

ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรวัตร เฟื่องดวง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เรวัตร์ เพ็งด้วง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
ศาสตราจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สาธิต ขจรพิสิฐศักดิ์)

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....
กรรมการ
(ดร.สาธิต ขจรพิสิฐศักดิ์)

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

.....
กรรมการ
(ดร.กรประภา กาญจนะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2561

ทุน โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.สาธิต ขจรพิสิฐศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษาหาความรู้ ให้แนวคิด ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ ระยะเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอด ระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม ประธานการสอบ และดร.กรประภา กาญจนะ ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน ซึ่งได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของ วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร.ธัญญา ดวงจินดา ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานุช ศิริรัฐนิคม นายภิญโญ ชุกกลิ่น นางมณฑิรา จงหวัง และนางสาวริศา คงมี ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความรู้และ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูและนักเรียน โรงเรียนพัทลุง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และหาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการวิจัย ขอขอบพระคุณครอบครัว อาจารย์ รุ่งพี และเพื่อนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาทุกคน ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ สนับสนุนทุนการศึกษา

คุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา คุณครูอาจารย์ ทุกท่าน และผู้มีพระคุณทุกคนที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ซึ่งแนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด คอยสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยเสมอมา

เรวัตร์ เฟ็งด้วง

56920150: สาขาวิชา: ชีววิทยาศึกษา; วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น/ การใช้ผังกราฟิก/ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เรวัตร์ เพ็งด้วง: ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (EFFECTS OF BIOLOGICAL LEARNING MANAGEMENT IN THE TOPIC OF ORGANISM AND ENVIRONMENT USING 7E LEARNING CYCLE WITH KNOWLEDGE SUMMARIZING IN GRAPHIC ORGANIZER TO IMPROVE SCIENCE ANALYTICAL THINKING LEARNING ACHIEVEMENT AND RETENTION OF GRADE 10th STUDENTS)
 คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์, Ph.D., เชษฐ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. 259 หน้า.
 ปี พ.ศ. 2561.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนพัทลุง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 80 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 40 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 2 แบบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติและแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีคะแนนความสามารถการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

56920150: MAJOR: BIOLOGY EDUCATION; M.Sc. (BIOLOGY EDUCATION)

KEYWORDS: 7E LEARNING CYCLE/ GRAPHIC ORGANIZER/ ORGANISM AND ENVIRONMENT

REWAT PENGDUANG: EFFECTS OF BIOLOGICAL LEARNING MANAGEMENT IN THE TOPIC OF ORGANISM AND ENVIRONMENT USING 7E LEARNING CYCLE WITH KNOWLEDGE SUMMARIZING IN GRAPHIC ORGANIZER TO IMPROVE SCIENCE ANALYTICAL THINKING LEARNING ACHIEVEMENT AND RETENTION OF GRADE 10th STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SALINEE KHACHONPISITSAK, Ph.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 259 P. 2018.

The purpose of this research was to compare grade 10 students' analytical thinking ability, learning achievement and learning retention between the students who learned through 7E learning cycle with graphic organizer and the students who learned through 7E learning cycle only. The participants were 80 grade 10th students of Phatthalung School who were studying in science and mathematics program in the first semester of 2017. The design of this research was a randomized control group pretest-posttest design. The data was collected using 2 types of teaching plan including the 7E learning cycle and the 7E learning cycle with graphic organizer and 2 types of exam that included 4 multiple choice questions for analytical thinking ability test and learning achievement exams.

The research findings were the grade 10th students who learned through 7E learning cycle with graphic organizer had higher score both science analytical thinking ability and student achievement than those who learned through conventional teaching model at .05 level of significance. Nevertheless the research showed that the retention learning of the student on the topic of organism and environment not different to those who learned through conventional teaching model at .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้	26
วิจัยจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น	32
ผังกราฟิก (Graphic organizer)	44
การคิดวิเคราะห์	58
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	76
ความจำและความคงทนทางการเรียนรู้.....	89
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	101
3 วิธีดำเนินการวิจัย	107
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	107

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	รูปแบบการวิจัย.....	108
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
	การสร้างและการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย.....	109
	วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	135
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	136
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	136
4	ผลการวิจัย.....	139
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	139
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	139
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	140
5	สรุปและอภิปรายผล.....	150
	สรุปผลการวิจัย.....	151
	อภิปรายผล.....	151
	ข้อเสนอแนะ.....	154
	บรรณานุกรม.....	156
	ภาคผนวก... ..	163
	ภาคผนวก ก.....	164
	ภาคผนวก ข.....	166
	ภาคผนวก ค.....	215
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	259

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม..... 24
2	บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น 35
3	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)..... 41
4	ทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูมและมาซาร์โน 73
5	เปรียบเทียบแผนผังรวบยอด (Concept map) แผนผังความคิด (Mind map) และแผนผังต้นไม้ (Tree diagram) 75
6	แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อน และหลังทดลอง 108
7	การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 110
8	การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม..... 119
9	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ 127
10	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ 130
11	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการ ใช้ผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม) .. 140
12	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ..... 141

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละลักษณะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	141
14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก (กลุ่ม ทดลอง) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	143
15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	143
16 ผลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านต่างๆ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	144
17 ความความคงทนเป็นรายบุคคลและความคงทนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	145
18 ความความคงทนเป็นรายบุคคลและความคงทนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุม	147
19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	149
20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 1 เรื่องไปโอม	167
22 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 2 เรื่องการศึกษาระบบนิเวศ.....	169
23 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 3 เรื่องระบบนิเวศแบบต่าง ๆ.....	171
24 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ	173
25 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 5 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ.....	175
26 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต.....	177
27 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 7 เรื่องวัฏจักรสารในระบบนิเวศ	179
28 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ แผนที่ 8 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	181
29 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ แผนที่ 9 เรื่องประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ.....	183
30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ แผนที่ 10 เรื่องภาวะโลกร้อนและการทำลายโอโซนในบรรยากาศ.....	185
31 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 1 เรื่องไปโอม ฯ.....	187
32 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 2 เรื่องการศึกษาระบบนิเวศ.....	189
33 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 3 เรื่องระบบนิเวศแบบต่าง ๆ.....	191

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
34 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัย ทางกายภาพ	193
35 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 5 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัย ทางชีวภาพ	195
36 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต	197
37 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 7 เรื่องวัฏจักรสารในระบบนิเวศ.....	199
38 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 8 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	201
39 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 9 เรื่องประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ.....	203
40 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 10 เรื่องภาวะโลกร้อนและการทำลายโอโซนใน บรรยากาศ.....	205
41 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรม ที่ต้องการวัด.....	207
42 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	209
43 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	211
44 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.....	213

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
2 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นเส้นตรง.....	46
3 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นขั้นตอน	46
4 แผนผังกราฟิกเสนอแบบเส้นลำดับหรือแบบสายรุ้ง	46
5 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นภาพการ์ตูนหรือแผ่นรูปภาพ.....	47
6 แผนผังกราฟิกเสนอการจัดลำดับประเภทและการจำแนกประเภท	47
7 แผนผังกราฟิกเสนอการเปรียบเทียบสิ่งเหมือนและสิ่งต่าง	47
8 แผนผังกราฟิกเสนอการเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของสิ่งมากกว่า 2 สิ่ง	48
9 ผังตารางเปรียบเทียบ	48
10 ผังก้างปลา.....	48
11 ผังใยแมงมุม	49
12 ผังลำดับขั้นตอน	49
13 ผังวัฏจักร.....	49
14 ผังขั้นบันได.....	50
15 ผังแบบต่อเนื่อง	50
16 แผนภูมิวง	50
17 ผังมองต่างมุม	51
18 แผนภูมิเป้าหมาย	51
19 ผังความคิดเรื่อง การนำเสนอ	52
20 ตัวอย่างผังมโนทัศน์	53
21 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี	53
22 ผังพล็อตไดอะแกรม.....	54
23 ตัวอย่างผังมโนทัศน์สาเหตุการเกิดลม	55
24 ตัวอย่างผังความคิดเรื่องอากาศ.....	55
25 ตัวอย่างผังใยแมงมุมเรื่องความชื้นของอากาศ.....	56
26 ตัวอย่างผังโครงสร้างต้นไม้เรื่องพายุหมุนเขตร้อน	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	ตัวอย่างผังแบบชั้นบันไดเรื่องการแบ่งชั้นบรรยากาศ.....	56
28	ตัวอย่างผังก้างปลาเรื่องสาเหตุมลพิษทางอากาศ	57
29	ตัวอย่างผังวงกลมซ้อนหรือเวนนไดอะแกรมเรื่องความแตกต่างของอากาศแห้ง และอากาศชื้น.....	57
30	ตัวอย่างแผนภูมิวงรีเรื่ององค์ประกอบของอากาศ	57

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (2542, 19 สิงหาคม) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (2545, 19 ธันวาคม) และ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 (2553, 22 กรกฎาคม) หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการ ดังต่อไปนี้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดย คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา (5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการ ประเภทต่าง ๆ (6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ มาตรา 26 ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียน การสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา ให้สถานศึกษาใช้วิธีการที่หลากหลายในการจัดสรร โอกาสการเข้าศึกษาต่อ และให้นำผลการประเมินผู้เรียนตามวาระหนึ่งมาใช้ประกอบการพิจารณาด้วย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [สพฐ.] (2558) เสนอไว้ว่า “การศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการศึกษาเริ่มแรกของคนในชาติ ดังนั้น เพื่อให้การศึกษา ขั้นพื้นฐานของประเทศไทย มีคุณภาพมาตรฐานระดับสากล บนพื้นฐานของความเป็นไทย ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพ

สูงสุดในตัวคน มีความรู้และทักษะที่แข็งแกร่งและเหมาะสม เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ระดับสูง
 ขึ้นไป และการดำรงชีวิตในอนาคต” และกำหนดนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
 ขึ้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ขึ้นจำนวน 11 นโยบาย และมียุทธศาสตร์ในการดำเนินงาน
 4 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 พัฒนาคุณภาพผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 เพิ่มโอกาสการเข้าถึงบริการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้ทั่วถึงครอบคลุม
 ผู้เรียน ให้ได้รับโอกาสในการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ และมีคุณภาพ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3
 พัฒนาคุณภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 พัฒนาระบบการบริหาร
 จัดการ สำหรับประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 เกี่ยวกับพัฒนาระบบการบริหารจัดการ ได้กำหนดจุดเน้น
 การดำเนินงาน แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ จุดเน้นด้านผู้เรียน จุดเน้นด้านครูและบุคลากรทางการศึกษา
 จุดเน้นด้านการบริหารจัดการ ส่วนหนึ่งของจุดเน้นด้านผู้เรียนกำหนดไว้ว่านักเรียนต้องมีสมรรถนะ
 สำคัญ สู่มาตรฐานสากล หัวข้อที่ 1.1.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ
 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบระดับชาติ (O-NET) กลุ่มสาระหลัก
 เพิ่มขึ้น เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 หัวข้อที่ 1.1.5 นักเรียนมีทักษะชีวิต ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิด
 สร้างสรรค์ และทักษะ การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์อย่างน้อย 2 ภาษา ทักษะด้านเทคโนโลยี
 สารสนเทศ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เหมาะสมตามช่วงวัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ร่วมมือกับองค์การเพื่อ
 ความร่วมมือและพัฒนาศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and
 Development) ดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programs for
 International Student Assessment) ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมิน
 คุณภาพระบบการศึกษาสำหรับประเทศร่วมโครงการทั้งหมดประมาณ 90% ของเขตเศรษฐกิจ
 ผู้เข้ารับการประเมินเป็นนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบระบบอย่างเคร่งครัด
 ตามสัดส่วนจำนวนของนักเรียนและตามพื้นที่เพื่อให้ได้ตัวแทนที่กระจายทั่วประเทศ ในด้านการ
 อ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีโครงสร้างการประเมินประกอบด้วยหมวดเนื้อหา (Content)
 หมวดกระบวนการ (Process) และหมวดความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Fundamental
 abilities) สำหรับแนวโน้มผลการสอบ PISA 2012 เมื่อเทียบกับ PISA 2009 พบว่าผลการประเมิน
 ของนักเรียนไทยสูงขึ้น ทั้งด้านคณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้าน
 การอ่านและวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นับเป็นสัญญาณที่ดีที่ชี้ชัดว่าการศึกษาค้นคว้า
 ตกต่ำลงแล้ว อย่างน้อยก็ระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าโรงเรียน
 ที่นักเรียนทำคะแนนได้สูงเป็นนักเรียนจากกลุ่ม โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยกับกลุ่ม โรงเรียน
 สาธิต นอกจากนั้นก็มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ทั้งหมดซึ่งรวมถึงโรงเรียนสังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการขั้นพื้นฐานด้วย และที่สำคัญวิชาวิทยาศาสตร์นั้นยังคงมีนักเรียนที่รู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานมากถึง 34% แม้ว่าเมื่อมองในภาพรวมมีนัยชี้ให้เห็นว่าคุณภาพการศึกษาของไทยค่อย ๆ ปรับตัวดีขึ้นแต่อย่างไรก็ตามยังห่างไกลความเป็นเลิศ ความพยายามที่จะยกระดับคุณภาพการศึกษายังคงเป็นภารกิจสำคัญที่ต้องดำเนินต่อไป (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2556) หากเทียบกับกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 โดย นันทวัน นันทวนิช (2557) ก็แสดงให้เห็นว่านักเรียนโดยภาพรวมของประเทศยังขาดความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้

และจากการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2557) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการประเมินสถานศึกษาเพื่อการตรวจสอบคุณภาพของสถานศึกษา โดยโรงเรียนพัทลุงได้เข้ารับการประเมินรอบแรกเมื่อปี พ.ศ. 2547 โดยทำการประเมินทั้งหมด 14 มาตรฐาน ผลการประเมินของมาตรฐานที่ 4 ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแบบมีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ของผู้เรียนพบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อทำการประเมินอีกครั้งในรอบที่ 2 ปี พ.ศ. 2550 ส่วนของมาตรฐานที่ 4 ได้ผลคะแนนอิงตามเกณฑ์ 3.45 คะแนน เมื่อ พ.ศ. 2555 มีการประเมินรอบที่ 3 ไม่มีการประเมินโดยอาศัยมาตรฐานแต่อาศัยตัวบ่งชี้แทน พบว่าตัวบ่งชี้ที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี แต่ก็ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่าโรงเรียนควรมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ซึ่งยังมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ อยู่ เน้นให้ครูใช้เทคนิคกลยุทธ์การสอนแบบใหม่ (New learning strategies) สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งควรส่งเสริมให้ผู้เรียนในด้านการคิดเพิ่มมากขึ้น เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้คิดเป็น ทำเป็น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ยุทธศาสตร์การสอนที่แนะนำให้ใช้ในการเรียนการสอนได้แก่การสอนแบบสรค นิยม (Constructivism) การสอนแบบสะท้อนคิดเชิงสังเคราะห์ (Critical reflection thinking) การคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) หรือการสอนแบบถ่ายโยงความรู้ (Transformation) เป็นต้น ซึ่งจากผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าสิ่งที่โรงเรียนควรให้ความสำคัญเพื่อยกระดับคุณภาพของสถานศึกษา คือ การพัฒนาความสามารถในการการคิดประเภทต่างๆ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น โดยแนวทางหนึ่งที่อาจยกระดับคุณภาพของการศึกษา นั่นคือครูจะต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนสอน โดยเลือกใช้เทคนิคการสอนแบบใหม่เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียน ก็น่าจะทำให้ทั้งความสามารถในการคิด และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนพัฒนาขึ้นได้

จากการวิเคราะห์เป้าหมายของ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และความมุ่งหวังของหน่วยงานต่างที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษาของประเทศ กับสภาพการณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของประเทศในปัจจุบัน ได้แก่ ผลการสอบ PISA รวมถึงผลการประเมินจากหน่วยงานภายนอกต่าง ๆ ทางการศึกษา แสดงให้เห็นว่าการจัดการศึกษายังมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อยกคุณภาพการศึกษาให้ดีขึ้นครูควรปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอน โดยควรเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ดังนั้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนานวัตกรรมที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้นและได้ทำการศึกษาข้อดีของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและข้อดีของการเขียนสรุปเป็นผังกราฟิกซึ่งปรากฏผลดังนี้

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 7E หรือการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา บทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาธน์ เมืองเฉลิม, 2550) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น เป็นหนึ่งในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร มักนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมายด้วยความคิดของตนเอง หรือ โดยการอภิปรายกับนักเรียนคนอื่น อีกทั้งยังเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนทุกคนเข้าไปยังสิ่งแวดล้อมที่เคยมีความรู้อยู่ก่อนแล้ว หลังจากนั้นนักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยฐานความรู้เก่าด้วยตนเอง (Morrison-McGill, 2013) นอกจากนี้แล้ว การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ยังช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน (Remm, Karafyllis, Hohlt, & Taube, 2015) นอกจากนี้แล้วมีงานวิจัยหลายงานวิจัยได้ศึกษาแล้วพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ชั้นมีส่วนช่วยในการส่งเสริมด้านความคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(กฤษฎา โสมคำ, 2551; พรรณวดี พิสิษฐาพงศ์, 2554; แฉ่งน้อย อินคะเน, 2556; วันวิสา กองเสน, 2558; Shaheen & Kayani, 2015) รวมถึงความคงทนในการเรียนรู้อีกด้วย (แฉ่งน้อย อินคะเน, 2556; วันวิสา กองเสน, ศิริพรรณ บรรหาร และเชษฐ ศิริสวัสดิ์, 2558)

ผังกราฟิก (Graphic organizer) ที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดกลุ่มความคิดรวบยอดของตน เพื่อให้เห็นภาพรวมของความคิดเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (กรมวิชาการ, 2544) ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูลในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกตเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นจึง

มีการเลือกแบบผังกราฟิก (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2548) เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามลักษณะของเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ (วัฒนพร ระวังทุกข์, 2545) ผังกราฟิกช่วยให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ (สุวิทย์ มุลคำ, 2547) ข้อมูลในผังกราฟิกประกอบไปด้วยที่เชื่อมโยงกันในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย จดจำได้เร็ว จดจำได้นาน (ดวงกมล สิ้นเพ็ง, 2551) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่กระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดเป็นระบบระเบียบ เนื่องจากมีความเชื่อว่า คนเราจะสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปภาพได้ดีกว่าตัวหนังสือ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือจะช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลให้เป็นระเบียบและอยู่ในรูปแบบที่อธิบายแล้วเข้าใจและจดจำได้ง่าย (ทิสนา แจมมณี, 2552) ผังกราฟิก เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับใช้ในการเรียนการสอน มีหลายรูปแบบสามารถประยุกต์ใช้ได้โดยไม่สิ้นสุด แบบต่าง ๆ ของผังกราฟิกแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2554) ครุในยุคนี้ควรสอนนักเรียนให้เขียนเป็นแผนผังหลากหลายชนิด จะทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของประเด็นปัญหาได้ (Montague & Jitendra, 2006)

จากการที่ทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเขียนผังกราฟิก ต่างมีประโยชน์ในหลากหลายด้าน และมีข้อดีในแง่ของการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ในหลายประเด็น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกจะมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกจะมีความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยาพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยาพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

3. นักเรียนเห็นความสำคัญของการนำผังกราฟิกไปใช้ในการสรุปองค์ความรู้เพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ และ นักเรียนสามารถนำการเขียนผังกราฟิก เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน เป็นแม่แบบในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียน โรงเรียนพัทลุง แผนการเรียนที่เน้น วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน โดยนักเรียนในแต่ละห้องจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เนื่องจากการจัดนักเรียน เข้าห้องเรียนจะพิจารณาคุณสมบัตินักเรียนจากคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยตลอดช่วงชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1-3 รวมกับผลคะแนนสอบแยกห้องเรียน มาจัดเรียงลำดับของ นักเรียนที่มีคะแนนมากที่สุด 3 ลำดับเข้าไปอยู่ในแต่ละห้อง แล้วจัดนักเรียนที่มีผลการเรียนมากที่สุดอีก 3 ไล่เข้าไปอีกชุดหนึ่งทำ แบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคน

1.2 กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ คือ นักเรียน โรงเรียนพัทลุง แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการ สุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ประกอบด้วย

1.2.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนห้อง ม.4/1 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 40 คน จัดการ เรียนแบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก

1.2.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนห้อง ม.4/2 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 40 คน จัดการ เรียนรู้แบบปกติ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความ คงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

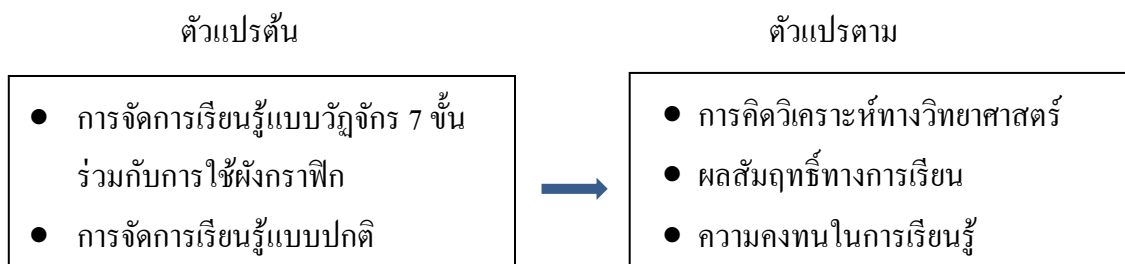
3. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยา พื้นฐาน รหัส ว 30103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560
ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 24 คาบ คาบละ 50 นาที โดย
ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เพื่อให้นักเรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ชั้น ได้แก่

1.1 ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน
ให้แสดงความรู้เดิมเพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร และจะวาง
แผนการจัดการเรียนรู้อย่างไรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนมากที่สุด

1.2 ชั้นเร้าความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่อง
ที่น่าสนใจ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยาก
เห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน

1.3 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผน กำหนดแนวทาง
การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา สำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

1.4 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการ
วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง
รูปวาด ตาราง กราฟ เป็นต้น ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่

1.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม แบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้

1.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เป็นขั้นที่ครูจะต้องจัดเตรียม โอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ และถ่ายโอนการเรียนรู้

