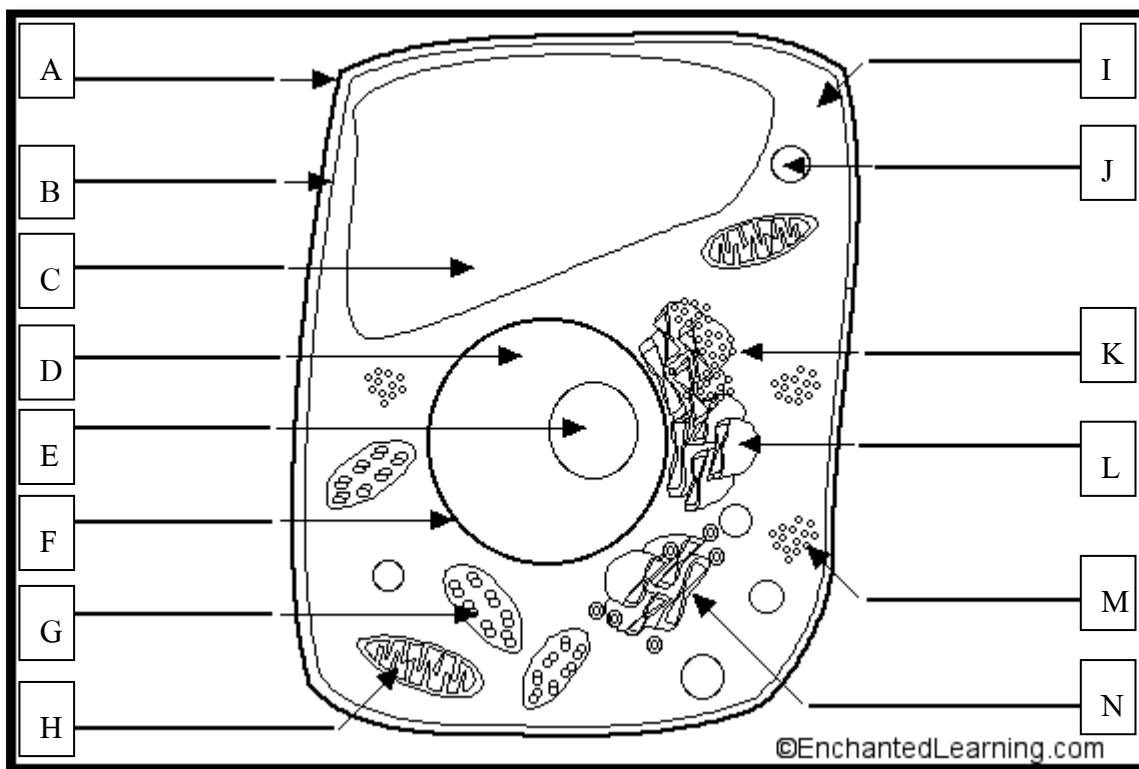
เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

- คำชี้แจง**
1. ให้นักเรียนศึกษาภาพโครงสร้างของเซลล์และตอบคำถามให้ถูกต้อง
 2. ภาพที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 15
 3. ภาพที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 16 – 30



ภาพที่ 1 ภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์.....(เซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์)

ที่มา: <http://www.lahc.cc.ca.us/biology/bio3/mchernoff/quiz.html>



ภาพที่ 2 ภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์..... (เซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์)

ที่มา: <http://www.lahc.cc.ca.us/biology/bio3/mchernoff/quiz.html>

1. ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์คือโครงสร้างหมายเลขใดบ้าง.....
2. ส่วนประกอบของนิวเคลียสคือ โครงสร้างหมายเลขใดบ้าง.....
3. หมายเลข 1 คือ.....ทำหน้าที่.....
4. หมายเลข 2 คือ.....ทำหน้าที่.....
5. หมายเลข 3 คือ.....ทำหน้าที่.....
6. หมายเลข 4 คือ.....ทำหน้าที่.....
7. หมายเลข 5 คือ.....ทำหน้าที่.....
8. หมายเลข 6 คือ.....ทำหน้าที่.....
9. หมายเลข 7 คือ.....ทำหน้าที่.....
10. หมายเลข 8 คือ.....ทำหน้าที่.....
11. หมายเลข 9 คือ.....ทำหน้าที่.....
12. หมายเลข 10 คือ.....ทำหน้าที่.....