2. พังกราฟิก (Graphic organizer) คือแผนผังสำหรับสรุปองค์ความรู้ซึ่งนักเรียนสร้างขึ้นเพื่อจัดกระทำข้อมูลมีความเป็นระบบระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย ทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำผังกราฟิกไปประยุกต์ใช้ใน 2 ขั้น คือ ขั้นการตรวจสอบความรู้เดิม และขั้นอธิบายและลงข้อสรุปของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นว่าเกี่ยวข้องกันโดยหลักการใด เพื่อการตัดสินใจ ค้นหาสาเหตุหรือสภาพที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น ได้อย่างถูกต้อง โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมความสามารถของนักเรียน 5 ด้าน ตามแนวคิดของมาร์ซาโน คือ การจับคู่/การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด การสรุปอ้างอิง เป็นหลักการ การทำนาย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ตามระดับชั้นความสามารถของบลูม (Bloom's taxonomy) ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ใช้ทดลอง

5. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการคงสภาพการเรียนรู้เมื่อเว้นระยะเวลาไว้เป็นเวลานาน ในการวิจัยครั้งนี้ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจะพิจารณาจาก

คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
พื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ โดยมีระยะเวลา
ทำกันจำนวน 2 สัปดาห์แล้วนำคะแนนผลสอบหลังเรียนที่วัดโดยทันทีหลังจากครูผู้สอนสอน
เนื้อหาการเรียนรู้ทั้งหมดเสร็จกับคะแนนผลสอบหลังเรียนที่ได้หลังจากทิ้งระยะเวลาไว้ 2 สัปดาห์
มาวิเคราะห์ค่าแตกต่างของคะแนน Independent sample t-test ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แล้วต้องมีผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
4. ผังกราฟิก (Graphic organizer)
5. การคิดวิเคราะห์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ความจำและความคงทนทางการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.1 ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

2.1 รักษา ศาสน์ กษัตริย์

- 2.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 2.3 มีวินัย
- 2.4 ใฝ่เรียนรู้
- 2.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 2.7 รักความเป็นไทย
- 2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุถึงที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

คุณลักษณะที่มุ่งหวังให้เกิดกับผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

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

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาเล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
 - สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
 - ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
 - แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
 - ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
 - แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
 - ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**
- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
 - เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
 - เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบใน โครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
 - เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผล

ประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 พบว่าหลักสูตรมุ่งเน้นให้
ผู้เรียน เป็นผู้ที่มีความสมบูรณ์พร้อมในทุกด้านเพื่อเป็นกำลังที่สำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป โดย
ในการจัดการเรียนรู้อาจต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียน และมีความเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพในการ
พัฒนาได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงเน้นพัฒนาทักษะและความสามารถควบคู่กันไป
โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะ
สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการ
แก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือ
ปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น หากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะครูปฏิบัติตามที่
หลักสูตรกำหนดก็จะส่งผลให้นักเรียนมีคุณภาพเมื่อจบช่วงชั้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดได้
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดคุณภาพผู้เรียนไว้เป็นเป้าหมายที่สำคัญนั่นเอง

วิชาชีพวิทยาพื้นฐาน รหัส ว30103 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิชาชีพวิทยาพื้นฐาน

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และ
หน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสาร
สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง
พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี
ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร
สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับ
สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้
และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

คำอธิบายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัส ว30103 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ศึกษาวิเคราะห์ ไบโอม ความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของเซลล์ กล้องจุลทรรศน์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การถ่ายทอดสารพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซมและสารพันธุกรรม การแบ่งเซลล์ โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทาง

โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม มีการวัดผลประเมินผลเพื่อมุ่งหาคำตอบว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ว 1.1 ม.4-ม.6/1-3

1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำแร่ธาตุและอุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์ อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ

ตัวชี้วัด ว 1.2 ม.4-ม.6/1-4

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิด ความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อ

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.4-ม.6/1-3

1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการ

ดูแล และรักษา

ตัวชี้วัด ว 2.2 ม.4-ม.6/1-3

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

2. อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
3. วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และ

ทรัพยากรธรรมชาติ

รวมทั้งหมด 14 ตัวชี้วัด

จะเห็นได้ว่าวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัส ว 30103 เป็นวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เนื้อหาประกอบด้วย 2 สาระการเรียนรู้ คือ สาระการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1 ว 1.2 ว 2.1 และว 2.2 จำนวน 14 ตัวชี้วัด จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม คุณภาพของสิ่งมีชีวิต และหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา คือ หน่วยการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ ว 2.1 และ ว 2.2 และกำหนดตัวชี้วัดไว้จำนวน 6 ตัวชี้วัด และจำนวน 6 หัวเรื่อง จำนวน 24 คาบ ซึ่งครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด สำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด สาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
ว 2.1 ม.4-6/ 1-3	1. ไบโอม	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนด
ว 2.2 ม.4-6/ 1-3	1. 1 ไบโอบนบก 1. 2 ไบโอมในน้ำ	ชนิดของไบโอม 2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอม ชนิดต่าง ๆ 3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิต ในไบโอมชนิดต่าง ๆ
	2. ความหลากหลายของ ระบบนิเวศ 2.1 การศึกษาระบบ นิเวศ 2.2 ระบบนิเวศแบบ ต่าง ๆ	1. สำรวจ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและ สรุปเกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่น 2. อธิบายความหมายและประเภทของระบบ นิเวศ
	3. ความสัมพันธ์ใน ระบบนิเวศ 3.1 ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ ปัจจัยทางกายภาพ 3.2 ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ ปัจจัยทางชีวภาพ	1. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลายสารอินทรีย์ในแง่ของ การถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบโซ่อาหารและ สายใยอาหาร และการหมุนเวียนสาร 2. สืบค้นข้อมูล นำความรู้ในเรื่องการถ่ายทอด พลังงานมาคาดคะเนถึงผลกระทบที่อาจจะ เกิดขึ้นในระบบนิเวศ เมื่อปริมาณสิ่งมีชีวิต บาง ระดับเปลี่ยนไป 3. นำความรู้ในหลักการถ่ายทอดพลังงาน มา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐาน การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
		<p>เสนอแนะแนวทางในการรักษาคุณภาพ สิ่งแวดล้อม</p> <p>4. อ่านและแปลความหมายของพีระมิดทาง นิเวศวิทยา 5. อธิบายและสรุปความสำคัญของการ หมุนเวียนสารคาร์บอน ในโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถันในระบบนิเวศ</p> <p>6. เปรียบเทียบทิศทางการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร</p>
	<p>4. การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร ในระบบนิเวศ</p> <p>4.1 การถ่ายทอด พลังงานในสิ่งมีชีวิต</p> <p>4.2 วัฏจักรของสารใน ระบบนิเวศ</p>	<p>1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีอิทธิพล ต่อชนิด ปริมาณ การกระจาย และพฤติกรรม ของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งยกตัวอย่าง</p> <p>2. สรุปได้ว่าปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทาง ชีวภาพในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน</p> <p>3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และอธิบาย ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน แบบต่าง ๆ</p> <p>4. สรุปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและใช้ สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง</p>
	<p>5. การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบนิเวศ</p>	<p>1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ</p> <p>2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต</p> <p>3. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของสังคม สมบูรณ</p> <p>4. อธิบายถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อ สมดุลธรรมชาติเสียไป</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐาน การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
	6. มนุษย์กับ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	1. สํารวจ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุป เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของ ทรัพยากรธรรมชาติ
	6.1 ประเภทของ ทรัพยากรธรรมชาติ	2. สํารวจ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุป ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ
	6.2 ภาวะโลกร้อน	3. ยกตัวอย่างทรัพยากรธรรมชาติแต่ละ ประเภท
	6.3 การทำลายโอโซน ในชั้นบรรยากาศ	4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายปัญหาที่เกิดจากการ ใช้ทรัพยากรธรรมชาติประเภทต่าง ๆ ที่ส่งผล กระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ 5. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ ปัญหาและ ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนและการทำลาย โอโซนในชั้นบรรยากาศ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน มีประโยชน์ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ผู้เรียน จนถึงการวัดและการประเมินผู้เรียนในการทำงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ 2 ทฤษฎีดังนี้

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ในระยะ 20 ปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การศึกษาธรรมชาติการเรียนรู้ จากปัจจัยภายนอกของผู้เรียน ได้แก่ ตัวแปรเกี่ยวกับครู บุคลิกภาพของครู การแสดงออกความกระตือรือร้น การให้คำชมเชย ไปสู่ปัจจัยภายในของผู้เรียน ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน หรือความรู้เดิมของผู้เรียน มโนคติที่คลาดเคลื่อน ความจำ ความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูล การเสริมแรง ความตั้งใจ แบบแผนทางปัญญา ปัจจัยภายในเหล่านี้ มีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และพบว่า ความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน แนวคิดนี้มีรากฐานมา

จากปรัชญา คอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างสรรค์ ความรู้ ความรู้เกิดจากการสร้างความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่พบเห็น (สิ่งที่เรียนรู้ใหม่) กับความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิม

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ อธิบายคำว่า “ความรู้”ว่า บุคคลแต่ละคน พยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า Schema โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็นความเชื่อ ความเข้าใจ ของ คำอธิบายความรู้ของบุคคลนั้น ๆ

องค์ประกอบแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ คือ ผู้เรียนสร้างความหมายโดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายทอดจากครู ไปสู่ผู้เรียนได้ แต่จะถูกสร้างขึ้นในสมองของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับโลกภายนอก โครงสร้างทางปัญญาหรือความรู้ที่ผู้เรียนมีนี้ มักจะไม่สอดคล้องกับความรู้ที่ระบุไว้ในตำราความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมและคลาดเคลื่อนจากหลักการและความรู้ที่จัดเป็นแนวคิด หรือมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions, Alternative concepts, Alternative frameworks, Home grown concepts หรือ Intuitive concepts) ผู้เรียนจะใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนหรือทำนายเหตุการณ์องค์ประกอบที่ 2 ของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ คือ โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด (Mental effort) จัดเป็นกระบวนการทางจิตวิทยา หากการใช้ความรู้เดิมของตนเองทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของเขาคงเดิม และมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้การคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่เพียเจต์ เรียกว่า เกิดภาวะไม่สมดุล(Dis-equilibrium) เมื่อเกิดความขัดแย้งระหว่างการคาดคะเนและการสังเกตขึ้น ผู้เรียนมีทางเลือก 3 ทางคือ

1. ไม่ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง แต่ปฏิเสธข้อมูล จากประสาทรับสัมผัสหาเหตุผลที่จะหักล้างข้อมูล จากประสาทรับสัมผัสออกไป จัดเป็นความเฉื่อยชาทางปัญญา (cognitive inertia) มีหลักฐานจากงานวิจัยพบว่า การยกเลิกหรือปรับเปลี่ยน schema ของแต่ละบุคคลเกิดขึ้นได้ยากจะไม่สนใจข้อมูลใหม่ที่ได้จากการระบบประสาทรับสัมผัส แต่จะยึดติดกับโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง

2. ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญา ไปในทางที่การคาดคะเนนั้นเป็นไป ตามประสบการณ์หรือการสังเกตมากขึ้น ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น

3. ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ

องค์ประกอบที่ 3 ของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ คือ โครงสร้างทางปัญญาเปลี่ยนแปลงได้ยาก ถึงแม้จะมีหลักฐานจากการสังเกตที่ขัดแย้งกับโครงสร้างนั้นการเชื่อมโยงระหว่างโลกภายนอกและโลกภายในของผู้เรียน เกิดขึ้นผ่านระบบประสาทรับสัมผัส และกลไกทางประสาท สรีรวิทยา ชีวเคมี การไหลของข้อมูลจากการสัมผัสไปสู่โครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่ากระบวนการดูดซึม (Assimilation) หากความคาดหวังของผู้เรียน ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์จากการสังเกตจะเกิดภาวะไม่สมดุล (Dis-equilibrium) ภาวะไม่สมดุลดังกล่าว จะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่า กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) แล้วทำให้การคาดคะเนสอดคล้องกับประสบการณ์ตรงมากขึ้น กระบวนการปรับ Schema จัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น คือ สภาพที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น เด็กจะสร้างแนวคิดหลัก และเกิดการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องมีการเรียนการสอนภายในห้องเรียนเท่านั้น แต่การเรียนรู้จะได้จากสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ นอกจากนี้การเรียนรู้ตามแนวคิดของคอนสตรัคติวิสต์ จะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น Active process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่า ซึ่งจัดเป็น Passive process จะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าที่จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้
2. ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิม ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ
3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่ผู้เรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่
4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

โดยสรุปจะเห็นว่าทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นแนวคิดของปรัชญาการสร้างความรู้ โดย การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวบุคคลหรือผู้เรียน และบุคคลหรือผู้เรียนต้องเป็นผู้สร้างสรรคความรู้เอง จากการสัมผัสสิ่งทีพบเห็นกับความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่

เดิม เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีพื้นฐานแนวคิดมาจากทฤษฎีนี้ และมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการจัดการเรียน การสอนทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A theory of meaningful verbal learning)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) สรุปเขียนสรุปทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ไว่ดังนี้ ออซูเบล (Ausubel, 1963) เป็นนักจิตวิทยาที่เสนอทฤษฎีหาหลักการการเรียนรู้ ที่เรียกว่า "Meaningful verbal learning"

1. ทฤษฎีการเรียนรู้

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบลเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และ มีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อม โยง (Subsumme) สิ่งทีเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ในโครงสร้าง สติปัญญาับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว

1.2 ออซูเบลให้ความหมายการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) ว่าเป็น การเรียนที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอน อธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ทราบและผู้เรียนรับฟัง ด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรีรญู้กับ โครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ ในความทรงจำ และจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต

1.3 ออซูเบลได้เสนอแนะเกี่ยวกับ (Advance organizer) เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้ เรียนรู้ที่มีความหมายจากการสอนหรือบรรยายของผู้สอน โดยการสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง ความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ที่มีความหมายที่ไม่ต้องท่องจำ

2. การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.1 ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอนและก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่ ควรมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องทีเรียนใหม่ หรือไม่ ถ้ายังไม่พอก็ต้องจัดให้ก่อน

2.2 ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างเชื่อมโยง ระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

2.3 ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ที่มีความ หมายจากการสอนหรือบรรยายของผู้สอน

2.4 ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการจัดเรียงข้อมูล ข่าวสารที่ต้องการให้เรีรญู้ออกเป็นหมวดหมู่

2.5 ผู้สอนควรนำเสนอกรอบ หลักการกว้าง ๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

2.6 ผู้สอนควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อที่สำคัญ และบอกให้ทราบเกี่ยวกับหัวข้อสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีมาก่อนที่มีในโครงสร้างในสติปัญญาของผู้เรียนมาแล้ว ซึ่งมี ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยในการเรียนรู้ที่มีความหมาย จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ข้อมูลดังกล่าวอย่างละเอียด ซึ่งการฝึกฝนเทคนิคในการเรียนรู้เพื่อให้เราสามารถรับรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ข้อมูลที่มีความหมาย อีกช่วยพัฒนา ความจำให้กับนักเรียนจนสามารถจดจำข้อมูลดังกล่าวได้อย่างถาวร

2.3 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Information processing theory)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) ได้สรุปเขียนสรุปทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล ไว้ดังนี้

ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล นำเสนอโดย Klausmeier ซึ่งเป็น การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ ด้วยการทำงานของสมอง โดยมีแนวคิด ว่าการทำงานของสมองมีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์

1. ทฤษฎีการเรียนรู้

Klausmeier ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบของคอมพิวเตอร์กับการ ทำงานของสมอง ที่มีขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ การรับข้อมูล (Input) โดยผ่านทางอุปกรณ์ หรือเครื่องรับข้อมูล การเข้ารหัส (Encoding) โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ (Software) การส่ง ข้อมูลออก (Output) โดยผ่านทางอุปกรณ์

กระบวนการประมวลผลข้อมูลเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัส ทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งการบันทึกจะขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบ 2 ประการ คือ การรู้จัก (Recognition) และความสนใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่ง เร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จักหรือมีความสนใจ สิ่งเร้านั้นจะได้รับการบันทึกลงในความจำ ระยะสั้น (Short-term memory) ดำรงคงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัดมาก แต่แต่ละบุคคลมีความสามารถในการจำระยะสั้นที่จำกัด คนส่วนมากจะสามารถจำสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้เพียงครั้งละ 7 ± 2 อย่าง เท่านั้น ในการทำงานที่จะเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้ใช้ชั่วคราว อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการ ช่วยจำ เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำ ๆ กันหลายครั้งซึ่งจะสามารถช่วยให้จดจำไว้ใช้งานได้ การเก็บข้อมูลไว้ใช้ในภายหลัง สามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวลและ

เปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long term memory) ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การท่องซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หรือการทำข้อมูลให้มีความหมายกับตนเอง โดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรารู้สิ่งใหม่กับสิ่งเก่าที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการขยายความคิด (Elaborative operations process) ความจำระยะยาวนี้มี 2 ชนิด คือ ความจำที่เกี่ยวกับภาษา (Semantic) และความจำที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ (Episodic) นอกจากนั้นแล้วยังอาจแบ่งได้เป็น 2 ประการ คือความจำประเภทกลไกที่เคลื่อนไหว (Motor memory) หรือความจำประเภทอารมณ์ความรู้สึก (Affective memory) เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลจะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมามี บุคคลจำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (Decoding) จากความจำระยะยาวนั้น และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว หรือการพูด สมองตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กระบวนการของการประมวลข้อมูลของมนุษย์

2. การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.1 เนื่องจากการรู้จัก (Recognition) มีผลต่อการรับรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง หากเรารู้จักสิ่งนั้นมาก่อนเราก็มักจะเลือกรับรู้สิ่งนั้น และนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำต่อไป การที่บุคคลจะรู้จักสิ่งใดก็ย่อมหมายความว่า บุคคลรู้หรือเคยมีประสบการณ์กับสิ่งนั้นมาก่อน ดังนั้นการนำเสนอสิ่งเร้าที่ผู้เรียนรู้จักหรือมีข้อมูลอยู่แล้วจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนหันมาใส่ใจและรับรู้สิ่งนั้น ซึ่งผู้สอนสามารถเชื่อมโยงไปถึงสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นได้

2.2 เนื่องจากความใส่ใจ (Attention) เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการรับข้อมูลเข้ามาในความจำระยะสั้น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจึงควรจัดสิ่งเร้าในการเรียนรู้ให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนใส่ใจและรับรู้สิ่งนั้น และนำไปเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะสั้นต่อไป

2.3 เนื่องจากข้อมูลที่ผ่านการรับรู้แล้ว จะถูกนำไปเก็บไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาพบว่า จะคงอยู่เพียง 15-30 วินาทีเท่านั้น ดังนั้นหากต้องการที่จะจำสิ่งนั้นนานกว่านี้ ก็จำเป็นต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น การท่องซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง หรือการจัดสิ่งที่เป็นหมวดหมู่ ง่ายแก่การจำ เป็นต้น

2.4 หากต้องการจะให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระใด ๆ ได้เป็นเวลานาน เนื้อหาสาระนั้นจะต้องได้รับการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเข้าหน่วยความจำระยะยาว วิธีการเข้ารหัสสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การท่องจำซ้ำ ๆ การทบทวน หรือการใช้กระบวนการขยายความคิด (Elaborative operation process) ซึ่งได้แก่ การเรียบเรียง การผสมผสาน การขยายความ และการสัมพันธ์ความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

2.5 ข้อมูลที่ถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะสั้นหรือระยะยาว แล้วสามารถเรียกออกมาใช้งานได้ โดยผ่าน “Effector” ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นพฤติกรรมทางวาจาหรือการกระทำให้บุคคลแสดงความคิดภายในออกมาเป็นพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ การที่บุคคลไม่สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่เก็บไว้ได้อาจจะเป็นเพราะไม่สามารถเรียกข้อมูลให้ขึ้นถึงระดับจิตสำนึกได้ (Conscious level) หรือการลืมขึ้น

2.6 การที่ผู้เรียนรู้ตัวและรู้จักการบริหารควบคุมกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิดของตนก็จะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถสั่งงานให้สมองกระทำการต่าง ๆ อันจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้ เช่นหากผู้เรียนรู้ตัวว่า เรียนวิชาใดวิชาหนึ่งไม่ได้ดี เพราะไม่ชอบผู้สอนที่สอนวิชานั้น ผู้เรียนก็อาจหาทางแก้ปัญหานั้น โดยอาจสร้างแรงจูงใจให้กับตนเองหรือใช้เทคนิคกลวิธีต่าง ๆ เข้าช่วย

จะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนถึงคราวจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เรียน สิ่งสำคัญมากคือประสิทธิภาพในการดึงข้อมูลนั้นมาใช้ว่าสามารถดึงมาใช้ได้รวดเร็ว และถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนก็ควรหาวิธีการเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียกใช้ข้อมูลที่เรียนรู้ไปให้เกิดแก่นักเรียนด้วย

3. วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น เป็นการสอนที่ครูวิทยาศาสตร์มักจะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยจะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิม ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับความเป็นมาและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

3.1 วิวัฒนาการของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

Morrison-McGill (2013) ได้กล่าวถึงความหลากหลายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ดังนี้ วัฏจักรการเรียนรู้โดยทั่วไปมักนำไปใช้ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ อย่างเช่นวัฏจักรการเรียนรู้ของ Bybee ซึ่งประกอบด้วย 5 ชั้นตอนย่อย ทุกชั้นตอนขึ้นต้นด้วยตัวอักษร “E” แต่อย่างไรก็ตามยังมีวัฏจักรการเรียนรู้แบบอื่น ๆ อีก พบว่าวัฏจักรการเรียนรู้แรกสุดนำเสนอโดย Robert Karplus มี 3 ชั้นตอน คือ Exploration, Concept introduction และ Concept application ลำดับต่อมาคือวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ชั้นพัฒนาโดย EDC (Education Development Center) ประกอบไปด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้ คือ Getting started , Exploring and discovering, Processing for meaning และ Extending the learning experience แต่อย่างไรก็ตาม Ebert , E.S. II, Ebert, C. and Bentle, M.L (2014) ได้ใช้คำที่แตกต่างออกไป คือ Introduction, Exploration, Concept development และ Application และเมื่อปี ค.ศ. 2013 Eisenkraft ได้เสนอวัฏจักรการเรียนรู้ใหม่ โดยเพิ่มขึ้น Elicit ก่อน

Engage และเพิ่มขึ้น Extend ถัดจากขั้น Evaluate ของวัฏจักรการเรียนรู้ของ Bybee ได้เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

นอกจากนี้ Morrison-McGill (2013) ยังให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่ากระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมายด้วยความคิดของตนเอง โดยให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หรือโดยการอภิปรายกับนักเรียนคนอื่น จากการเรียนรู้โดยการสำรวจ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้ความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนทุกคนเข้าไปยังสิ่งแวดล้อมที่เคยมีความรู้มาก่อนแล้ว หลังจากนั้นนักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยฐานความรู้เก่าด้วยตนเอง

และ Renn, Karafyllis, Hohlt, and Taube (2015) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ไว้ดังนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ช่วยเตือนบางสิ่งบางอย่างแก่ครู เช่น เป็นบทเรียนที่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ก่อน พยายามเปิดโอกาสให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ก่อนการอธิบายผลการสังเกตและสรุปผล ถามความรู้เดิมของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบก่อนการอธิบายผลการสังเกตและสรุปผล หลังจากนั้นครูช่วยนักเรียนขยายความรู้จากประสบการณ์การเรียนรู้สู่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้น หรือขยายความรู้ไปสู่สิ่งใหม่ซึ่งเป็นตัวอย่างของการถ่ายโอนความรู้ ในระยะต่าง ๆ ของการเรียนรู้ ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันประเมินความเข้าใจของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ไปใช้ว่า สามารถนำไปใช้เป็นแม่แบบในการเริ่มต้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังนำไปตรวจสอบความสมบูรณ์ของแผนการสอนได้ด้วย กล่าวคือ หลังจาก เขียนแผนการสอนออกได้ในเบื้องต้น ครูควรตรวจสอบความเรียบร้อยในแต่ละขั้นตอนอีกครั้งว่าครบถ้วนเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอหรือไม่สมบูรณ์ก็ควรปรับปรุงแผนการสอนให้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น หากพบว่าขั้นสร้างความสนใจให้กับนักเรียนยังน้อยเกินไป ครูก็สามารถเพิ่มเติมข้อมูลในขั้นตอนนี้ให้มากขึ้นได้ เป็นต้น

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้น ให้เด็กได้แสดง ความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเพิ่มเติมส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. **ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement phase)** เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่ง เรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase)** เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. **ขั้นอธิบาย (Explanation phase)** เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการ วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase)**เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง เกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา ประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้าง ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ - ประสพการณ์เดิมของนักเรียน - เดิมเต็มประสพการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - ระบายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ โดย - ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
4. อธิบาย (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียน ได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา - ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<p>ความรู้ที่เรียนมาไป ปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท</p> <ul style="list-style-type: none"> - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ อธิบายความรู้ความ เข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มี อยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นัก เรียนได้เรียนรู้ 	
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งแต่นักเรียนในการนำ ความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะ นักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่า นักเรียนได้เปลี่ยนความ คิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเอง เกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะ กระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดใน ประเด็นต่าง ๆ หรือ สถานการณ์ที่กำหนดได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัย ประจักษ์พยานหลักฐาน และ คำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของ ตนเอง จากกิจกรรม สํารวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือ ประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่ง เสริมให้มีการนำกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการ สำรวจตรวจสอบต่อไป
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อ คำถามตามประเด็น ที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้ เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ ใหม่	เนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการ นำความรู้ไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวัน

โดย ประสาท เนืองเฉลิม ที่มาข้อมูล : วารสารวิชาการ ปีที่ 10 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2550

Remn et al. (2015) สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ไว้ดังนี้
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

ตรวจสอบความรู้เดิม “คุณมีความรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับเรื่อง...”

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ

กระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้เหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด (Discrepant event) การเล่า
เรื่อง แสดงวัตถุหรือภาพต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา

มอบหมายงานให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือทำด้วยตนเอง อย่างเช่นการใช้วัตถุตาม
ธรรมชาติ หรือใช้แบบจำลองเพื่อตรวจสอบข้อคำถามหรือเหตุการณ์ ให้นักเรียนทำนาย พัฒนา
สมมติฐาน ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูล เขียนสรุป และอื่น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย แนะนำแนวคิด นิยาม อธิบายแนวคิด และสรุปผลที่ได้จากการสำรวจ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ ให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้รู้ไปประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ ให้ยากขึ้น แต่
คล้ายกับคำถามเดิม และให้นักเรียนทำการสำรวจโดยใช้แนวคิด

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ใช้การประเมินแบบเป็นทางการ (Formative assessment) ตั้งแต่
ขั้นตอน ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม จนถึงขั้นประเมินผล ตัวอย่างเช่น การออกแบบการ
ตรวจสอบ การแปลความหมายข้อมูล หรือตรวจสอบโดยการถามคำถาม ดูพัฒนาการ พัฒนาการคือ
การเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ต้องการของแต่ละห้อง ซึ่งเกิดขึ้นได้จากทุกส่วน ยกเว้นในตอนเริ่มต้น
เท่านั้น

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ ให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดไปใช้ในบริบทที่ต่างออกไป

นอกจากนี้แล้ว Bentley, Ebert II and Ebert (2007) ยังได้ขยายความการจัดการเรียนการสอน
สอนแบบวัฏจักร 7 ชั้นแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

จุดประสงค์ของขั้นตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อให้ครูทราบว่านักเรียนมีข้อมูลใดอยู่ในมือแล้วบ้างก่อนเริ่มสอน โดยอาจใช้กลยุทธ์ KWL หรือให้นักเรียนได้พูดอภิปรายบางสิ่งบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา กระทำโดยการเลือกนักเรียนแล้วให้พูดถึงความรู้พื้นฐานหรือแนวคิดหลักของบทเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นสร้างความสนใจมีเจตนาในกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนตั้งความสนใจเกี่ยวกับหัวเรื่อง โดยในการตั้งความสนใจสามารถทำได้หลายวิธี เช่น แสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน สิ่งที่น่าสนใจ โดยเกิดตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น คำถามที่ท้าทาย รวมถึงปัญหาเพื่อการแก้ไข เหตุการณ์ไม่คาดคิด คือสถานการณ์บางอย่างซึ่งไม่เกิดขึ้นแต่คนมักคิดว่าน่าจะเกิดขึ้น อย่างเช่น คุณคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าเอาเข็มแทงเข้าไปในลูกโป่ง นั่นคือถ้าเข็มแทงเข้าไปแล้วลูกโป่งไม่แตก เหตุการณ์นี้คือเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา

ขั้นสำรวจค้นหาเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้พลังงานมากที่สุดสำหรับนักเรียน โดยให้นักเรียนเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ตรวจสอบแนวคิดในการเรียนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทําให้มิติทางสังคมเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนพูดคุยหรือแบ่งปันเพื่อนคนอื่น ๆ ในขณะที่ช่วยกันทำงาน มอบหมายงานให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือทำด้วยตนเอง หน้าที่ของครู คือคอยช่วยเหลือ และสนับสนุนเมื่อนักเรียนต้องการ ท้ายทายนักเรียนเสริมความคิดของนักเรียน ในขณะที่สำรวจค้นหา ดังนั้น เป้าประสงค์ของขั้นสำรวจค้นหา คือ จัดให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สร้างความเข้าใจแนวคิดด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย

ขั้นนี้นักเรียนรายงานข้อมูลและข้อค้นพบต่อชั้นเรียน ความรู้เดิมและแนวคิดต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นโดยเองจะถูกนำมาใช้ในขั้นอธิบาย ครูอภิปรายในสิ่งที่ถูกต้อง ให้คำนิยามที่เหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งคือช่วยนักเรียนแก้ไขข้อบกพร่องในข้อค้นพบที่ไม่ถูกต้อง ทั้งหมดในขณะนี้คือครูจะชี้แนะนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งตามที่คาดไว้ในทางวิทยาศาสตร์ เป้าหมายของขั้นอธิบาย คือเป็นการเปิดโอกาสให้มีการใช้คำพูดและให้มีความเข้าใจในแนวคิดที่ตรงกัน สิ่งที่ครูใช้ในการทำความเข้าใจเนื้อหาให้ตรงกันมักจะเป็นหนังสือ หรือสื่อการเรียนรู้อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

ถ้านักเรียนเข้าใจเนื้อหาใหม่ นักเรียนก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งใหม่ได้แต่ต้องเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการถ่ายโอนสิ่งที่เรียนรู้

ไปยังบริบท หรือขอบเขตของความรู้อื่น การประยุกต์ใช้ความรู้ไปยังสถานการณ์อื่นอาจรวมถึงการแก้ปัญหาเชิงตัวเลข หรือจัดให้และสำรวจคำถามที่แตกต่าง (แต่มีลักษณะคล้าย ๆ) ออกไป

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

จุดประสงค์ของขั้นประเมินผลของวัฏจักรการเรียนรู้ คือเพื่อประเมินความเข้าใจเนื้อหา การเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้

เป้าหมายของขั้นนี้คือจัดให้มีการถ่ายโอนความรู้ใหม่ไปยังบริบทที่แตกต่างไปจากเดิม อย่างเช่นหลังจากเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รวมถึงเรื่อง โมเมนตัม ให้นักเรียนได้ตรวจสอบ การใช้เข็มขัดนิรภัยและถึงลมในรถยนต์ว่ามีการทำงานอย่างไร ขั้นนี้เป็นการท้าทายนักเรียนว่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสิ่งที่เรียนไปได้หรือไม่ วัฏจักรการเรียนรู้ไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่มีลักษณะเป็นวัฏจักรดังชื่อ เราอาจเลือกที่จะขยายหัวข้อการเรียน โดยใช้ขั้นนำความรู้ไปใช้เป็น ตัวอย่างในการเริ่มต้นวัฏจักรการเรียนรู้ใหม่ คำถามหรือความท้าทายในขั้นนำความรู้ไปใช้จะเป็น การเริ่มต้นขั้นตรวจสอบความรู้เดิมอีกครั้งเพื่อให้นักเรียนกลับไปยังความรู้เดิมเพื่อเรียนในหัวข้อ ถัดไป

โดยสรุปรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ พัฒนามาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น 2 ขั้นตอนคือขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม และขั้นการนำความรู้ไปใช้ทำให้กระบวนการจัดการ เรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับองค์ความรู้ใหม่ เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยวิธีการสืบเสาะ ซึ่งสามารถนำไปใช้จัดการเรียน การสอนทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีโดยสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวัฏจักรการ เรียนรู้ 5 ขั้น และระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ประเด็นเปรียบเทียบ	วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ผู้นำเสนอ	Bybee (1997)	Eisenkraft (2003)
จำนวนขั้น	5 ขั้น คือ Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluation	7 ขั้น คือ Elicit, Engage, Explore, Explain, Elaboration, Evaluation, Extend

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นเปรียบเทียบ	วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น	วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น
ความแตกต่างในแง่ของการจัดแบ่งชั้น	- Engage - Elaborate + Evaluate	- Elicit + Engage - Elaborate + Evaluate + Extend
จุดเริ่มต้นการจัดการเรียนการสอน	เร้าความสนใจ	ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน
จุดสิ้นสุดของการเรียนการสอน	การวัดและการประเมินผล	การนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น
ความยากง่ายในการต่อยอดองค์ความรู้ของนักเรียน	ยากกว่า	ง่ายกว่า
การส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย	ส่งเสริม	ส่งเสริมได้ชัดเจนกว่า
จุดเน้นของการส่งเสริมการถ่ายโอนความรู้ของนักเรียน	เน้น	เน้นเป็นพิเศษ
โอกาสในการมองข้ามการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	มี	ไม่มี

3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น

ได้นำเสนอตัวอย่างของการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อการเกิดเงาไว้ดังนี้

ซึ่งในในบทเรียนเรื่องเกิดเงา นักเรียนเรียนรูมาแล้วว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงและสังเกตว่าเงาเกิดขึ้นได้อย่างไร นักเรียนพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่าเงาเกิดขึ้นได้อย่างไร ครูเริ่มบทเรียนโดยการตั้งข้อสังเกตว่าเมื่อเธออยู่ด้านนอกระหว่างเดินทางมาโรงเรียน เธอจะมองเห็นเงาของตัวเอง ตอนนี้อยู่ในห้องเรียนดูเหมือนว่าเงาจะหายไป เธอถามคำถาม “เงาของเธอหายไปไหน” “ฉันต้องทำอะไรบ้างเพื่อให้ได้เงาคืนมา” จุดประสงค์ของการสังเกตความสัมพันธ์นี้เพื่อ “เร้าความสนใจ” ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเริ่ม “ตรวจสอบความรู้เดิม” หลังจากนั้นถามนักเรียนต่อว่าเงาของหนูสามารถใหญ่เท่าเงาของช้างได้หรือไม่ ครูฟังคำตอบของนักเรียนโดยยังไม่

บอกคำตอบที่ถูกต้อง หรือดูเหมือนจะให้คำตอบที่ถูกต้อง คำถามนี้ถามเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความรู้เดิม

ให้นักเรียนทำการสำรวจเกี่ยวกับเงา โดยครูแจกเทียนไข กระจกใส โพสอิทขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก แล้วให้นักเรียนทำการตรวจสอบว่าเขาสามารถทำให้กระจกทั้งสองมีเงาขนาดเท่ากันได้หรือไม่ (เหมือนกับเงาของหนูและเงาของช้าง) นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำงานให้เสร็จภายใน 10 นาที หลังจากนั้นครูถามนักเรียนให้ “อธิบาย” ว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการเปลี่ยนขนาดของเงา เขาได้แสดงหลักฐานทางด้านคำพูดว่า “เพื่อทำให้เงามีขนาดใหญ่ขึ้น ฉันสามารถ...” เพื่ออธิบายต่อ “อธิบาย” ทำไมจึงเกิดขึ้นแบบนั้น นักเรียนจำเป็นต้องใช้ข้อเท็จจริงที่ว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง แล้วมีหลักฐานอะไรในการกล่าวแบบนี้ นักเรียนบางคนอาจอ้างถึงรังสีของแสงที่ออกมาจากก้อนเมฆ ในขณะที่นักเรียนคนอื่นอาจอ้างถึงลำแสงระหว่างการแสดงเลเซอร์ ซึ่งสามารถเขียนแผนผังแสดงลำแสงขึ้นเพื่ออธิบายบริเวณที่เกิดเงาโดยอยู่บนข้อเท็จจริงที่ว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง

หลังจากนั้นนักเรียนวาดแผนผังทางเดินของแสง โดยอาจมีความแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับขนาดของกระจกใส ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสง หรือระยะห่างระหว่างจอร์บภาพ ถามนักเรียนต่อไปว่าถ้าแผนผังทางเดินของแสงมีความคงเส้นคงวากับสิ่งที่ตรวจสอบมาแล้ว แผนผังทางเดินของแสงสามารถใช้ในการตรวจสอบขนาดของเงาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสามเหลี่ยมคล้ายหรือเรื่องสัดส่วน เมื่อลองตรวจสอบอย่างละเอียดพบว่าบริเวณที่เกิดเงา นักเรียนจะเห็นแถบของเงาไม่ได้แยกออกเป็นเส้นมืดกับเส้นสว่างอย่างชัดเจนแต่จะมีแถบบาง ๆ อยู่ด้วยซึ่งก็คือแถบสีเทา ส่วนของ “การขยายความรู้” เนื้อหาส่วนนี้เกี่ยวกับการให้นักเรียนพยายามขยายขอบเขตแบบจำลองของรังสีของแสงเพื่ออธิบายพื้นที่บริเวณสีเทา ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายสิ่งนี้ได้โดยระลึกว่าเทียนไขเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดลำแสงขึ้น แสงทั้งหมดไม่ได้ออกมาจากจุดจุดเดียวเหมือนกับแผนผังต้นแบบแต่จะมีแสงบางส่วนออกมาจากเหนือเทียนไข บางส่วนออกมาจากด้านล่างของเทียนไข ท้ายที่สุด จากบทเรียนเรื่องเทียนไขเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ “นำความรู้ไปใช้” ทางด้านฟิสิกส์เพื่ออธิบายการเกิดเงาของโลกบนดวงจันทร์ในขณะที่เกิดปรากฏการณ์ จันทรุปราคา หรือเงาของดวงจันทร์ที่เกิดบนโลกในขณะที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา

ในครั้งนีผู้วิจัยได้ศึกษาตัวอย่างของการเขียนแผนการสอน โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเองเพื่อให้เป็นไปตามเป้าประสงค์ของการขยายขั้นตอนการเรียนรู้มาเป็น 7 ขั้นตอนได้อย่างครบถ้วน

4. ผังกราฟิก (Graphic organizer)

4.1. ลักษณะของผังกราฟิก

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเทคนิคผังกราฟิก ดังนี้
 กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง การฝึกให้ผู้เรียนจัดกลุ่มความคิดรวบยอดของตน เพื่อให้เห็นภาพรวมของความคิดเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเป็นภาพสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้ง่าย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง แบบของการสื่อสาร เพื่อให้นำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกตเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2544) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง แบบของการสื่อสารที่ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เข้าใจง่าย กะทัดรัด ชัดเจน แผนผังกราฟิกได้มาจากการรวบรวมข้อมูล หรือสาระจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งการจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลขหรือการสรุปแล้วจึงเลือกแผนผังกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามลักษณะของเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

สุวิทย์ มูลคำ (2547) กล่าวถึง ผังกราฟิกว่า หมายถึง กรอบมโนทัศน์ ผังมโนทัศน์ ผังมโนภาพ ผังมโนมิติ แผนผังทางความคิด ที่มีผู้เสนอไว้มากมาย ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ จะทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ

ดวงกมล สนเพ็ง (2551) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง แบบสำหรับนำเสนอข้อมูล หรือข้อความรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่เชื่อมโยงกันในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย จดจำได้เร็ว จดจำได้นาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง แผนผังรูปภาพที่แสดงความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างมีระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ กันเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่กระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดเป็นระบบระเบียบสามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้ เนื้อหาสาระนั้น ๆ ได้ง่ายและยาวนาน เนื่องจากมีความเชื่อว่า คนเราจะ

สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปภาพได้ดีกว่าตัวหนังสือ ดังนั้นผังกราฟิกจึงเป็นการประมวลความคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ และอธิบายได้ชัดเจน รวมทั้งสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและเกิดความคิดได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับคำว่าหนึ่งภาพดีกว่าคำพูดเป็นพันคำ

ทิตนา แคมมณี (2552) กล่าวว่า ผังกราฟิก เป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือจะช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลให้เป็นระเบียบและอยู่ในรูปแบบที่อธิบายแล้วเข้าใจและจดจำได้ง่าย

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, หน้า 253 อ้างอิงใน Doug & Melissa, 1999) กล่าวว่า ผังกราฟิก เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับใช้ในการเรียนการสอน มีหลายรูปแบบสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด แบบต่าง ๆ ของผังกราฟิกแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

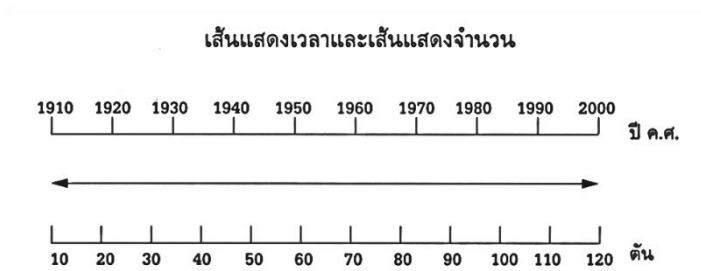
การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning theory) และการจัดเนื้อหาสาระก่อนเรียน (Advance organizer) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, หน้า 253 อ้างอิงใน Ausubel, 1968) หลังจากปี 1968 ถึงประมาณปี 1975 ได้เกิดแผนภาพในรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นมากกว่า 20 ชนิด แล้วเรียกชื่อใหม่ว่า ผังกราฟิก (Graphic organizer)

สรุปได้ว่า ผังกราฟิกเป็นแผนภาพการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้เป็นภาพหรือข้อความที่บรรจุข้อมูลสำคัญไว้โดยข้อมูลมีการเชื่อมโยงกันอย่างมีระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ กัน ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความคิดรวบยอดหรือวิธีคิดของผู้สร้างแผนภาพนั้น และยังช่วยให้ผู้สร้างจดจำความรู้ได้ง่ายและยาวนาน

4.2 ประเภทของผังกราฟิก

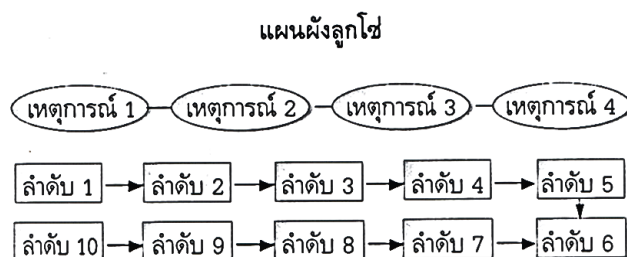
นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรูปแบบของเทคนิคผังกราฟิก ดังนี้
วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2544 , หน้า 97-104) กล่าวถึงประเภทของผังกราฟิกดังนี้

1. แผนผังกราฟิกเสนอเป็นเส้นตรง (Line graphs)



ภาพที่ 2 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นเส้นตรง

2. แผนผังกราฟิกเสนอเป็นขั้นตอน หรือเรียงลำดับเหตุการณ์ (Sequence organizers)



ภาพที่ 3 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นขั้นตอน

3. แผนผังกราฟิกเสนอเป็นลำดับขั้น (Step chart) เป็นการฝึกความคิดแบบจัดลำดับขั้นของเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหลังตามลำดับ ช่วยให้เห็นลำดับของเหตุการณ์ฝึกการมองแบบสายรุ้ง ไม่มองอะไรเพียงจุดเดียว การมองภาพต้องมองจากซ้ายสุดไปขวาสุด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมความคิดและพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรอบด้านแบบองค์รวม ทำได้โดยการสร้างเส้นลำดับ และแบ่งเป็นช่วงเท่า ๆ กัน 4-5 ช่วง แล้วนำเรื่องที่ต้องการศึกษามาวิเคราะห์ให้เห็นถึงรายละเอียดของเหตุการณ์เป็นขั้นตอน



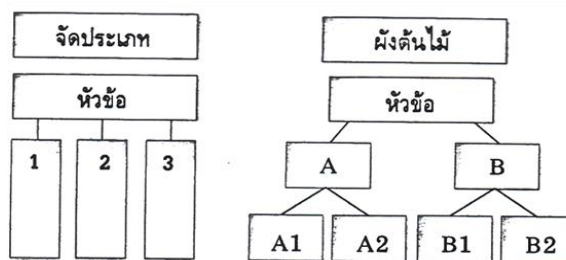
ภาพที่ 4 แผนผังความคิดแบบเส้นลำดับหรือแบบสายรุ้ง

4. แผนผังกราฟิกเสนอเป็นภาพการ์ตูนหรือแผ่นรูปภาพ (Cartoon picture strip)