13. หมายเลข 11 คือ.....ทำหน้าที่.....
14. หมายเลข 12 คือ.....ทำหน้าที่.....
15. หมายเลข 13 คือ.....ทำหน้าที่.....
16. ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์คือ โครงสร้างหมายเลขใดบ้าง.....
17. อักษร A คือ.....ทำหน้าที่.....
18. อักษร B คือ.....ทำหน้าที่.....
19. อักษร C คือ.....ทำหน้าที่.....
20. อักษร D คือ.....ทำหน้าที่.....
21. อักษร E คือ.....ทำหน้าที่.....
22. อักษร F คือ.....ทำหน้าที่.....
23. อักษร G คือ.....ทำหน้าที่.....
24. อักษร H คือ.....ทำหน้าที่.....
25. อักษร I คือ.....ทำหน้าที่.....
26. อักษร J คือ.....ทำหน้าที่.....
27. อักษร K คือ.....ทำหน้าที่.....
28. อักษร L คือ.....ทำหน้าที่.....
29. อักษร M คือ.....ทำหน้าที่.....
30. อักษร N คือ.....ทำหน้าที่.....

แหล่งที่มาของข้อมูล :

.....

.....

ระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูล

มาก

ปานกลาง

น้อย

รับบริจาคเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต (Stem Cell)



เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต (Stem Cell) เป็นเซลล์ตัวอ่อนของโลหิตซึ่งอาศัยในไขกระดูก และจะเจริญเติบโตไปเป็นเม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว และเกล็ดโลหิต ซึ่งหล่อเลี้ยงอยู่ในร่างกาย เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตสามารถบริจาคให้บุคคลอื่นได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริจาคแต่อย่างใด และเป็นความหวังเดียวที่จะรักษาผู้ป่วยโรคทางโลหิตให้หายขาดได้ในปัจจุบัน โรคที่สามารถรักษาได้ด้วยวิธีการปลูกถ่าย Stem Cell เช่น โรคโลหิตจาง ธาลัสซีเมีย, โรคโลหิตจางชนิดไขกระดูกฝ่อ, โรคมะเร็งเม็ดโลหิตขาวเฉียบพลัน / เรื้อรัง, โรคมะเร็งต่อมน้ำเหลือง เป็นต้น

วิธีบริจาค Stem Cell

การบริจาคเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตมี 2 วิธี

1. การบริจาคเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตทางหลอดเลือดดำ (Peripheral Blood Stem Cell Donation)

โดยปกติในกระแสโลหิตจะมีเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต (Stem Cell) อยู่เล็กน้อย ในขั้นแรกจึงต้องฉีดยา G-CSF 4 วัน เพื่อกระตุ้นให้เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต (Stem Cell) ออกจากไขกระดูก (Bone Marrow) มากระจายในกระแสโลหิตให้มากพอ จึงจะเข้ากระบวนการเก็บเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต โดยนำโลหิตผ่านเข็มที่แทงอยู่ในเส้นเลือดดำ (Vein) เข้าสู่เครื่อง Automated Blood Cell Separator ที่จะแยกเฉพาะเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิต ทั้งนี้ใช้เวลาเก็บครั้งละ 3 ชั่วโมง และอาจจะต้องมาเก็บ 2-3 วัน

2. การบริจาคไขกระดูก (Bone Marrow Donation)

เป็นกระบวนการเก็บเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตจากโพรงไขกระดูกโดยใช้เข็มและกระบอกฉีดยาเจาะเก็บจากบริเวณสะโพกด้านหลัง (บริเวณขอบกระดูกเชิงกราน) ซึ่งดำเนินการเก็บในห้องผ่าตัด กระบวนการนี้จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งก่อนที่จะถึงกระบวนการเจาะเก็บข้างต้น ผู้บริจาคอาจต้องบริจาคโลหิตเก็บไว้ และจะนำมาให้หลังจากที่ได้เจาะเก็บไขกระดูกเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ร่างกายสามารถสร้างเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตขึ้นมาทดแทนได้อย่างรวดเร็ว และหลังทำ

ที่มา : ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย (<http://blooddonationthai.com/content>)