ภาพ 1	ภาพ 2	ภาพ 3	ภาพ 4	ภาพ 5

ภาพที่ 5 แผนผังกราฟิกเสนอเป็นภาพการ์ตูนหรือแผ่นรูปภาพ

5. แผนผังกราฟิกเสนอการจัดลำดับประเภทและการจำแนกประเภท (Categorize and classify organizers)



ภาพที่ 6 แผนผังกราฟิกเสนอการจัดลำดับประเภทและการจำแนกประเภท

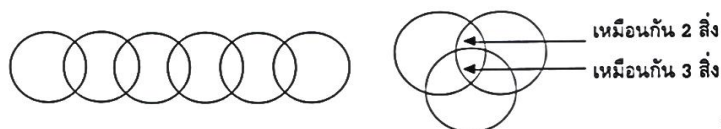
6. แผนผังกราฟิกเสนอการเปรียบเทียบสิ่งเหมือนและสิ่งต่าง (Compare/Contrast organizers) หรือแผนผังรูปแบบ Venn diagram เป็นการเขียนเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ของสิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปว่าส่วนใดที่มีความเหมือนกันหรือความต่างกัน ช่วยให้ผู้ใช้เรียนรู้จักความเหมือนและความต่างของสิ่งของ สถานที่ และบุคคล ดังนี้

6.1 เปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของสิ่งของ 2 สิ่ง เช่น เป็ดกับไก่มี ส่วนใดที่เหมือนกัน หรือต่างกัน



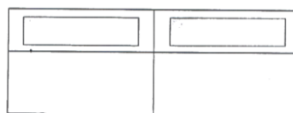
ภาพที่ 7 แผนผังกราฟิกเสนอการเปรียบเทียบสิ่งเหมือนและสิ่งต่าง

6.2 เปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของสิ่งของมากกว่า 2 สิ่ง เช่น เป็ด ไก่ นก มีส่วนใดที่เหมือนหรือต่างกัน



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของสิ่งของมากกว่า 2 สิ่ง

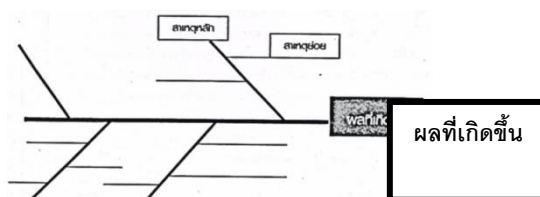
6.3 แผนผังตารางเปรียบเทียบ (A compare table map) เป็นการเขียนตารางเพื่อเปรียบเทียบสองสิ่งในประเด็นที่กำหนด



ภาพที่ 9 แผนผังตารางเปรียบเทียบ

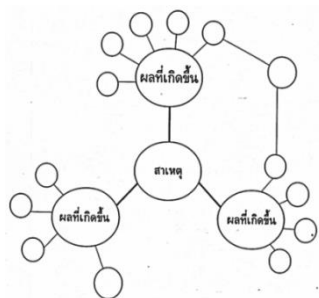
ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ผังกราฟิกมีหลายชนิด หลายรูปแบบ ดังนี้

1. ผังก้างปลา (A fishbone map) เป็นผังที่แสดงข้อมูลที่เป็นผลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นและจะแสดงให้เห็นถึงความคิดและการวิเคราะห์ แยกย่อย เพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหานั้น ๆ ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำสู่การแก้ปัญหา



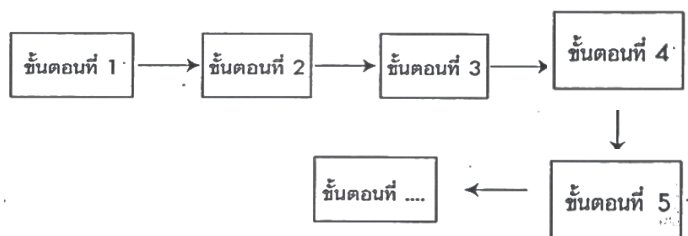
ภาพที่ 10 ภาพผังก้างปลา

2. ผังใยแมงมุม (A spider map) มีลักษณะเหมือนผังมโนทัศน์แต่ต่างกันว่า ผังมโนทัศน์จะแสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลตามลำดับของความคิด ส่วนผังใยแมงมุมจะแสดงถึงสิ่งที่ เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลตามมาจากสิ่งอื่น ๆ แสดงความเชื่อมโยงของข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกัน



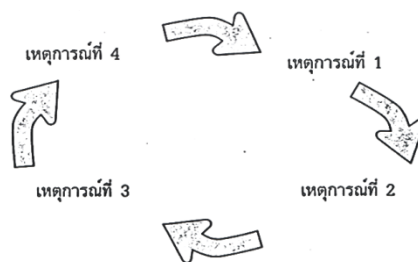
ภาพที่ 11 ผังใยแมงมุม

3. ผังลำดับขั้นตอน (A sequential map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ที่แสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด ซึ่งสำหรับจุดสิ้นสุด อาจมีต่อเนื่องเรื่อยไปอาจไม่มีที่สิ้นสุดก็ได้ เป็นการฝึกให้เด็กคิดไกล ๆ คิดเป็นขั้นตอน



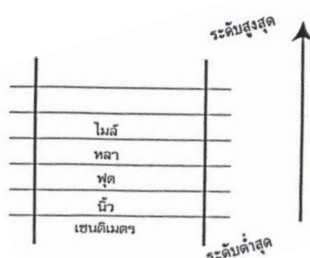
ภาพที่ 12 ผังลำดับขั้นตอน

4. ผังวัฏจักร (Circle map) เป็นผังลำดับขั้นตอนแบบหนึ่ง แต่ขั้นตอนต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลตามลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลมแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นและจุดจบวนเวียนอยู่เช่นนี้เรื่อยไป



ภาพที่ 13 ผังวัฏจักร

5. พังชั้นบันได (Ranking ladder) เป็นผังที่ใช้แสดงข้อมูลเพื่อเรียงลำดับของสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งขนาด รูปร่าง จำนวน ระยะทาง ที่บอกลักษณะความมาก - น้อย ใหญ่ - เล็ก สูง - ต่ำ หนัก - เบา สั้น - ยาว ยาก - ง่าย ไกล - ใกล้ เป็นต้น



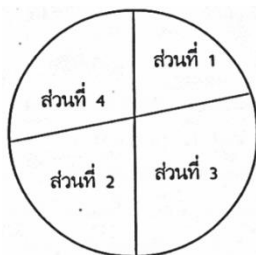
ภาพที่ 14 พังชั้นบันได

6. พังแบบต่อเนื่อง (Spectrum) เป็นผังที่แสดงความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งบุคคล สถานที่ เหตุการณ์ และสถานการณ์หลาย ๆ ด้านที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันทั้งด้านบวกและลบ ส่วนที่ดีและส่วนที่ไม่ดี เพื่อแสดงมุมมองรอบด้านไม่ให้มองอะไรเพียงด้านเดียว

ความคิด 1	ความคิด 2	ความคิด 3	ความคิดมุมมองด้านหนึ่ง
ความคิด 1	ความคิด 2	ความคิด 3	ความคิดมุมมองที่แตกต่าง

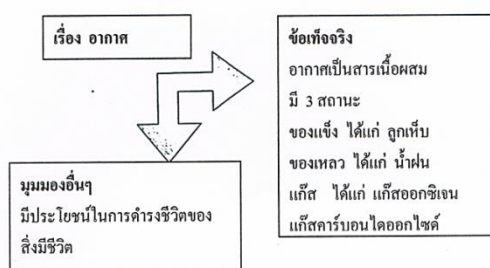
ภาพที่ 15 พังแบบต่อเนื่อง

7. แผนภูมิวง (Pie chart) เป็นผังที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลโดยการจัดหมวดหมู่หรือจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ หรือเซตย่อย



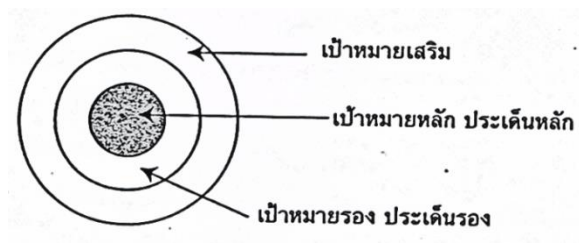
ภาพที่ 16 แผนภูมิวง

8. ฟังมองต่างมุม (Thinking at right angles) บางครั้งเรียกว่า Tara เป็นการนำเอาตัวอักษรตัวแรกของคำว่า Thinking at right angles มาเขียนเป็นคำใหม่ ฟังนี้มีลักษณะเป็นเส้น 2 เส้น ที่ชนกันเป็นรูปมุมฉาก ตรงปลายลูกศรด้านหนึ่งจะหมายถึงข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งเป็นข้อมูลจากเนื้อหาสาระที่เป็นที่ยอมรับหรือรับรู้กัน โดยทั่วไป แต่ปลายลูกศรอีกด้านหนึ่งจะหมายถึงข้อมูลที่นักเรียนจะต้องคิดให้แตกต่างออกไปไม่ให้เหมือนเดิม คิดในอีกมุมมองหนึ่ง หรืออาจแยกเป็นข้อเท็จจริงกับความรู้สึกที่แตกต่างไปจากข้อเท็จจริงที่มี ฟังมองต่างมุมนี้จะฝึกให้ผู้เรียนคิดได้หลายแง่มุม



ภาพที่ 17 ฟังมองต่างมุม

9. แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นผังที่จำแนกความคิดหรือจำแนกข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ โดยจำแนกเป็นเป้าหมายหลัก เป้าหมายรอง หรือกำหนดสิ่งที่เป็นคุณค่าแท้และเทียมของสิ่งต่าง ๆ สิ่งที่เป็นประโยชน์หลักกับประโยชน์รอง หรือสิ่งที่ดีที่สุดกับสิ่งที่รองลงมา เป็นแผนภูมิที่จะทำให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้



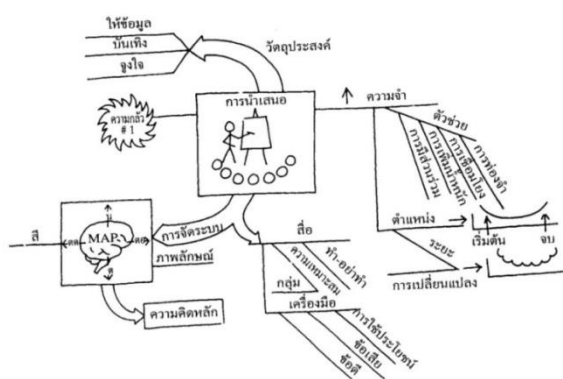
ภาพที่ 18 แผนภูมิเป้าหมาย

ทศนา แคมมณี (2552, หน้า 389 - 400) กล่าวว่า ผังกราฟิกที่นิยมใช้มีจำนวนมาก หลายรูปแบบสามารถนำไปใช้กับงานลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. ผังความคิด (A Mind map)

ผังความคิดเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ โดยมี ขั้นตอนหลัก ๆ ในการทำดังนี้

- 1.1 เขียนความคิดยอดหลักไว้ตรงกลาง แล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิด รวบรวมย่อย ๆ
- 1.2 เขียนคำที่เป็นตัวแทนความหมายของความคิดนั้น ๆ ลงไปและใช้รูปทรง เรขาคณิต แสดงระดับของคำ คำใดอยู่ในขอบเขตหรือระดับเดียวกัน ใช้รูปทรงเรขาคณิตเดียวกัน ล้อมกรอบคำนั้น
- 1.3 ลากเส้นเชื่อมโยงความคิด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ เส้น ที่ใช้อาจเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรืออาจใช้ลูกศร แสดงความเชื่อมโยงของความคิดต่าง ๆ
- 1.4 ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นตัวแทนความหมายของความคิดและความรู้สึก ต่าง ๆ
- 1.5 สร้างแผนผังความคิดให้สมบูรณ์ ตามความเข้าใจของตน



ภาพที่ 19 ผังความคิด เรื่อง การนำเสนอ

2. ผังมโนทัศน์ (A Concept map)

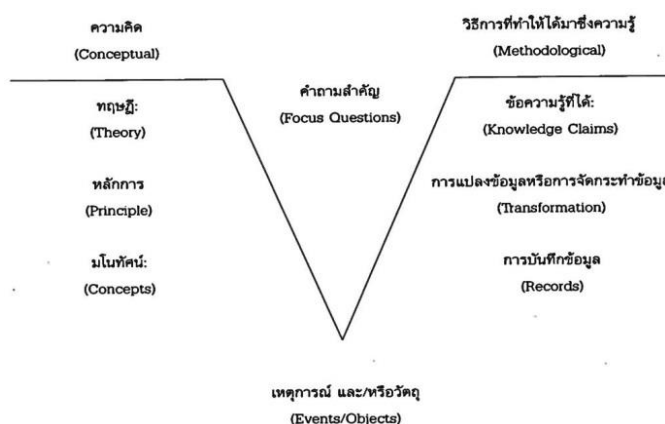
ผังมโนทัศน์เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 20 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

3. ผังวีไดอะแกรม (Vain diagram)

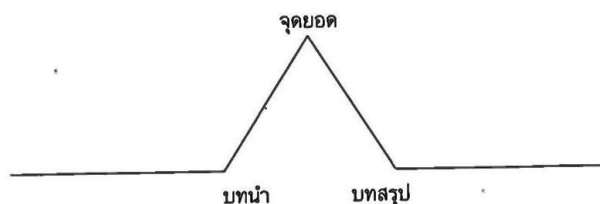
แผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติความรู้ และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังรูปตัววีเป็นแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน ลักษณะของแผนผังเป็นดังนี้



ภาพที่ 21 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี

4. ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot diagram)

ผังพล็อตไดอะแกรมเป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกัน ยืดยาว เหมาะสำหรับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพล็อตเรื่อง ซึ่งก็คือ เหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่องและเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอด คือ จุดสำคัญที่สุดของเรื่องแล้ว เหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง



ภาพที่ 22 ผังพล็อตไดอะแกรม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, หน้า 254 อ้างอิงใน Clark, 1990, pp. 64 - 68) ได้นำเสนอรูปแบบของผังกราฟิกเป็นกระบวนการคิด 2 แบบ คือ การคิดแบบอุปนัย (Inductive thinking) ที่เป็นการคิดจากส่วนย่อยเข้าสู่ส่วนโน้ตทัศน์ที่เป็นหลักการและการคิดแบบนิรนัย (Deductive thinking) ที่เป็นการคิดจากหลักการลงสู่สิ่งที่เฉพาะเจาะจง ผังกราฟิกที่นำเสนอแต่ละรูปแบบมีจุดมุ่งหมายลักษณะรูปร่าง และลักษณะของเนื้อหาที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การคิดแบบอุปนัย

1.1 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจหา และการเจาะประเด็น ได้แก่

1.1.1 การเขียนอิสระ

1.1.2 ไดอะแกรมใยแมงมุม

1.1.3 เส้นลำดับเหตุการณ์

1.1.4 กราฟ

1.2 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนก และการกำหนดมโนทัศน์ ได้แก่

1.2.1 ไดอะแกรมวงกลม

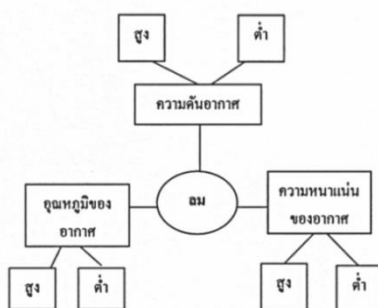
1.2.2 ตารางสัมพันธ์

2. การคิดแบบนิรนัย

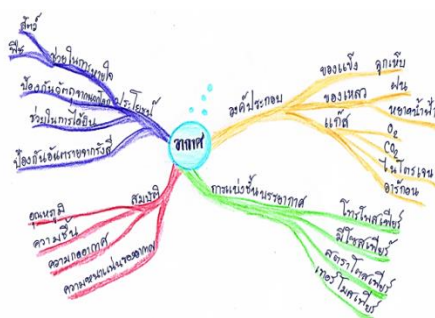
2.1 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ได้แก่ แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map)

2.2 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นได้แก่ ผังแสดงความเชื่อมโยงของเหตุและผล

2.3 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวางแผนแก้ปัญหา ได้แก่ กรอบปัญหาและการแก้ปัญหาจากการศึกษาประเภทของผังกราฟิกข้างต้น จะเห็นว่าผังกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีจำนวนมาก ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้น ได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน ซึ่ง สิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์ (2543, หน้า 69) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนว่าต้องให้ความสำคัญต่อการพิจารณาเลือกใช้ผังกราฟิกแบบต่าง ๆ เพื่อนำเสนอข้อความรู้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ โดยมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจนในการเลือกใช้ว่าผังกราฟิกแต่ละแบบเหมาะสมกับเนื้อหาลักษณะใด และนำเสนอเพื่อวัตถุประสงค์ใด ซึ่งผังกราฟิกที่นำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict Observe Explain (POE) คือ ผังมโนทัศน์ (Concept map) ผังความคิด (Mind map or Mind mapping) ผังใยแมงมุม (Spider map or Web diagram) ผังโครงสร้างต้นไม้ (Tree structure) ผังแบบขั้นบันได (Descending ladder or Time ladder map) ผังก้างปลา (Fishbone map) ผังวงกลมซ้อนหรือเวนนไดอะแกรม (Venn diagram) แผนภูมิวง (Pie chart) ซึ่งผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างผังกราฟิกที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมของเนื้อหาในเรื่อง บรรยากาศ ดังนี้



ภาพที่ 23 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ เรื่อง สาเหตุการเกิดลม



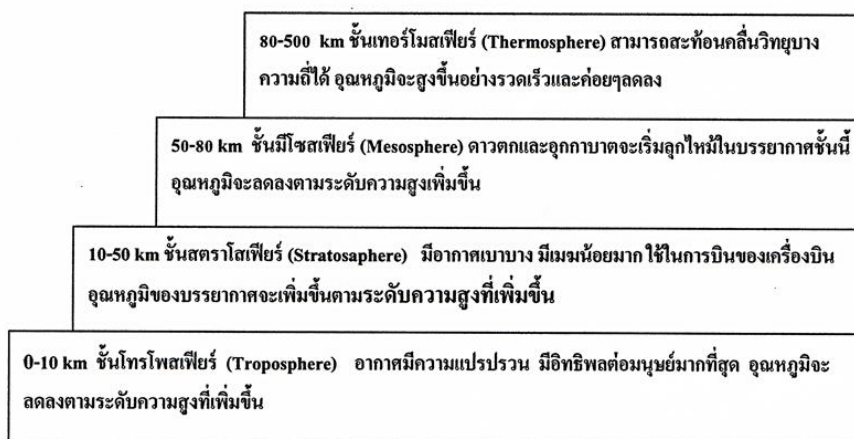
ภาพที่ 24 ตัวอย่างผังความคิดเรื่องอากาศ



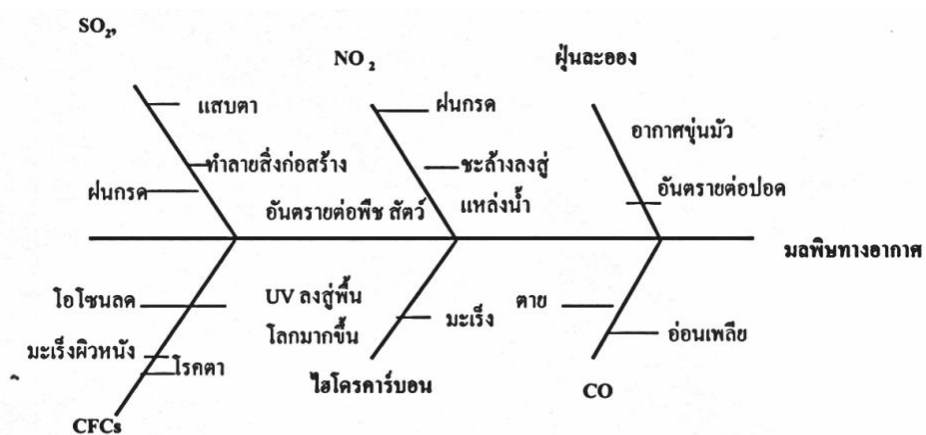
ภาพที่ 25 ตัวอย่างผังใยแมงมุม เรื่องความชื้นของอากาศ



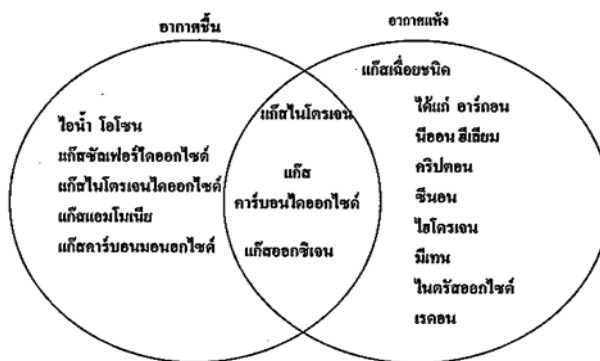
ภาพที่ 26 ตัวอย่างผังโครงสร้างต้นไม้เรื่องพายุหมุนเขตร้อน



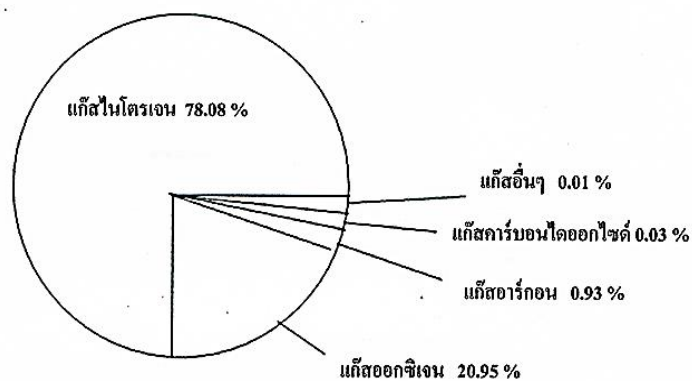
ภาพที่ 27 ตัวอย่างผังแบบขั้นบันได เรื่องการแบ่งชั้นบรรยากาศ



ภาพที่ 28 ตัวอย่างฝั๊งก้างปลา เรื่อง สาเหตุของมลพิษทางอากาศ



ภาพที่ 29 ตัวอย่างฝั๊งวงกลมซ้อนหรือเวนนั้โคอะแกรม เรื่องความแตกต่างของอากาศแห้งและอากาศชื้น



ภาพที่ 30 ตัวอย่างแผนภูมิวงรีเรื่ององค์ประกอบของอากาศ

5. การคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ แต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดวิเคราะห์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมทางปัญญา การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้เหตุผล และเป็นการตัดสินใจ ทั้งนี้ เดอ โบโน กล่าวว่าที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดนิยามของการคิดวิเคราะห์ในหลายลักษณะทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมายของการคิดวิเคราะห์ได้สมบูรณ์ที่สุด

บลูม และคณะ (Bloom et al., 1956) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้น อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลในการรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ได้แก่

1. ความคล้ายคลึงกันทางด้านกายภาพ เช่น มีสี ลวดลาย ขนาดรูปร่างเหมือนกัน
2. การแสดงอาการเหมือนกัน เช่น เดิน นั่ง นอน เหมือนกัน
3. การมีสิ่งที่เหมือนกัน เช่น มีกระดูก มีปีกเสือ มีรสเปรี้ยว มีรสหวานเหมือนกัน
4. มีเพศ หรือมีอายุ เหมือนกัน เช่น ผู้ชาย ผู้หญิง เด็ก ผู้ใหญ่ หรือคนชรา
5. การมีส่วนประกอบหรือโครงสร้างเหมือนกัน เช่น ทำด้วยไม้หรือทำด้วย

พลาสติกเหมือนกัน

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายของความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนก แยะแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกมาเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อยอะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร ส่วนการคิดวิเคราะห์ (Analysis thinking) หมายถึงความสามารถในการจำแนก แยะแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

วู เจค ทอม (2552) กล่าวว่าคำว่า “วิเคราะห์” มาจากภาษากรีก หมายถึง การแบ่งส่วน การปลดเปลื้องหรือแก้ปัญหา ในที่นี้การวิเคราะห์คือการแบ่งของที่มีทั้งหมดออกเป็น ส่วน ๆ ด้วยการตัดข้อมูลออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยด้วยมีดและเครื่องตัดขนาดใหญ่ที่อยู่ในใจ แล้วทำให้ของสิ่งนั้นง่ายต่อการเข้าใจมากขึ้น การ “แบ่งออกเป็นส่วน” ทำให้คุณสามารถนำสิ่งที่ได้จากการแบ่งนี้มาพิจารณาหาข้อดีและข้อด้อยในหน้าที่การทำงานได้ หรือใช้ค้นหาการเคลื่อนไหวของข้อมูลในองค์กรใหญ่ ๆ หรือใช้เลือกวิธีที่ดีที่สุดในการจัดขบวนที่คุ้มเก็บสะสมไว้ ทุกอย่างที่มีความซับซ้อนอย่างเช่น ร่างกายมนุษย์ หรือชั้นบรรยากาศของโลก สามารถทำให้ง่ายต่อการเข้าใจได้ด้วยการหั่นมันออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยการวิเคราะห์จะช่วยคุณแบ่งแยกและตรวจสอบสถานการณ์ให้ละเอียด ซึ่งเมื่อเห็นส่วนต่าง ๆ แล้วก็จะทำให้คุณ ได้ความคิดและแนวคิดที่สดใหม่นั้นเอง การวิเคราะห์ก็คือการแจกแจงข้อมูลการแก้ปัญหา การให้คำนิยาม การตั้งเป้าหมาย การหาสาเหตุ หาความหมาย และเหตุผลล้วนขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ให้ชัดเจน ซึ่งการวิเคราะห์นั้นก็เป็นการแจกแจงข้อมูลและเพิ่มความรู้ในประเด็นหนึ่งเข้าไป

พิสนุ ฟองลี (2552) กล่าวถึงการวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ วางประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นเพราะเหตุใด การวิเคราะห์ (Analysis) จัดอยู่ในพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัยซึ่งเป็นพฤติกรรมด้านสมองหรือความรู้ รวมถึงยังได้ยกตัวอย่างคำกริยาที่แสดงถึงพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ว่าได้แก่คำว่า ระบุสาเหตุหรือประเด็นสำคัญ ระบุความสัมพันธ์ หลักการ เหตุผลต่าง ๆ ค้นหาสาระ ลำดับ เปรียบเทียบ เป็นต้น โดยอาจเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับข้อดี ข้อเสีย จุดมุ่งหมาย สาเหตุ ผลลัพธ์ ความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง เหตุและผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553) ให้ความหมายของการวิเคราะห์ (Analysis thinking) ว่าหมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการศึกษา การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจองค์ประกอบของสิ่งนั้น และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลที่ไม่ขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เหตุผลที่หนักแน่นน่าเชื่อถือทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง “ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลอย่างเป็นระบบตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุผล โดยทราบถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันขององค์ประกอบดังกล่าว และเมื่อคนมี

ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผล ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามการที่เราจะสามารถจำแนกข้อมูล องค์ประกอบ หรือเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วน ๆ ได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ และมีข้อมูลเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้นการที่จะคิดวิเคราะห์ให้ดี จึงต้องมีความรู้พื้นฐานเป็นสำคัญ นักเรียนจึงต้องฝึกอ่าน ฝึกฟังและแสวงหาข้อมูลความรู้ให้มาก ๆ

5.2 การทำงานของสมองเชื่อมโยงกับการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) กล่าวว่าสมองของคนเราประกอบไปด้วย 2 ซีก โดยมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน คือ สมองซีกซ้าย : ทำงานตามคำสั่ง ถนัดมือขวา มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ตัวเลขคณิตศาสตร์ การเขียนสมองซีกขวา : คิดสังเคราะห์ จินตนาการ ถนัดมือซ้าย มีความสามารถด้านศิลปะดนตรี การเดินรำ วิธีคิดของสมอง สมองคนเราแบ่งออกเป็น 2 ซีก ทำหน้าที่ควบคุมการคิดในลักษณะที่แตกต่างกัน สมองซีกซ้าย – ควบคุมการคิดที่เป็นเรื่องของตรรกะการวิเคราะห์ เปรียบเทียบด้วยเหตุและผล การคิดคำนวณเชิงลึกเชิงระบบเป็นสำคัญ สมองซีกขวา ควบคุมการคิดในเชิงสร้างสรรค์ คิดในแง่มุมมองต่าง ๆ ควบคุมอารมณ์และจิตใจ รวมถึงญาณหยั่งรู้ต่าง ๆ ถือเป็นความคิดในมุมมองกว้าง และยังสามารถกล่าวถึงการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ตีความข้อมูลที่ได้รับเพื่อความเข้าใจ
2. หาเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อสืบค้นความจริง
3. ประเมินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ
4. แจกแจงองค์ประกอบเพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมดของเรื่องนั้น

การวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อเราต้องการทำความเข้าใจโดยการตีความข้อมูลที่ได้รับ แล้วพยายามคิดหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นทำการประเมิน แล้วแยกเป็นองค์ประกอบย่อยเพื่อให้ได้ภาพรวมของทั้งหมด

5.3 กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้นำเสนอกระบวนการคิดวิเคราะห์ไว้ตามลำดับขั้นดังนี้ คือ

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น
2. การกำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด
3. กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน
4. พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิเคราะห์ทำการแยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ ออกเป็นส่วนโดยใช้เทคนิค 5WIH ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)
5. สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

สรุปว่าการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย 5 กระบวนการย่อย คือกำหนดสิ่งที่ต้องการแล้ว การกำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ ต่อด้วยพิจารณาแยกแยะ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น

5.4 เทคนิคการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้เขียนสรุปเกี่ยวกับเทคนิคการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่าง

ละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง เทคนิคการคิดวิเคราะห์อย่างง่ายที่นิยมใช้ คือ 5WIH

What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น

- เกิดอะไรขึ้นบ้าง

- มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้าง

- หลักฐานที่สำคัญที่สุด คืออะไร

- สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้คืออะไร

Where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ

- เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน

- เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด

When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้น

- เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้นเมื่อไร

- เวลาใดบ้างที่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้

Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น

- เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นสถานที่นี้

- เพราะเหตุใดเหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น

- ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้

Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ

- ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง

- ใครน่าจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้าง

- ใครน่าจะเป็นคนทำให้สถานการณ์นี้เกิดมากที่สุด

- เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์

How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด

- เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร

- ลำดับเหตุการณ์นี้คิดว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้าง

- เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

- มีหลักในการพิจารณาคนคืออย่างไรบ้าง

การคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5W1H จะสามารถช่วยไล่เรียงความชัดเจนในแต่ละเรื่องที่เรากำลังคิดเป็นอย่างดี ทำให้เกิดความครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้น ในบางครั้งการเริ่มคิดวิเคราะห์ของท่าน ถ้าคิดอะไรไม่ออกก็ขอแนะนำให้เริ่มต้นถามตัวท่านเอง โดยใช้คำถามจาก 5W1H ถามตัวท่านเอง

นอกจากการใช้เทคนิค 5W1H แล้วท่านอาจจะใช้เทคนิคการตั้งคำถามในลักษณะอื่นได้ เช่น

1. ถามเกี่ยวกับจำนวน เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีผู้เกี่ยวข้องจำนวนกี่คน
2. คำถามเชิงเงื่อนไข เช่น ถ้า...จะเกิด... ถ้าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเมื่อ 5 ปีที่แล้วใครจะเป็นผู้ได้ประโยชน์และใครจะเป็นผู้เสียประโยชน์
3. เกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญ เช่น ใครเป็นคนสำคัญที่สุดของเรื่อง ประเด็นใดเป็นประเด็นหลัก และประเด็นใดเป็นประเด็นรอง
4. คำถามเชิงเปรียบเทียบ เช่น ระหว่าง... กับ... สิ่งใดสำคัญกว่า ระหว่างความตายกับการพรากจากความรัก สิ่งใดสำคัญกว่า

สรุปว่าเทคนิคอย่างง่ายที่มักนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ คือ 5W1H โดย 5 W ได้แก่ What ใช้ถามปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น Where ถามสถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ When ใช้ถามถึงเวลาหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น Why ใช้ถามถึงสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ Who ใช้ถามถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ส่วน How สอบถามรายละเอียดของเหตุการณ์ โดยในระหว่างการสอนผู้สอนจะถามคำถามในลักษณะนี้กับนักเรียน

5.5 ทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้กล่าวถึงทักษะย่อยที่มีความจำเป็นในการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้ คือ

1. การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียงเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
2. การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์โดยอาศัยองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ได้แก่
 - ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
 - การค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่มข้อมูลบางกลุ่ม
3. การกำหนดหมวดหมู่ในมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์
4. การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่าง เหตุการณ์ การเป็นสมาชิก หรือความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง
5. การนำข้อมูลที่แจกแจงเสร็จแล้วในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับ หรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
6. การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างหรือแต่ละหมวดหมู่ ในแง่ของความมาก – น้อย ความสอดคล้อง – ความขัดแย้ง ผลทางบวก – ทางลบ ความเป็นเหตุ – เป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 44)

จะเห็นได้ว่าคนที่ จะมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีจะต้องมีทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

5.6 คุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของบุคคลที่ช่วยส่งเสริมให้มีความคิดวิเคราะห์ดีขึ้นไว้ดังนี้ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ที่ดี ผู้คิดจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เพราะจะช่วย กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ จำแนกแจกแจงองค์ประกอบ จัดหมวดหมู่ ลำดับความสำคัญ หรือหา สาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน เช่น การที่รัฐบาลไทยเปิดการค้าเสรีกับประเทศจีนจะเกิด ผลดีต่อประเทศไทยอย่างไร ถ้าเราไม่ใช่นักเศรษฐศาสตร์ก็อาจไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่า จะเกิดผลดี ผลเสียอย่างไร

2. ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างไต่ถาม

ช่างสังเกต สามารถเป็นหรือค้นหาความผิดปกติของสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลย หยุดคิดพิจารณา ช่างไต่ถาม ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอเพื่อนำไปสู่การขบคิด ค้นหาความจริงในเรื่อง นั้นคำถามที่มักใช้กับการวิเคราะห์ คือ 5W1H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

3. ความสามารถในการตีความ

การตีความ เกิดจากการรับข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัส สมองจะทำการตีความข้อมูล โดยวิเคราะห์เทียบเคียงกับความจำหรือความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานใน การตัดสินใจจะแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์และ ค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น เราเห็นคน หนึ่งบึ้ง อาจตีความได้ว่าเขากำลังอารมณ์เสีย เห็นคนแต่งตัวมอซออาจตีความว่าเขาเป็นคนยากจน

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้น เมื่อพบสิ่งที่มีความคลุมเครือ เกิดข้อสงสัย ตามมาด้วยคำถาม ต้องค้นหา คำตอบหรือความน่าจะเป็น ว่ามีความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร ซึ่งสมองจะพยายามคิดเพื่อหาข้อสรุปความรู้ความเข้าใจอย่างสมเหตุสมผล

จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยบางประการที่ช่วยเกื้อหนุนให้เกิดการคิดวิเคราะห์ได้ดี ก็ต้องเป็น คนที่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์เป็นอย่างดี มีความช่างสังเกต ช่างสงสัย และกล้าซักถาม มีความสามารถในการตีความประกอบด้วย และท้ายที่สุดต้องมีความสามารถในการหา ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลได้ด้วย

5.7 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ดิลก ดิลกานนท์ (2534) กล่าวว่าแนวทางในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของครู ก็คือ สอนให้นักเรียนคิดเป็นเสียก่อน ครูต้องพัฒนาระดับความคิดของผู้เรียนให้เขามีความคิดดี คิดชอบ เพื่อประโยชน์ของสังคมส่วนรวม ด้วยการสร้างเจตคติ ค่านิยมที่ถูกต้องให้เกิดขึ้นเสียก่อน แนวทางที่จะต้องปฏิบัติได้แก่ การฝึกให้รู้จักคิดและตัดสินใจได้อย่างมีระบบ ด้วยวิธีการทำค่านิยมให้กระจ่าง (Value clarification) โดยครูยกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาทั้งจริงและเรื่องที่สมมติขึ้น ฝึกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดวิเคราะห์ สรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์อะไร กำหนดขอบเขตและนิยามของสิ่งที่จะคิดให้ชัดเจน เช่น จะวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมหมายถึงปัญหาเกี่ยวกับขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียนของเรา

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ว่าต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เช่น เพื่อจัดอันดับเพื่อหาเอกลักษณ์ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางแก้ไข

3. พิจารณาข้อมูลความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าจะใช้หลักใดเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และจะใช้หลักความรู้ไหน ควรใช้ในการวิเคราะห์อย่างไร เช่นจะจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม จะใช้เกณฑ์อะไรจำแนก เช่นเกณฑ์สิ่งมีชีวิตกับไม่มีชีวิต หรือเกณฑ์สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมทางสังคมหรือทางชีวภาพ เป็นต้น

4. สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นระบบและชัดเจน ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้จากประสบการณ์อันหลากหลายและบรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน กิจกรรมที่ครูควรจัดให้ผู้เรียนจะอยู่ในรูปแบบการตั้งคำถาม การสังเกต การสืบค้น การทำนาย และเนื่องจากการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดระดับสูง เช่นเดียวกับการคิดวิจารณ์จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีทักษะพื้นฐานอื่นมาช่วย เช่น ทักษะการอ่าน การเขียน การฟัง นอกจากนี้จึงจำเป็นที่ครูจะต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ มาในการพัฒนาการคิดอีกด้วย อาทิ เทคนิคการสังเกต การตั้งคำถาม การใช้ผังมโนทัศน์ (ผังกราฟิก) เทคนิคหมวด 6 ใบ เทคนิค SCUMPS PMI SCAMPER การใช้แบบฝึก เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เหมาะสมกับวัยของนักเรียนด้วย

สรุปได้ว่าแนวทางสำคัญในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยเริ่มจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ขึ้นมา มีจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์อย่างไร ต้องอาศัยสิ่งใดบ้างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ท้ายที่สุดจะต้องมีการสรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ออกมาอย่างเป็นระบบและชัดเจน โดยในการวิเคราะห์นั้นครูจะต้องมีเทคนิคบางอย่างเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ได้ดี ในกรณีนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การใช้ผังกราฟิกมาช่วยในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

5.8 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้กล่าวถึงประเภทของการคิดวิเคราะห์ซึ่งนำเสนอโดยบลูม (Bloom) ว่ามี 3 ด้าน ดังนี้

1. คิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด เช่น ต้นผักชีเป็นพืชชนิดใด ปะการังเป็นพืชหรือสัตว์

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่า สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อยของสิ่งต่าง ๆ เช่น

- สาระสำคัญของเรื่องนี่คืออะไร
- ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอะไร-การปฏิบัติเช่นนั้น เพื่ออะไร
- สิ่งใดสำคัญที่สุด สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุดจากสถานการณ์นี้

1.3 การวิเคราะห์เสถียร เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่ เช่น สมทรงเป็นป่าของฉันทน์ (จึงหมายความว่า สมทรงเป็นผู้หญิง) ถ้าเป็นคนใส่เสื้อขมุกขมอม สกปรกจึงน่าเป็นคนยากจน ข้อความนี้หมายถึงใครหรือสถานการณ์ใด

- สมชายกับสมศรีเป็นพี่น้องกัน พบเด็กคนหนึ่งสมชายบอกว่าเด็กคนนี้เป็นหลานของฉันทน์ แต่สมศรีบอกว่าเด็กคนนี้ไม่ใช่หลานของฉันทน์ ทำไมทั้งสองคนจึงพูดไม่เหมือนกัน (เพราะเด็กคนนั้นเป็นลูกของสมศรี)

- เรื่องนี้ให้ข้อคิดอะไร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างไร มีจุดประสงค์คืออะไร

2. คิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่า มีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์

- มุ่งให้คิดว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด เช่น มีสิ่งใดสอดคล้องกัน หรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ เช่น ลิง นก เป็ด เสือ สัตว์ชนิดใดไม่เข้าพวก

- มีข้อความใด มีสิ่งใดไม่สมเหตุสมผล เพราะอะไร
- คำกล่าวใดสรุปผิด การตัดสินใจอย่างไรหรือการกระทำอะไรที่ไม่ถูกต้อง
- ภาพที่ 1 คู่กับภาพที่ 2 ภาพที่ 3 คู่กับภาพใด

- สองสิ่งนี้เหมือนกันอย่างไร หรือแตกต่างกันอย่างไร

เช่น มีข่าวลงหนังสือพิมพ์ว่า “กินกาแฟถึงกับทำให้ตาอักเสบได้ เนื่องจากผู้ดื่มกาแฟไม่ได้เอาช้อนออกจากถ้วยกาแฟ ช้อนจึงไปทิ่มตาขณะดื่ม” ข้อมูลนี้ไม่สมเหตุสมผล เพราะตาอักเสบไม่ได้มาจากกาแฟ แต่มาจากช้อน จึงเป็นคำกล่าวที่สรุปข้อมูลไม่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน อีกตัวอย่างหนึ่งที่เป็นการสรุปข้อมูลแต่ขาดการเชื่อมโยงกับข้อมูลรอบด้าน เช่น การสรุปว่าผู้หญิงสาวที่ทำงานสถานอาบอบนวด ต้องเป็นหมอนวด ซึ่งอาจมีผู้หญิงบางคนอาจทำงานอย่างอื่นในสถานอาบอบนวดก็ได้ เช่น พนักงานบัญชี พนักงานทำความสะอาด ประชาสัมพันธ์ ในสถานอาบอบนวด

2.2 การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์

- สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด
- สิ่งใดสัมพันธ์กับสถานการณ์ หรือเรื่องราวมากที่สุด
- การเรียงลำดับมากน้อยของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เรียงลำดับความรุนแรง จำนวน ขนาด ระยะทาง ระยะเวลา ใกล้เคียง-ไกล มาก-น้อย หนัก-เบา ใหญ่-เล็ก ก่อน-หลัง

- เรื่องนี้ให้ข้อคิดอะไร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างไร มีจุดประสงค์คืออะไร

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์

- การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ ตามลำดับก่อนหลัง วงจรของสิ่งของต่าง ๆ สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาจากตามลำดับขั้นตอน เช่น วิเคราะห์วงจรของฝน ฟ้าแลบ เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับผลสุดท้ายจะเป็นอย่างไร

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ

- ทำอย่างนี้มีเป้าหมายอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไร การกรทำแบบนี้ต้องการอะไร ทำไปเพื่ออะไร เช่น การทำบุญตักบาตร

- เมื่อทำอย่างนี้แล้วจะเกิดสัมฤทธิ์ผลอะไร ออกกำลังกายทุกวันไปทำไม (ร่างกายแข็งแรง)

2.5 วิเคราะห์หาสาเหตุและผล

- สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้
- หากไม่ทำอย่างนี้ ผลจะเป็นอย่างไร
- สิ่งนี้มีความเป็นเหตุผลแก่กัน หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เช่น

- บินเร็วเหมือนนก
- ช้อนคู่กับส้อม ตะปูคู่กับอะไร

- ควายอยู่ในนา ปลาอยู่ในน้ำ
- ระบบประชาธิปไตยเหมือนกับระบบการทำงานของอวัยวะในร่างกาย

3. การวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of organizational principle) หมายถึงการค้นหา

โครงสร้างของระบบ เรื่องราว สิ่งของและการทำงานต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ในสภาพ เช่นนั้น เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคอะไรหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง การคิดวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด การที่จะวิเคราะห์เชิงหลักการได้ดี จะต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น

- การทำวิจัยมีกระบวนการทำงานอย่างไร
- สิ่งนี้บอกความคิดหรือเจตนาอะไร
- คำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร (ชวนเชิญ โฆษณาชวนเชื่อ)
- โครงสร้างของสังคมไทยเป็นอย่างไร
- ส่วนประกอบของสิ่งนี้มีอะไรบ้าง
- กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิม แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้

- หลักการของเรื่องมีว่าอย่างไร
- หลักการสำคัญของประชาธิปไตยคืออะไร (การเคารพสิทธิและเสรีภาพความคิดเห็นของคนอื่น)
- หลักการในการสอนของครูควรเป็นอย่างไร (เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ)

ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์วัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์ วิเคราะห์บุคคล วิเคราะห์ข้อความ วิเคราะห์ข่าว วิเคราะห์สารเคมี เป็นต้น สรุปได้ว่าในการวิเคราะห์จะวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงกายภาพ เชิงรูปธรรม และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงนามธรรม

จากแนวคิดลักษณะการคิดวิเคราะห์ของบลูม สรุปได้ว่าลักษณะการคิดจะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบย่อย คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ แต่อย่างไรก็ตามการที่จะการวิเคราะห์หลักการได้ดีซึ่งถือว่ามีความสำคัญมากที่สุด จะต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้

ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้สรุปไว้ว่าการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ มาร์ซาโนนั้น มีความหมายใกล้เคียงกับแนวคิดของบลูม กล่าวคือ มาร์ซาโน ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็น กิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผลเป็นการคิดอย่างลุ่มลึกและหลายหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผลจนกระทั่งสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้ ประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่

1. การจับคู่ (Matching) หมายถึงความสามารถในการจับคู่สิ่งต่าง ๆ ที่เหมือนกันทั้งรูปร่าง ลักษณะแหล่งกำเนิด สามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐานและลักษณะความเหมือน ความแตกต่างได้ จึงจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการจับคู่ได้เป็นการฝึกโดยใช้ความรู้พื้นฐาน โดยไม่ใช่ข้อมูลทั้งหมดเป็นการฝึกจับคู่ระหว่างสิ่ง 2 สิ่ง ที่มีความเหมือนกันและมีความแตกต่างกันตั้งแต่การจับคู่อย่างง่าย ๆ ไปจนถึงการจับคู่อย่างสลับซับซ้อน หากต้องการหาสิ่งที่เหมือนกันของสุนัข 2 ตัว จึงต้องเริ่มที่จะเปรียบเทียบคุณสมบัติที่เหมือนกันของสุนัข 2 ตัวนี้ ซึ่งอาจต้องเริ่มตั้งแต่ดูจากลักษณะภายนอกที่เห็นไปจนถึงต้องรู้ถึงสายพันธุ์ของสุนัข ประกอบด้วย ความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

- ระบุสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
- ระบุลักษณะ คุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
- หาความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
- หาความแตกต่างและความถูกต้อง

ตัวอย่าง : เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนกกับแมว

: เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสุนัขสายพันธุ์พุดเดิ้ลกับชิสุ

2. ด้านการจัดหมวดหมู่ หรือการจัดกลุ่ม (Classification) หมายถึงความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมายออกเป็นกลุ่ม สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์ เลือกสิ่งของที่เหมือนกันในการจัดกลุ่ม สามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งของที่เหมือนกัน จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะจตุรร่วมเหมือนกัน ทั้งด้านเนื้อหา ด้านความรู้ และด้านทักษะ ประกอบด้วย ความสามารถ

- เลือกสิ่งของที่เหมือนกัน กำหนดตัวบ่งชี้ของสิ่งที่ต้องการจัดกลุ่ม
- ให้คำนิยามหรือคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการจัดกลุ่ม

- กำหนดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ และให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงอยู่ในกลุ่มนั้น
- กำหนดที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเพิ่มเติม (ถ้ามี) ให้เหตุผลว่ามันมีความสัมพันธ์

กันอย่างไร

ตัวอย่าง : สิ่งต่อไปนี้คืออะไรไม่เข้าพวก นก แมว เสือ สุนัข เป็ด (เสือ)

: สิ่งใดต่อไปนี้ที่มีคุณลักษณะที่เหมือนกันคืออะไร ต้นไม้ แมว คน (หายใจได้, สืบพันธุ์ได้)

3. จับผิดหรือการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error analysis) หมายถึงความสามารถในการแยกแยะข้อผิดพลาด มองเห็นความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์สอดคล้องของสิ่งต่าง ๆ สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้อง สิ่งผิดปกตินั้นไม่เหมาะสม เป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จากการสังเกตและการใช้ความรู้เดิมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปและลงความเห็นได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ และยกเหตุผลประกอบได้โดยผ่านการโต้แย้งอย่างเหมาะสมและมีเหตุผล ทั้งนี้ ต้องมีความสามารถในการสรุปจากความรู้ที่เป็นจริงที่มีมาก่อน เป็นความรู้ที่ยอมรับได้โดยทั่วไป เช่นจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือมีการทดลอง มีพยานหลักฐาน มีข้อมูลสนับสนุนหรือมีการพิสูจน์แล้วว่าเป็นความจริง

การพัฒนาความสามารถในด้านนี้จะเกิดขึ้นได้ จะต้องฝึกความสามารถในการใช้เหตุผลที่ทุกคนยอมรับได้ ฝึกการอธิบายความสัมพันธ์และการระบุข้อมูลหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล สิ่งที่ผิดปกติแตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็น ควรให้มีการโต้แย้ง ถกเถียงกัน โดยใช้เหตุผล โดยจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

3.1 มีความรู้พื้นฐานเดิม ต้องฝึกอ้างอิงความรู้เดิม ซึ่งหมายถึงความรู้ที่เป็นความจริงเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ความรู้ที่เชื่อกันมานาน ความรู้จากการพิสูจน์ทดลอง ความรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ฝึกฝนการใช้หลักฐาน หลักฐานจะเป็นการอธิบายอย่างละเอียดและตีความข้อมูลพื้นฐานนั้น ผู้โต้เถียงกันจะต้องมีหลักฐานที่เป็นที่น่าเชื่อถือได้ประกอบในการถกเถียง

3.3 มีข้อมูลสนับสนุน สามารถหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาสนับสนุนความคิดของตนเอง เป็นการสนับสนุนให้หลักฐานได้รับการยอมรับนับถือมากขึ้น

3.4 ขยายความ สามารถขยายความคิดของตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ สิ่งผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นในการพัฒนาการคิดโดยใช้เหตุผล ทำให้ผลการสรุปไม่ถูกต้อง ไม่ได้ข้อมูลที่เป็นจริง ได้แก่

- การลงความเห็นแบบเร่งรีบ มีการรวบรวมข้อมูล ตัวอย่างน้อยเกินไป
- เกิดความบังเอิญขึ้น ซึ่งไม่สามารถพิสูจน์หรือถกเถียงกัน

- เข้าใจผิด ข้อมูลมีความสับสน มีความเห็นผิด ๆ ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผล ไม่สามารถบอกข้อสรุปได้

- อุปมา อุปไมยผิด จับคู่ที่ไม่เข้าคู่ คู่ไม่เข้ากัน

- จำต้องเสนอข้อมูลให้เป็นไปตามบทบาท สถานะตำแหน่งที่ดำรงอยู่มากกว่า ข้อมูลจากความเป็นจริง

- การร้องขอ การถูกร้องขอจากคนอื่น ๆ

- การเลี่ยงประเด็น เลี่ยงปัญหาด้วยการเปลี่ยนหัวข้อ

- ใช้อำนาจ ครอบงำ บงการ

- ต่อต้าน ขัดแย้งโดยส่วนตัว มีทัศนคติทางลบต่อสิ่งนั้น

- อะลุ่มอล่วย ไม่อยากขัดแย้ง โดยละเอียดจากข้อมูลจริง

- ใช้เสียงข้างมากตัดสินข้อมูล

- ใช้อารมณ์

- ช่มชู้ บังคับ

- ได้เถียงอย่างเอาเป็นเอาตาย

4. การสรุปอ้างอิงหลักการได้ (Generalization) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้อย่างเหมาะสม หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้ ส่วนใหญ่เป็นหลักการให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ เรียนรู้จากตัวอย่าง เหตุการณ์รายละเอียดย่อย สรุปเป็นหลักการ

ทั้งนี้มาร์ซาโนและคณะได้เสนอขั้นตอนของการสรุปอ้างอิง ดังนี้

1.1 พิจารณา สังเกตข้อมูลอย่างถี่ถ้วนและสันนิษฐานและสรุปผลข้อมูลที่มีอยู่ในจินตนาการตัวเอง

1.2 หารูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้น

1.3 สร้างหลักการ รูปแบบการอธิบายข้อมูล

1.4 ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันหลักการหรือเปลี่ยนแปลงหลักการนั้น โดยมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- สามารถยกตัวอย่างหรือวาดรูป แสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมได้

- ต้องสรุปและนำไปใช้บนหลักการและบนกฎกติกาได้ ต้องไม่สรุปนอกเหนือไปจากกฎกติกาที่กำหนดไว้

- ระมัดระวังในการเข้าใจผิด แลมีความเห็นผิด ๆ ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผล

- สามารถบอกข้อสรุปได้

- สามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้
- สามารถเปลี่ยนเรื่องหรือเชื่อมคยงไปสู่เรื่องอื่นได้
- ระมัดระวังการไปครอบงำและถูกครอบงำจากคนอื่น
- ระมัดระวังการอคติและต่อต้านโดยส่วนตัว
- ควรรู้จักการประนีประนอม ระมัดระวังการโต้แย้งไม่อะลุ่มอล่วย
- ไม่ควรพยายามใช้เสียงส่วนมากเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจมากกว่าการใช้เหตุผล
- ไม่ใช่อารมณ์
- ไม่ควรเถียงกันอย่างเอาเป็นเอาตาย

ตัวอย่าง : สิ่งนี้เป็นสัตว์ อยู่ในน้ำจืด ตัวสีดำ ผิวหนังลื่น มีหนวดไม่มีเกล็ดมันคือปลาคู

: ถ้าสิ่งนั้นเป็นปลา ต้องมีก้าง

: ถ้าสิ่งนั้นเป็นปลา ต้องอยู่ในน้ำ

: ถ้าคนไปแห่สุนัข สุนัขจะเห่า ถ้าคนผิวปากเรียบ มันจะวิ่งมาหา

: ถ้าสุนัขไล่กัด คนจะวิ่งหนี ถ้าสุนัขกระดิกหาง คนก็จะลูบหัว

5. การทำนาย (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่แล้วไปใช้เพื่อการกะประมาณและทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างจำเพาะเจาะจง สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ สามารถบรรยายละเอียดในเหตุการณ์นั้น สามารถระบุสิ่งที่มีผลตามมา และปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปได้ ส่วนใหญ่เป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย กล่าวคือ จากข้อสรุป จากกฎหรือหลักการใหญ่แล้วสามารถบรรยายละเอียดได้ สร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นอย่างจำเพาะเจาะจงได้ เลือกหลักการหรือกฎที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เจาะจงได้ เป็นการใช้กระบวนการทางนิรนัยมากกว่าในขณะที่ขั้นตอนที่ 4 การสรุปอ้างอิงเป็นกระบวนการทางอุปนัยมากกว่า ดังนี้

5.1 บอกสถานการณ์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมได้

5.2 ระบุหลักการและสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น

5.3 สร้างความมั่นใจในสถานการณ์และเงื่อนไขที่อาจจะเกิดขึ้น

5.4 เมื่อนำหลักการไปใช้แล้ว ระบุสถานการณ์ได้ ระบุข้อสรุปได้ สามารถทำนายได้

บอกข้อสรุป สถานการณ์และสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้หากมีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูมและมาซาร์โน

ทักษะการวิเคราะห์	
แนวคิดของบลูม	แนวคิดของมาซาร์โน
การวิเคราะห์ความสำคัญหรือวิเคราะห์เนื้อหา	การจับคู่/การเปรียบเทียบ
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การจัดหมวดหมู่
การวิเคราะห์หลักการ	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด
	การสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ
	การทำนาย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้กล่าวไว้เพิ่มเติมว่าการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) และมาซาร์โน (Marzano's taxonomy) ทั้งสองแนวคิด มีหลักความคล้ายคลึงกัน โดยที่บลูมได้นำเสนอในรูปหลักการอย่างกว้าง ๆ แต่มาซาร์โน จะแสดงให้เห็นรูปของกิจกรรมและทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ กล่าวคือ

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ ของบลูม ที่กล่าวว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ประกอบด้วยวิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งและการค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้น จะเห็นได้ว่ามีความเหมือนกันกับความสามารถในการสังเกตเปรียบเทียบ และจำแนกแยกแยะข้อมูล จับคู่ที่เหมือนกันและแตกต่างกันของมาซาร์โนนั่นเอง

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูม ซึ่งหมายถึงการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้ง มีสิ่งใดสอดคล้องกัน หรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่อง สิ่งใดที่เข้าพวกสิ่งใดที่ไม่เข้าพวก สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ ความมากน้อยของสิ่งต่าง ๆ เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับ สาเหตุจุดประสงค์และผล และแบบความสัมพันธ์ในรูปแบบอุปมาอุปไมย ก็มีความหมายเดียวกัน และการระบุและสรุปข้อสรุปข้อมูลการใช้เหตุผล การอธิบาย

ความสัมพันธ์ และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ การระบุข้อมูลหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล สิ่งที่เกิดขึ้นที่แตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็นของมาซาร์โน นั่นเอง

3. การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ ของบลูม หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบเรื่องราว สิ่งของและการทำงานต่าง ๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ได้ในสภาพเช่นนั้น เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคอะไรหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง เป็นการค้นหาโครงสร้างกระบวนการทำงาน ลักษณะส่วนประกอบ ของสิ่งต่าง ๆ ก็มีความหมายเหมือนกันกับ การนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่เสนอเป็นความรู้และหลักการใหม่ สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งความสามารถในการคาดเดาทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถระบุสิ่งที่มีผลตามมา สิ่งใดจริง สิ่งใดไม่จริง และสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการได้อย่างเหมาะสมของมาซาร์โน นั่นเอง

จากแนวคิดลักษณะการคิดวิเคราะห์ของบลูม และมาซาร์โนมีลักษณะคล้าย ๆ กัน แต่แนวคิดของบลูมมีเพียง 3 ขั้นตอน ส่วนของมาซาร์โนประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย อย่างไรก็ตามในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้แนวคิดการวิเคราะห์ของมาซาร์โน เนื่องจากเป็นแนวคิดที่มีการจัดแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการที่เพิ่มขึ้นซึ่งช่วยเอื้อให้ผู้สอนได้มองเห็นภาพของการกำหนดกิจกรรมเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ง่าย รวมทั้งเป็นแนวคิดสอดคล้องกับการนำเทคนิคการใช้ผังกราฟิกอีกด้วย

5.9 การคิดวิเคราะห์กับการประยุกต์ใช้ผังกราฟิก

ผังกราฟิก หมายถึง แผนผังหรือแผนภูมิรูปภาพที่แสดงความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำเอาข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดเป็นระบบระเบียบ สามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้ เนื้อหา สาระนั้น ๆ ได้ง่ายและได้นาน เนื่องจากมีความเชื่อว่าคนเราจะสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปภาพได้ดีกว่าที่เป็นตัวหนังสือ ดังนั้นผังกราฟิกจึงเป็นการประมวลความคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้และอธิบายได้ชัดเจน รวมทั้งสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและเกิดความคิดได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า “ภาพ 1 ภาพ ดีกว่าคำพูดพันคำ”

การใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการคิดที่กำลังเป็นที่นิยมในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ซึ่งได้มีการคิดค้นรูปแบบผังกราฟิกอย่างหลากหลาย ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนหรือพัฒนาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดโดยตรงในการเรียนการสอนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ผลจากการวิจัยพบว่า การใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้

ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาการคิด เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้ง มีความสนใจในการเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

กราฟิกออบแกในเซอร์มีหลากหลายรูปแบบอาจเรียกชื่อเรียกจำนวนนับไม่ถ้วน อย่างไรก็ตาม อาจจัดแบ่งจัดแบ่งกราฟิกออบแกในเซอร์เป็น 4 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Fisher และ Frey ได้แก่ 1) Concept map 2) Flow diagram 3) Tree diagram 4) Matrices โดยพื้นฐาน Concept map จะประกอบด้วยเส้นและโครงสร้างคล้ายลูกโป่ง (หรือรูปร่างอื่น) โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างใจความหลักและใจความรอง หรือรายละเอียดของความคิด นำมาใช้สำรวจลักษณะร่วมของหัวข้อได้ดีที่สุด Flow diagram มักใช้สำหรับบันทึกการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล อย่างเช่น Flow chart time line หรือ Story board แผนผังต้นไม้ใช้ได้ดีที่สุดในการจัดจำแนกและแยกประเภทของวัสดุต่าง ๆ โดยจะกระจายจากลักษณะทั่วไปไปสู่ลักษณะจำเพาะ จากส่วนที่สำคัญมากที่สุดไปยังสำคัญน้อยที่สุด หรือบางอย่างที่คล้ายกัน กราฟิกออบแกในเซอร์ชนิดนี้จะแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับความสำคัญหรือการจัดเรียง และมักใช้สำหรับการบันทึกกระบวนการ เหตุการณ์ ลำดับเวลา Matrices ซึ่งเป็นกราฟิกออบแกในเซอร์ประเภทสุดท้ายใช้สำหรับการจัดประเภท เปรียบเทียบ และความแตกต่าง มีประโยชน์ในการจัดประเภทข้อมูล เขียนสรุปและใช้สำหรับการอ้างอิง

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบแผนผังรวบยอด (Concept map) แผนผังความคิด (Mind map) แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)

ประเด็นเปรียบเทียบ	แผนผังรวบยอด	แผนผังความคิด	แผนผังต้นไม้
1. ผู้พัฒนา	Josept D. Novak	Tony Buzan	Ramon Llull
2. ลำดับการเกิด	เกิดก่อน	เกิดจากแผนผังรวบยอด	เกิดจากแผนผังความคิด
3. การใช้งาน	ระดมความคิด	ระดมความคิด	เชิงตรรกะ
4. การแบ่งกลุ่มตามวัตถุประสงค์	พัฒนาความคิด เน้นความเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอด	พัฒนาความคิดไม่เน้นความเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอด	การจัดจำแนก และการแบ่งกลุ่ม อาจเป็นคำ วลี หรือข้อความ
5. ความเป็นเครือข่าย (Net work)	มีลักษณะเป็นเครือข่ายมากกว่า	มีลักษณะเป็นเครือข่ายน้อยกว่า	มีลักษณะเป็นเครือข่ายน้อยกว่า
6. จำนวนความคิดหลัก	อาจมีได้มากกว่า 1	1	1

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเด็นเปรียบเทียบ	แผนผังรวบยอด	แผนผังความคิด	แผนผังต้นไม้
7. หัวข้อหลัก	อยู่ตรงกลาง	อยู่ตรงกลาง	อยู่ด้านบนหรือ ด้านข้าง
8. การใช้กล่อง ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่
9. เน้นการมีสีสัน	ไม่เน้น	เน้น	ไม่เน้น

เนื่องจากผังกราฟิกมีหลากหลายรูปแบบ ในการนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ผังกราฟิกนำมาใช้งาน เนื่องจากแผนผังชนิดนี้มีศักยภาพเด่นด้านการจัดจำแนกและแยกประเภททำให้มองเห็นรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลได้ดี ทำให้สามารถมองเห็นส่วนที่มีลักษณะคล้ายกันได้ง่าย โดยนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยอาศัยแนวคิดของมาซาร์โน อิกทิงเพื่อนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความพยายาม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ หรือระดับของความสำเร็จที่ได้รับในแต่ละด้าน โดยเฉพาะหรือโดยทั่วไป

6.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญธรรม กิจปรีดาภิสุทธิ์ (2542) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าหมายถึงเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของผู้เรียนว่าเขาเหล่านั้นบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด แบบสอบที่ใช้กันในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยตอนปลายภาคหรือปลายปี ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ณรงค์ โพธิ์ฤกษ์นันทน์ (2556) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ

แนวคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ คือ

แนวความคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แนวความคิดในการวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ด้านความรู้ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)
6. การประเมินค่า (Evaluation)

ความหมายของแต่ละประเภท และการจำแนกเป็นประเภทย่อยลงไป ซึ่งเป็นแนวในการสร้างข้อสอบวัดตามด้านย่อย ๆ เหล่านี้ มีดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถทางสมองในอันที่จะทรงไว้หรือรักษาไว้ ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้เข้าใจในสมอง การวัดว่าบุคคลมีความสามารถในการจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากน้อยเพียงใดนั้น วัดได้จากความสามารถในการระลึกออกของบุคคลนั้น

1.1 ความรู้ในเรื่อง จำแนกได้เป็น 2 ข้อย่อย คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ได้แก่ พวกรวมความหมายและคำจำกัดความของสิ่งต่าง ๆ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง ได้แก่ พวกรวมสูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2 ความรู้ในวิธีการดำเนินการ จำแนกได้เป็น 5 ข้อย่อย คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ได้แก่ สิ่งที่เป็นแบบฟอร์มหรือระเบียบในการปฏิบัติ ซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามก็ไม่ถือว่าเป็นความผิดเพียงแต่อาจถูกเพ่งเล็งบ้าง

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับ เป็นความรู้ในเรื่องของลำดับขั้นตอน และแนวโน้มในการกระทำ หรือการเกิดขึ้นของสิ่งของ เรื่องราวและปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท เป็นความรู้ในเรื่องของลำดับขั้นตอน และแนวโน้มในการกระทำ หรือการเกิดขึ้นของ เรื่องราวและปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความรู้ในสิ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัยและ ตรวจสอบข้อเท็จจริง

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความรู้วิธีการในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการว่าต้องใช้เทคนิควิธีอย่างไรบ้าง

1.3 ความรู้รวบยอดในเรื่อง จำแนกได้เป็น 2 ข้อย่อย คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการอ้างสรุปครอบคลุม หลักวิชาเป็นใจความสำคัญของเรื่องนั้น ส่วนการอ้างสรุปครอบคลุมเป็นการนำหลักที่ได้ไปอธิบายเรื่องอื่น ๆ ที่ คล้ายคลึงกัน

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลาย ๆ หลักวิชาซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กัน จนได้เป็น โครงสร้างของเนื้อความใหญ่ในเรื่องนั้น ๆ

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความของท้องเรื่อง อันได้แก่ การแปล ความ ตีความและขยายความในเรื่องนั้น ผู้ที่มีความเข้าใจจะต้องรู้ความหมายและรายละเอียดย่อย ๆ ของเรื่องนั้น รู้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้อยู่เหล่านั้น สามารถอธิบายสิ่งนั้นด้วยภาษาของตนเอง ได้ พฤติกรรมนี้จำแนกได้เป็น 3 ข้อย่อย คือ

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการบอกความหมายตามนัยของเรื่องราวหรือ ปรากฏการณ์นั้น

2.2 การตีความ เป็นการถอดความหมายจากหลาย ๆ ความหมายตามนัยของเรื่องราวที่ ปรากฏนั้นว่า จากการที่หลาย ๆ ส่วนในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เป็นอย่างไรอย่างหนึ่ง แสดงว่าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นเป็นอย่างไร

2.3 การขยายความ เป็นการคาดคะเนหรือพยากรณ์ไปสู่กาลข้างหน้า (หรือถอยหลัง) โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ฯลฯ ไป แก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น ความสามารถในการนำไปใช้เป็นการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเรื่องราวหรือ เหตุการณ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถนำสิ่งที่ประสพการณ์ไปแก้ปัญหานั้น ๆ ได้สำเร็จ

4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นประกอบกันอยู่เช่นไร แต่ละอันคืออะไร มีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อันใดสำคัญมาก น้อย พฤติกรรมนี้จะจำแนกได้เป็น 3 ข้อย่อย คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ

4.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

5. การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อย ๆ ให้เข้ากันได้อย่างเป็นเรื่องราวโดยการจัดระบบโครงสร้างเสียใหม่ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งกว่าเดิม พฤติกรรมนี้แยกได้เป็น 3 ช้อย่อย คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการเรียบเรียงถ้อยคำให้ผูกพันกันเป็นเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ซึ่งการผูกเรื่องราวนี้ต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างมาสนับสนุน ทั้งยังอาจยกตัวอย่างประกอบ ใส่ความคิดเห็นส่วนตัว ฯลฯ ที่กำหนดให้ มาหาวิธีว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้เรื่องที่ต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้สามารถดำเนินการไปสู่เป้าหมายได้สำเร็จ

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการสร้างโครงการหรือแผนงานในด้านต่าง ๆ โดยนำข้อมูลเรื่องราว ที่กำหนดให้ มาหาวิธีว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้เรื่องที่ต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้สามารถดำเนินการไปสู่เป้าหมายได้สำเร็จ

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบเสียใหม่ ให้สำเร็จเป็นชิ้นเป็นอันให้ได้ประโยชน์หรือมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

6. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา โดยอาศัยเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ที่วางไว้ พฤติกรรมด้านการประเมินค่าจำแนกได้เป็น 2 ช้อย่อย คือ

6.1 การประเมิน โดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน เป็นการวินิจฉัยตีราคา ตามลักษณะข้อเท็จจริงที่เป็นเนื้อหาของสิ่งนั้น ๆ

6.2 การประเมิน โดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นการวินิจฉัยหรือตีราคาโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ภายนอก

แนวความคิดในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ตามแนวคิดของกาเย่ (Robert M. Gangne') และบริกส์ (Leslie J. Briggs) โดยแบ่งจุดประสงค์ซึ่งเป็นผลคาดหวังของการสอนออกเป็นสมรรถภาพ 5 ประการ คือ

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skill)
2. ยุทธศาสตร์ทางการคิด (Cognitive strategies)

3. สารสนเทศ (Verbal information)
4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skill)
5. เจตคติ (Attitude)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom taxonomy)

6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ดังนี้ คือ แบบทดสอบ (Test) คือชุดของคำถาม (Items) หรืองานชุดใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเรีย หรือชักนำให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติ ที่สามารถสังเกตได้วัดให้เป็นปริมาณได้ แบบทดสอบสามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้หลายแบบ แล้วแต่ทัศนะและเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง ในที่นี้จะกล่าวถึงการแบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

- 1.2 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

2. แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาและความถนัด (Intelligence and aptitude test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพในการเรียนรู้ของบุคคล และความพร้อมที่จะพัฒนาไปอย่างดีในด้านใดด้านหนึ่ง อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

- 2.1 แบบทดสอบความถนัดทั่วไปรายบุคคล (Individually administered tests of general aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายผลสำเร็จทางการเรียน และใช้ในทางคลินิกของ

นักจิตวิทยา ได้แก่ แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาเด็กของเวคสเลอร์ (Wechsler intelligence scale for children) แบบทดสอบสแตนฟอร์ด-บินเน็ต (Stanford-Binet scale) เป็นต้น

2.2 แบบทดสอบความถนัดทั่วไปกลุ่ม (Group tests of general aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายผลสำเร็จทางการเรียน โรงเรียนและสถาบันการศึกษาในสหรัฐอเมริกาใช้แบบทดสอบประเภทนี้กว้างขวางกว่าแบบทดสอบทั่วไปรายบุคคล ตัวอย่างเช่น แบบทดสอบอาร์มี แอลฟา (Army alpha) แบบทดสอบ โอทิส-เลนนอน (Otis-Lennon mental ability test) เป็นต้น

2.3 แบบทดสอบความถนัดพหุคูณ (Multiple aptitude battery) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพทางสมองหลายชนิด แต่ละชนิดมีคะแนนแยกเฉพาะของตน สามารถจัดทำเกณฑ์ปกติของแต่ละฉบับและหาความเที่ยงตรงของแต่ละฉบับกับผลการเรียน แต่ละด้าน และกับปัจจัยอาชีพต่าง ๆ ตัวอย่าง ได้แก่ แบบทดสอบ พี เอ็ม เอ (Primary Mental Ability : PMA) แบบทดสอบ ดี เอ ที (Differential Aptitude Test : DAT) แบบทดสอบเอฟ เอ ซี ที (Flanagan Aptitude Classification Test : FACT) เป็นต้น

2.4 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Special aptitude test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการคัดเลือกทางอาชีพและการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบความถนัดทางจักรกล (Mechanical aptitude test) แบบทดสอบความถนัดทางดนตรีของซี ชอร์ (Seashore measures of musical talents) แบบทดสอบความถนัดทางศิลปะของไมเออร์ (Meier art judgment) แบบทดสอบความถนัดทางเสมียน (Clerical test)

3. แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพและสังคม (Personal-social test) หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดคุณลักษณะในตัวบุคคล การปรับตัวให้เข้ากับสังคม เช่น แบบทดสอบวัดความซื่อสัตย์ วัดความวิตกกังวล วัดเจตคติ เป็นต้น

พิสนุ ฟองสี (2551) ได้กล่าวถึงความหมายและการแบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ดังนี้ คือ แบบสอบ (Test) บางครั้งเรียกว่า แบบทดสอบ เป็นชุดของข้อคำถาม ที่ชักนำให้ผู้รับการสอบแสดงพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นความรู้ด้านสมอง แบบสอบจะใช้มากในการวิจัยทางการศึกษา โดยเฉพาะการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งจะใช้คะแนนจากการสอบเป็นตัวสะท้อนถึงการสอนหรือกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียน แบบสอบแบ่งย่อยได้เป็น 3 แบบ ได้แก่

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) แบบสอบชนิดนี้ใช้กันมากที่สุดในทางการศึกษา ไม่ว่าจะเพื่อการวิจัยหรือเพื่อการเรียนการสอน การคัดเลือก ฯลฯ ใช้เพื่อวัดระดับความรู้ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด แบบสอบชนิดนี้แบ่งย่อยออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardize test) เป็นแบบสอบที่ผ่านการทดลองใช้และพัฒนามีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ส่วนใหญ่จะเป็นแบบสอบที่ใช้ในระดับชาติของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และต้องใช้แบบสอบกับคนเป็นจำนวนมาก เช่น กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นต้น

1.2 แบบสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made Test) เป็นแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นสอบตามรายวิชาที่สอนตามสถาบันการศึกษาต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วมักจะสอบด้วยแบบสอบที่ครูสร้าง ซึ่งถ้าจะพัฒนาให้เป็นแบบสอบมาตรฐานก็ทำได้

2. แบบสอบวัดความถนัด (Aptitude test) แบบสอบชนิดนี้ใช้วัดความสามารถนอกเหนือจากวิชาการ แบ่งย่อยออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 แบบสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา หรือเรียกว่าวัดแวว วัดเกี่ยวกับความสามารถในการจำแนกคำอุปมาอุปไมย สรุปความ มิติสัมพันธ์ ภาษา และจำนวน เป็นต้น

2.2 แบบสอบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific aptitude test) ใช้วัดความถนัดเฉพาะทาง เช่น เสมียน คนตรี และศิลปิน เป็นต้น

นอกจากนี้แล้ว พิสนุ ฟองสี (2552) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของข้อสอบเพิ่มเติมว่าหากแบ่งข้อสอบตามเกณฑ์วิธีสอบแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. แบบให้เขียนตอบ (Paper pencil test) ซึ่งมักพบกันทั่วไปในการสอบของสถานศึกษาต่าง ๆ หรือการสอบแข่งขันที่มีผู้เข้าสอบจำนวนมาก

2. แบบปฏิบัติ (Performance test) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสอบเกี่ยวกับทักษะต่าง ๆ กระบวนการ ผลผลิต หรือชิ้นงาน

3. แบบปากเปล่า (Oral test) เป็นการสอบครั้งละคน เช่น สอบป้องกันเค้าโครงหรือวิทยานิพนธ์ สอบสัมภาษณ์ และการแสดงวิสัยทัศน์ของผู้บริหารเพื่อเข้ารับตำแหน่ง เป็นต้น

4. แบบใช้คอมพิวเตอร์ (Computer test) แบบนี้คล้ายกับการเขียนตอบ แต่แทนที่จะใช้กระดาษ ดินสอ ปากกา ก็ใช้คอมพิวเตอร์แทน เช่น การสอบ TOEFL หรือการสอบเชี่ยวชาญในการทำผลงานเพื่อเลื่อนวิทยฐานะของครู เป็นต้น

สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์ (2554) ได้กล่าวถึงความสำคัญและการจำแนกข้อสอบออกเป็นประเภทโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ กันไว้ดังนี้

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของบุคคลในด้านสติปัญญา (Cognitive) เพื่อจะรู้ว่าใครเก่ง-อ่อน หรือ เด่น-ด้อย ด้านใด โดยจะสร้างชุดคำถามหรือกลุ่มของสิ่งเร้าเพื่อมากระตุ้นให้ผู้ถูกสอบแสดงพฤติกรรมตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่งที่สามารถวัดและ

สังเกตได้ ส่วนการจะแบ่งแบบสอบออกเป็นกี่ประเภทขึ้นอยู่กับใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งในที่นี้จะแบ่งแบบสอบตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด อาจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) หมายถึงเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของผู้เรียนว่าเขาเหล่านั้นบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด แบบสอบที่ใช้สอบกันในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยตอนปลายภาคหรือปลายปี ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 แบบสอบวัดความถนัด (Aptitude test) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดว่าเด็กมีความสามารถหรือศักยภาพใดอยู่ในตัวเหมาะที่จะไปเรียนต่อหรือประกอบอาชีพใดจึงจะเหมาะสมกับความสามารถที่มีอยู่ในตัว แบบสอบวัดความถนัดมักใช้ในการคัดเลือกคนไม่ว่าจะคัดเลือกเข้าศึกษาต่อหรือคัดเลือกเข้าทำงาน ส่วนใหญ่มักจะใช้ควบคู่ไปกับแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบวัดความถนัด อาจสร้างได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1.2.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardize test) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นอย่างรอบคอบ โดยผู้มีทักษะในเรื่องนั้น ๆ ส่วนใหญ่เป็นการสร้างในรูปของคณะกรรมการที่ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในด้านนั้น ๆ จำนวนหลาย ๆ คน เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะต้องมีการนำไปทดลองใช้ (Tryout) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบทั้งในด้านความเที่ยง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และอำนาจจำแนก แล้วมีการปรับปรุง เมื่อปรับปรุงเสร็จก็นำไปใช้ทดลองใหม่ หลังจากนั้นก็มีการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายของคะแนนว่าเด็กที่ได้คะแนนจากแบบสอบฉบับนี้เท่ากับ 72 คะแนนหรือ 80 คะแนนจะชนะคนอื่นมากี่คนใน 100 คน ดังนั้นผู้ที่สร้างแบบสอบประเภทนี้ได้ส่วนใหญ่มักจะเป็นหน่วยงาน เช่น สำนักทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากมีบุคลากรและงบประมาณพร้อม

1.2.2 แบบสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher made test) เป็นแบบสอบที่ครูแต่ละคนสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถของผู้เรียนในวิชาที่ตนสอนอยู่ แบบสอบที่ใช้ในโรงเรียน/มหาวิทยาลัยตอนปลายภาค ปลายปี ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นทั้งสิ้น ซึ่งส่วนใหญ่มักจะไม่มีกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ

1.3 แบบสอบบุคลิกภาพ (Personality test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดคุณลักษณะเฉพาะตัวบุคคล เช่น การปรับตัว ความสนใจ เจตคติ ลักษณะของแบบสอบประเภทนี้จะไม่มีคำตอบถูกหรือผิดตายตัวเหมือนกับแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบสอบความถนัด แบบสอบบุคลิกภาพจะบอกได้เฉพาะปริมาณหรือระดับความเห็นของบุคคลในแต่ละเรื่องว่ามีมาก ปานกลาง

หรือน้อย แบบสอบบุคลิกภาพจึงไม่ค่อยนิยมเรียกว่าแบบสอบแต่มักจะเรียกว่าเป็นมาตรวัดหรือแบบวัดเสียมากกว่า เช่น มาตรวัดเจตคติ หรือแบบสำรวจความสนใจ

2. จำแนกตามรูปแบบคำถามและวิธีการตอบอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบสอบอัตนัย (Subjective test) เป็นแบบสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบอธิบาย บรรยาย อภิปราย เสนอแนะความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์ในเรื่องต่าง ๆ อย่างเสรี ผู้ตอบต้องใช้วิธีการเขียนตอบแบบความเรียง บางครั้งจึงมีผู้เรียกข้อสอบแบบนี้ว่าข้อสอบแบบความเรียง (Essay)

2.2 แบบสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบสอบที่ต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ ต่อไปนี้คือ คำถามชัดเจน ให้คะแนนได้ชัดเจน และมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนที่ชัดเจน ซึ่งข้อสอบที่มีลักษณะดังกล่าวส่วนใหญ่มักเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choices) ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True- False) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching)

3. จำแนกตามเวลาที่ใช้สอบ อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบสอบจำกัดความเร็ว (Speed test) เป็นแบบสอบที่ค่อนข้างง่ายแต่ให้เวลานำทำน้อย ๆ เพื่อจะดูว่าในเวลาจำกัดใครที่สามารถตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วมากกว่าคนอื่น เช่น ข้อสอบ 100 ข้อ ให้เวลาทำ 10 นาที

3.2 แบบสอบไม่จำกัดความเร็ว (Power test) เป็นแบบสอบที่ค่อนข้างยาก แต่ให้เวลาในการทดข้อสอบอย่างเพียงพอ เพื่อที่เด็กจะได้แสดงความสามารถออกมาให้เต็มที่ตามกำลังความสามารถที่มีอยู่

4. จำแนกตามลักษณะการตอบ อาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

4.1 แบบสอบที่เขียนตอบในกระดาษ (Paper- pencil test) เป็นแบบสอบที่ให้ผู้ถูกสอบเขียนคำตอบลงในกระดาษซึ่งอาจให้เขียนเครื่องหมายใดเครื่องหมายหนึ่งในคำตอบที่ให้มา เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ หรือให้เขียนบรรยายความรู้สึกหรือความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ข้อสอบแบบบรรยายหรือข้อสอบแบบความเรียง

4.2 แบบสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) เป็นแบบสอบที่วัดความคล่องแคล่วหรือทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อจะดูความประสานสัมพันธ์ระหว่างมือ เท้า ตา ใจ ว่ามือเท้าสามารถทำตามทีมองสิ่งใดได้อย่างคล่องแคล่วมากน้อยเพียงใด ซึ่งอาจสรุปได้ง่าย ๆ ว่า “ทำได้ตามที่ใจปรารถนา” นั่นเอง แบบสอบประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบที่ให้ลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงภายใต้เงื่อนไขที่ผู้สอนจัดให้ มักใช้กับวิชาที่เน้นภาคปฏิบัติ เช่น ดนตรี พลศึกษา ศิลปะ

4.3 แบบสอบปากเปล่า (Oral test) เป็นแบบสอบที่ผู้สอบและผู้ถูกสอบจะมีการโต้ตอบซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นแบบสอบที่สามารถสอบถาม ชักใช้ได้ลึกซึ้งกว่าแบบสอบที่เขียนตอบในกระดาษ ซึ่งบางครั้งผู้ถูกสอบอาจตอบถูกเพราะเดาก็เป็นได้

5. จำแนกตามจำนวนผู้เข้าสอบ อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

5.1 แบบสอบเป็นกลุ่ม (Group test) เป็นแบบสอบที่ใช้สอบได้คราวละมาก ๆ ลักษณะของข้อสอบแบบนี้ ได้แก่ข้อสอบที่ให้เขียนตอบในกระดาษ (Paper-pencil test) ซึ่งอาจเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ หรือข้อสอบแบบความเรียงก็ได้

5.2 แบบสอบรายบุคคล (Individual test) เป็นแบบสอบที่ใช้สอบได้ครั้งละ 1 คน เช่น แบบสอบวัดเชาว์ปัญญาของ Wechsler หรือการสอบสัมภาษณ์

6. จำแนกตามการแปลความหมายของคะแนน อาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

6.1 แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยนำคะแนนผู้สอบแต่ละคน ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้

6.2 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยนำคะแนนของผู้สอบแต่ละคน ไปเปรียบเทียบกับกลุ่มคนที่อยู่ในสถานะหรือสภาพแวดล้อมเดียวกันว่าคะแนนของเด็กคนนั้นอยู่ตรงไหนของกลุ่ม

6.3 แบบสอบอิงตน (Self-referenced test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยครูกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลของคะแนนตามที่ครูเห็นว่าเหมาะสมเป็นครั้ง ๆ ไป

จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับผู้แบ่งใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งสำหรับในการทดลองวิจัยในครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบประเภทวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดอิงกลุ่ม ประเภท แบบสอบปรนัย ที่ครูสร้างขึ้น แบบเขียนตอบในกระดาษ ซึ่งจะใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และรวมถึงเป็นแบบวัดผลสำหรับการคิดวิเคราะห์ด้วย

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัด การเรียนรู้ในภาพรวม การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนจะส่งผลกระทบต่อประสภผลของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้ การวัดและประเมินผล ตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัดและประเมิน 2 แนวทางคือการวัดและ

ประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of educational objectives ของ Bloom และ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

พฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดประเมินผู้เรียนดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละสิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความสร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความเขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

2.1 พฤติกรรมความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

2.1.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

2.1.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบสถานการณ์ใหม่

2.1.3 ความสามารถแปลความรู้อจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2.2 การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตัวเองหรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบาย หลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4. ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจง รายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ด้านการสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อย ของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ด้านการวัดและประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในการสรุปค่าหรือตีราคาเกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้าง โดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

ซึ่งในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ในครั้งนี้ จะใช้แนวคิดการออกข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom โดยเลือกวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เพียง 3 ระดับ คือความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ส่วนการวัดคิดวิเคราะห์จะใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์ซึ่งออกแบบตามแนวคิดของมาร์ซาโน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ แบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ส่วนแล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะ

ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

แม้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีหลากหลายแบบแต่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือกเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยตรงรวมถึงวัดผลการคิดวิเคราะห์ด้วย

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบไว้หลายลักษณะเมื่อนำมาสังเคราะห์พบว่าควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า
5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป
6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ง่าย มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

7. ความจำและความคงทนทางการเรียนรู้

7.1 ความจำ

ปฏิพล ตั้งจักรวรานนท์ และธนิกานต์ มาณะศิริานนท์ (2548) กล่าวว่าโดยสรุปเป็นใจความสำคัญได้ว่า ความจำ คือกระบวนการที่สมองของเราใช้เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโลกใบนี้ เพื่อให้เราสามารถรับรู้ได้ว่าตัวเราคือใคร ด้วยเหตุนี้เอง สิ่งที่ถูกเก็บอยู่ในความทรงจำของมนุษย์แต่ละคนจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเพราะเจาะจง และแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเอกลักษณ์ของบุคคลแต่ละคน ความจำสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนด้วยกัน ดังต่อไปนี้ การรับข้อมูล (Encoding) การเก็บข้อมูล (Storage) และการค้นหาข้อมูลออกมาใช้เมื่อเราต้องการ (Retrieval) คนเราทุกคน มีวิธีการเก็บความทรงจำที่แตกต่างกันออกไปสำหรับแต่ละสถานการณ์ อันได้แก่ ความทรงจำระยะสั้น (Short term active memory) ซึ่งหมายถึง การกรองข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อเก็บสิ่งที่จำเป็นเอาไว้ในความทรงจำเพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การจำเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น ความทรงจำระยะยาว (Long term memory) หมายถึง การเก็บข้อมูลเอาไว้ในความทรงจำอย่างเป็นระบบ และทนทาน ซึ่งภายในส่วนของการเก็บข้อมูลดังกล่าวนี้ยังสามารถแบ่งออกเป็น ส่วนย่อย ๆ ได้อีกหลายส่วน ความจำของเรา เป็นสิ่งที่ได้รับการจัดระบบไว้อย่างยอดเยี่ยม ดังนั้น เราจึงสามารถพัฒนาการดึงข้อมูลออกมาใช้ได้ด้วยการกำหนดความหมาย หรือจัดโครงสร้างให้แก่ข้อมูลที่พวกเราเก็บไว้ ความทรงจำนั้นไม่ใช่สิ่งที่ทำงานอย่างโดดเดี่ยว แต่ปัจจัยอื่น ๆ อาทิ เช่น การตั้งสมาธิ การวางแผน และการจัดระบบความคิด ก็ล้วนแต่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของความทรงจำทั้งสิ้น การศึกษาความจำนี้ก็เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจกันมาตั้งแต่อดีต และในปัจจุบัน เราสามารถทำการศึกษาความจำของเราได้ด้วยเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อทดสอบว่าพวกเขาสามารถแยกแยะความแตกต่างของรูปภาพดังกล่าว ออกจากรูปภาพที่พวกเขาไม่เคยเห็นมาก่อนได้หรือไม่ วิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่า การทดสอบความจำด้วยการรับรู้จากการมองเห็น (Visual recognition memory) พวกเขายังสามารถทดสอบบุคคลเหล่านี้ได้ด้วยการอ่านออกเสียงคำต่าง ๆ เพื่อขอให้พวกเขาออกเสียงตามอย่างที่เขาพูดออกไปก็ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเรียกว่าการทดสอบความจำทางคำพูด (Verbal recall memory) นอกจากนี้ คนเรายังมักจะสามารถ

จดจำสิ่งแรก ๆ และสิ่งสุดท้ายที่พวกเขาเห็นได้เป็นอย่างดีที่สุดอีกด้วย ทั้งนี้ถ้าข้อมูลได้รับการนำเสนอต่อมนุษย์อย่างเป็นระบบมากขึ้น เช่น การแบ่งประเภทของข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามลักษณะที่ใกล้เคียงกันจะทำให้คนเราสามารถจดจำข้อมูลดังกล่าวได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก รวมทั้งสามารถจดจำได้อย่างยาวนานขึ้นด้วย คนที่เป็นโรคความจำเสื่อม ก็สามารถเป็นแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ยอดเยี่ยมได้เช่นกัน เนื่องจากโรคความจำเสื่อม เป็นอาการที่เกิดขึ้นเมื่อสมองส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือหลาย ๆ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบความจำ ได้รับความกระทบกระเทือน ด้วยเหตุนี้เองบุคคลกลุ่มนี้จึงมักจะบรรยายประสบการณ์ที่พวกเขามีต่อโลกนี้อย่างแตกต่างออกไปจากความเป็นจริงที่พวกเขาคุ้นเคย

ปฏิพล ตั้งจักรวรานนท์ และธนิกานต์ มาณะศิริรานนท์ (2548) กล่าวว่าในการพัฒนาความจำไว้ว่าการจดจำเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการเพิ่มความสามารถให้แก่ความทรงจำของเรา จึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความตั้งใจ การวางแผน และการวางระบบที่ดีขึ้น โดยเราสามารถใช้กลยุทธ์หรือกลเม็ดทางความทรงจำ เพื่อช่วยกระตุ้นกระบวนการดังกล่าวได้ ทั้งนี้กลยุทธ์บางอย่างก็เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับคนเราตามธรรมชาติ แต่การแสวงหากกลยุทธ์ใหม่ ๆ ก็สามารถก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวเราได้เป็นอย่างมากเช่นกัน

กลยุทธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1. กลยุทธ์ภายใน มีหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้กับความทรงจำของเรา เพื่อให้เราสามารถดึงความทรงจำกลับออกมายังจิตใจของเราได้อย่างง่ายดายยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และเทคนิคในการกระตุ้นให้นึกถึงสิ่งต่าง ๆ ได้โดยง่ายที่เรียกว่า Mnemonics ตัวอย่างกลยุทธ์ภายในที่สำคัญได้แก่

1.1 กลยุทธ์สำหรับการรับและการเก็บรักษาข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

1.1.1 การเรียนรู้ด้วยการท่องจำ

คนเรามักจะเคยชินกับการเรียนรู้ด้วยการทบทวนอยู่เสมอ ตัวอย่างเช่น การอ่านข้อมูลที่เราต้องการจดจำเข้าไปซ้ำมา ซึ่งวิธีการดังกล่าวเรียกว่า “การเรียนรู้ด้วยการท่องจำ”

1.1.2 การแบ่งข้อมูล

การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย สามารถทำให้เราดึงมันกลับออกมาใช้ได้ดียิ่งขึ้นในอนาคต เนื่องจากมันเป็นการช่วยความทรงจำของเราในการจัดระบบข้อมูลที่เราได้รับ การแบ่งข้อมูลเป็นวิธีที่ยอดเยี่ยมอย่างยิ่งในการจดจำเบอร์โทรศัพท์ เป็นเหตุผลว่า การเขียนเบอร์โทรศัพท์จึงมักจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ โดยมีเครื่องหมาย-หรือการเว้นวรรคคั่นกลางไว้เสมอ

1.2 กลยุทธ์ในการจัดระบบ

ยิ่งเราสามารถจัดระบบให้กับความจำได้มากขึ้นเท่าไร เราก็จะยิ่งเรียนรู้ที่จะจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นตามมากขึ้นเท่านั้น ความทรงจำระยะยาวนั้น เป็นสิ่งที่ได้รับการวางโครงสร้างไว้เป็นอย่างดี ด้วยการเก็บข้อมูลจำนวนมากไว้ ด้วยการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลทั้งหมด วิธีการเก็บข้อมูลของความทรงจำระยะยาวข้างต้นเปรียบได้กับการเก็บข้อมูลเป็นแฟ้มไว้ในตู้เอกสารหรือจัดเก็บเป็นไฟล์ไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อที่เหมาะสมได้เป็นอย่างดี

1.3 กลยุทธ์เชื่อมโยงสำหรับการเรียนรู้

เราสามารถช่วยระบบการจัดเก็บความทรงจำของเราได้ ด้วยการจับคู่ข้อมูลบางอย่างที่เราต้องการจดจำเข้ากับข้อมูลที่เราคุ้นเคย หรือที่เรียกกันว่า “การสร้างจุดเชื่อมโยง” ทั้งนี้การสร้างจุดเชื่อมโยงบางอย่างอาจจะเป็นเรื่องง่าย แต่โดยส่วนใหญ่แล้วการสร้างจุดเชื่อมโยงอาจจะไม่ง่าย เช่นนั้นเสมอไป ดังนั้นเราจึงต้องมีความสร้างสรรค์ในการสร้างจุดเชื่อมโยงมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ถ้าเราฝึกฝนการสร้างจุดเชื่อมโยงต่อไปเรื่อย ๆ เราจะสามารถทำมันได้ดียิ่งขึ้น จนกลายเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติในที่สุด ยกตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องช่วยจำ การนิกภาพ วิธีการจับคู่รูปภาพ และการนิกภาพจากสถานที่ โดยเทคนิคการนิกภาพจากสถานที่ เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ โดยการนิกถึงบ้านที่มีห้องเป็นจำนวนมาก โดยเราเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันไว้ในห้องที่แตกต่างกันเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำ ด้วยเหตุนี้เอง เมื่อเราต้องการนิกอะไรสักอย่าง จิตใจของเราจะต้องเดินไปรอบบ้านเพื่อมองหาข้อมูลที่เราต้องการการหาเส้นทาง หลาย ๆ คนมักจะมีปัญหาในเรื่องการเดินทาง แต่ปัญหาดังกล่าวก็สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการลงมือปฏิบัติดังต่อไปนี้

1.3.1 สร้างภาพแผนที่ขึ้นในจิตใจด้วยการอ่านแผนที่ที่แท้จริง และนิกภาพตามเส้นทาง

1.3.2 ในขณะที่เรากำลังเดินทาง จงพยายามมองดูแผนที่ในจิตใจของเราอยู่เสมอ

1.3.3 ถ้าเส้นทางที่เราต้องเดินทางเป็นเส้นทางที่ซับซ้อน เราก็ต้องเพิ่มภาพสำหรับการจดจำให้มากขึ้น ด้วยการเรียงลำดับทิศทางที่เราต้องเดินทางไปจนถึงที่หมาย และทบทวนรายการดังกล่าวอยู่เสมอในระหว่างการเดินทางของเรา

1.3.4 ถ้าเราต้องเดินทางกลับด้วย ในขณะที่เรากำลังเดินทางไปยังเป้าหมาย เราต้องคอยสอดส่องจุดสำคัญในระหว่างการเดินทางอย่างตั้งใจ เพื่อให้เราสามารถเดินทางกลับได้อย่างถูกต้อง

1.4 กลยุทธ์ในการดึงข้อมูลออกมาใช้งาน

ถ้าเราได้นำกลยุทธ์สำหรับรับ และการเก็บรักษาข้อมูลมาใช้กับตัวเราเองเรียบร้อยแล้ว เราก็น่าจะสามารถึงข้อมูลกลับออกมาใช้งานได้ง่ายขึ้นในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามถ้าเรายังมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการนำออกมาใช้ แต่เรายังหามันไม่เจอ เราก็สามารถนำกลยุทธ์สำหรับการดึงข้อมูลกลับออกมาใช้งาน ได้แก่ การค้นหาด้วยตัวอักษร การค้นหาตามหมวดหมู่ การค้นหาด้วยการถ่ายภาพ และการทบทวนทางจิตใจ เป็นต้น

2. กลยุทธ์ภายนอก เป็นการใช้อุปกรณ์ภายนอกเพื่อช่วยเหลือความทรงจำ เช่น การเขียนรายการของสิ่งที่เราต้องทำ และการเขียนบันทึก เป็นต้น

อรอมา สกุกเกียรตีวัฒนา (2554) กล่าวว่าความจำกับสมองมีความสัมพันธ์กัน โดยสมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญยิ่ง และถือเป็นสิ่งมหัศจรรย์ที่วิเศษที่สุดที่ธรรมชาติได้สรรค์สร้างมาให้เรา และถือเป็นทรัพยากรที่มีค่ามากกว่าทรัพย์สินใดทั้งสิ้นในโลกนี้ เพราะนอกจากจะทำหน้าที่ในการควบคุมอวัยวะต่าง ๆ ของมนุษย์เราแล้ว สมองยังทำหน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ “หน้าที่ในการคิด การจดจำ และการเรียนรู้” มนุษย์ใช้สมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เมื่อมนุษย์มีการเรียนรู้ มนุษย์ก็จะรู้จักใช้สมองในการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจนตกผลึกเป็นองค์ความรู้ใหม่ สมองจะบันทึกองค์ความรู้นั้นไว้ในส่วนที่ทำหน้าที่ในการจำ เมื่อมีการเรียกใช้ สมองส่วนนี้ก็จะทำหน้าที่เรียกคืนความจำนั้นทันที ความจริงแล้วสมองของคนเรามีความสามารถพิเศษเหนือกว่าสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น ๆ ก็คือ “ความสามารถในการจดจำ” และความจำของคนเราจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องอาศัย “การเรียนรู้” เป็นหลัก หนทางเดียวที่จะช่วยให้เรามีสมองอันชาญฉลาดและมีความจำเป็นเลิศนั้นก็จำเป็นที่จะต้องอาศัยการฝึกฝนและเรียนรู้เป็นหลัก หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของสมองคือการทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิด การจดจำ และความรู้สึกลึกต่าง ๆ สมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคิดและการจดจำจะมีการจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ประสาทจำนวนมากให้ติดต่อกันด้วยเส้นใยประสาท สามารถติดต่อกลับไปกลับมาระหว่างกันได้ หากจะว่าไปแล้วสมองของคนเราก็เปรียบเสมือนกับจิ๊กซอว์ที่กระจัดกระจายกันอยู่ ซึ่งเราจะค่อย ๆ รวบรวมชิ้นส่วนความจำที่นำมาเรียงต่อกันให้เป็นภาพที่สมบูรณ์ หรืออาจกล่าวได้ว่าสมองเปรียบเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ของคนเราที่ทำหน้าที่รวบรวมเพิ่มข้อมูลความจำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมองมาใช้ในการคิดและการเรียนรู้ นั่นเอง ความจำ หมายถึงความสามารถของสมองในการจัดเก็บข้อมูลไว้และสามารถเรียกกลับคืนมาใช้ได้ตลอดเวลา การเรียนรู้ทุกชนิดของคนเราต้องอาศัยความจำทั้งนั้น ซึ่งถ้าคนเราไม่มีความจำ เราก็ไม่มีทางอยู่รอดได้ เราต้องเริ่มทุกสิ่งทุกอย่างใหม่หมดในแต่ละวัน สิ่งที่ได้เห็นแต่ละวันก็จะแปลกใหม่เหมือนเพิ่งเคยเห็นในครั้งแรกทุกวัน เพราะอะไรที่เราคุ้นเคยนั้นก็มักจะทำให้มองข้ามจนเกิดอาการ “ลืม” ได้เสมอ การที่คนเราจดจำได้นั้น นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า เกิดจากประสบการณ์ที่ประสาท

สัมผัสทั้ง 5 รับรู้และเมื่อประสาทสัมผัสรับรู้ก็จะถูกบันทึกอยู่ในสมองและระบบประสาทผ่านกระบวนการทางเคมี ความจำเป็นความสามารถของสมองในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นตอนหรือกระบวนการเกิดมี 4 ขั้นตอนเป็นลูกโซ่ต่อเนื่องกันได้แก่

1. ขั้นตอนของการบันทึกโดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5
2. ขั้นตอนของการคงไว้ เป็นการเก็บรักษาข้อมูลที่ได้นับที่ไว้ อาจคงไว้ในระยะสั้นหรือระยะยาวขึ้นอยู่กับความสามารถในการจดจำข้อมูลของแต่ละคน
3. ขั้นตอนของการเรียกคืนคือการสามารถระลึกถึงเรื่องราวประสบการณ์ทั้งหมดมาใช้ได้ในทันทีและตลอดเวลาที่ต้องการ
4. ขั้นตอนของการจำได้ สามารถจดจำเรื่องราวหรือประสบการณ์ที่ระลึกได้นั้นว่าเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไรและเกิดขึ้นเมื่อใด

เพราะฉะนั้นกระบวนการที่ทำให้เกิดความจำจึงเกิดจากการที่คนเรานับที่ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้ามาเก็บไว้ในสมองเพื่อให้เกิดความจำ โดยอาจกล่าวได้ว่าความจำเป็นพื้นฐานของสมอง ส่วนการคิดเป็นการสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ และพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่อยู่ตลอดเวลา

ความจำในสมองของคนเราประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนแรกเรียกว่า “ความจำระยะยาว (Long term memory) เปรียบเทียบเหมือนฮาร์ดไดรฟ์ (Hard Drive) ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจดจำข้อมูลต่าง ๆ ในชีวิต เช่น จำชื่อตัวเอง สภาพแวดล้อมที่คุ้นเคย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ยากที่จะถูกทำลายหรือลบเลือนไปความจำระยะยาวมี 2 ชนิดคือ

1. รีเฟล็กซ์ิฟ เมม โมรี (Reflexive (Implicit) memory) เป็นความจำที่เกิดโดยอัตโนมัติ ไม่ต้องการความคิด ความจำชนิดนี้เกิดจากการฝึกหรือทำซ้ำบ่อย ๆ เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เกี่ยวข้องกับทักษะการทำงานของร่างกาย เช่น การทำกิจวัตรในชีวิตประจำวัน หรือการทำงานประจำ
2. ดีคลาเรทีฟ เมม โมรี (Declarative (Explicit) memory) เป็นความจำที่ต้องคิดอย่างมีสติ เอาใจใส่ ตั้งใจ เพื่อที่เรียกข้อมูลที่เก็บไว้ออกมาอธิบายเป็นคำพูดหรือการเขียนบรรยายได้ สามารถเปรียบเทียบหรือแปลผลได้

ส่วน “ความจำระยะสั้น (Short term memory) หรือเรียกอีกอย่างว่าเวิร์คกิงเมม โมรี (Working memory) เปรียบเทียบเหมือนแรม (RAM-Random Access Memory) ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นความจำช่วงสั้น ๆ โดยเราจะบันทึกข้อมูลนั้นลงบนพื้นที่ว่างในสมองทันทีเมื่อมีการเรียนรู้ เช่น การจำเบอร์โทรศัพท์ เราต้องอ่านทบทวนซ้ำ ๆ จึงจะสามารถจำเบอร์และหมุนได และจะสั่งในระยะสั้น ๆ ซึ่งถ้าไม่มีการทบทวนซ้ำเราจะไม่สามารถจำได้เลย

การทำงานของความจำทั้งสองส่วนจะเชื่อมโยงกัน โดยที่ความจำระยะสั้นจะมีลักษณะการทำงานคือ เมื่อสมองได้รับข้อมูลแล้ว ก็จะนำเอาข้อมูลนี้มาใช้ในการทำงานทันทีหรือหากยังไม่มีการใช้ในขณะนั้นข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกส่งไปเก็บไว้ในส่วนที่เรียกว่า “ฮิปโปแคมปัส” ทั้งสอง ซึ่งเป็นส่วนของสมองลิมบิก มีบทบาทสำคัญในการสร้างความทรงจำระยะยาว

ดังนั้นถ้าต้องการเก็บข้อมูลนั้นไว้ในสมองให้นานขึ้นก็จะต้องมีการถ่ายโอนข้อมูลดังกล่าวไปยังส่วนที่เป็นความจำระยะยาว ซึ่งจะสามารถเสริมสร้างศักยภาพในการเข้าถึงความจำระยะยาวและเรียกข้อมูลนั้นกลับมาใช้ได้

คนเราสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นคนมีความจำเป็นเก่งและมีความจำเป็นเลิศได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความจำพัฒนาได้ต้องเริ่มจากการสร้างความเข้าใจ

ระบบการศึกษาย่านเรามากใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบท่องจำประเภทท่องแบบนกแก้วนกขุนทอง แต่กลับไม่สอนให้เด็กคิดแบบเชื่อมโยงและทำความเข้าใจในสิ่งนั้นอย่างถ่องแท้ เราจึงมักพบว่าทำไมเด็กนักเรียนอ่านหนังสือแล้วแต่จำเนื้อหาในหนังสือไม่ได้ ไม่สามารถสรุปความสำคัญของเนื้อหาได้ หากต้องการพัฒนาความจำให้มีความจำที่ดี จำเป็นต้องอาศัยการทำความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ให้ชัดเจน จากนั้นลองจับกลุ่มของความคิดหัดเชื่อมโยงความคิดให้เป็น รู้จักมองกว้าง และคิดในหลายแง่มุม ความจำที่ดีก็จะเกิดขึ้นได้

2. ให้ความสนใจในคุณค่าของการจดจำ

เมื่อเราต้องการจดจำอะไร ก็จงให้คุณค่ากับสิ่งนั้น ๆ เมื่อเราให้ความสนใจเรามากจะทำในสิ่งนั้น ๆ ได้ดี เช่นเดียวกับอินเทอร์เน็ตที่เก่งคณิตศาสตร์ นั้นเป็นเพราะเขาให้ความสนใจในสิ่งที่ชอบ

3. หาจุดเด่นเพื่อให้จดจำได้ง่าย

“ความจำที่ดีควรเหมือนแหของชาวประมง คือ แหควรดักปลาตัวใหญ่ ๆ ไว้ แต่ปล่อยปลาเล็กให้หลุดออกไป” ดังนั้นลองแยกแยะดูซิว่าอะไรคือเรื่องสำคัญ อะไรไม่สำคัญ เมื่อแยกแยะได้แล้วก็ควรมุ่งให้ความสนใจกับมันอย่างจริงจัง เราก็สามารถจดจำมันได้

4. เชื่อมันว่าเราทำได้

ความเชื่อมั่นเป็นก้าวแรกของการก้าวไปสู่ความสำเร็จ และในโลกนี้ไม่มีอะไรที่จะมีขีดขวางความสำเร็จของเราได้นอกจากตัวเราเองหรืออาจท่องไว้ในใจว่าฉันต้องทำให้ได้

5. มีความมุ่งมั่นตั้งใจที่จะจดจำ เหมือนกับสุภชาติไทยที่ว่า ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น

นอกจากนี้เอกสารของ อรุมา สกุกเกียรติวัฒนา (2554) เขียนระบุไว้ว่ารอน ไวท์ ผู้ที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้มีความจำยอดเยี่ยมที่สุดในโลกคนหนึ่งได้แนะนำเคล็ดลับในการจำแบบไอน์สไตน์ซึ่งใช้กันมานานแล้วมีด้วยกัน 5 ขั้นตอน

1. ชัดเจน (Focus) การโฟกัสในสิ่งที่เราต้องการจดจำจะทำให้เราเห็นชัดเจนขึ้นว่า “สิ่งที่เราต้องการจำคืออะไร มีความโดดเด่นตรงไหน” ซึ่งถือว่าเป็นจุดสำคัญที่สุดที่ทำให้พลังการจดจำของเรามีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. บันทึกลง (Files) การบันทึกสิ่งที่เราต้องการจดจำเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ละเลยไม่ได้ หากต้องการเรียกคืนเอกสารจากคอมพิวเตอร์กลับมาใช้อีก เราจะต้องบันทึกไฟล์นั้นไว้ในชื่อที่เราสามารถจำได้ง่ายและแยกเป็นหมวดหมู่ไว้ชัดเจนเพื่อการเรียกใช้งานในภายหลัง ความจำของคนเราก็เช่นกันที่มีกลไกการทำงานแบบเดียวกับคอมพิวเตอร์ และเพื่อให้สามารถเรียกข้อมูลกลับมาใช้ได้ ในระยะเวลาต่อมา ทุกคนจำเป็นต้องบริหารจัดการความทรงจำ และจัดเก็บข้อมูลไว้ในกล่องเก็บไฟล์แห่งความทรงจำอย่างมีระบบและมีระเบียบ เพื่อที่เวลาเรียกใช้จะง่ายขึ้น

3. ภาษาภาพ (Pictures) การจดจำภาพย่อมดีกว่าการจดจำเป็นข้อความตัวอักษรยาว ๆ ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำ ทุกคนจำเป็นต้องจินตนาการถึงสิ่งที่ต้องการจำให้เป็นภาพที่คุ้นเคยหรือภาพที่สะกดตา

4. ติดตรึง (Glue) การที่คนเราต้องการจะจดจำอะไรบางอย่าง สิ่งนั้นต้องมีความโดดเด่นเพียงพอที่จะติดตรึงอยู่ในความทรงจำ และกระทบกับความรู้สึกของตัวเองอย่างแรง ไม่ว่าจะ เป็นความรู้สึกเศร้า เสียใจ ดีใจ สุขใจ เป็นต้น

5. การทบทวน (Review) การทบทวนสิ่งที่บันทึกไว้ในความทรงจำ เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่จะทำให้สามารถจำสิ่งต่าง ๆ ได้ในระยะยาว

แพสแคล มิเชลอน (2556) กล่าวถึงสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความจำไว้ดังนี้ การจัดระเบียบความจำว่าความจำช่วยเราในการบันทึก และเรียกข้อมูลที่บันทึกไว้เกี่ยวกับความเป็นไปของโลกนี้กลับคืนมา รวมถึงวิธีที่เราตอบสนองต่อโลกด้วย ความจำที่ฝังแน่นก่อตัวขึ้นเมื่อถูกบันทึกอย่างถูกต้อง เพื่อที่ว่าเมื่อรีฟเฟอออกมาได้โดยง่ายในภายหลัง การทำงานโดยอัตโนมัติของสมอง บางครั้งเราอาจจำข้อมูลได้โดยไม่รู้ตัว สมองจดจำข้อเท็จจริงและรายละเอียดจำนวนมากโดยที่เราไม่ได้รู้สึกถึงข้อมูลเหล่านั้น กระบวนการช่วยจำ หมายถึง เทคนิคทุกชนิดที่ช่วยให้ความจำของเราเก็บข้อมูลได้ดีขึ้น จากประวัติศาสตร์มีการใช้กระบวนการช่วยจำในยูคกรีกโบราณ และยังคงใช้กันอยู่ในทุกวันนี้ จากการตรวจสอบความแตกต่างของสมองส่วนฮิปโปแคมปัสของคนที่ขับแท็กซี่กับคนที่ขับรถประจำทางแสดงให้เห็นว่าสมองส่วนดังกล่าวของคนขับแท็กซี่ใหญ่กว่าเนื่องจากในแต่ละวันเขาต้องใช้สมองอย่างหนักในการจดจำเส้นทาง แล้วเสาะหาทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดเพื่อไปให้ถึง

จุดหมายปลายทาง อย่างไรก็ตามคนขับรถประจำทางส่วนใหญ่จะไปตามเส้นทางเดิมทุกวันทำให้การกระตุ้นการทำงานของฮิปโปแคมปัสไม่มากนัก ความจำระยะสั้นคืออะไร ความจำระยะสั้นทำให้เราจดจำข้อมูลจำนวนหนึ่งไว้ในขณะที่กำลังทำกิจกรรมบางอย่างอยู่ ข้อมูลนั้นจะหายไปอย่างรวดเร็วเว้นแต่เราจะตั้งใจจดจำมันไว้ การคงความจำไว้เป็นสิ่งสำคัญเพราะจะทำให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่เราทำเป็นลำดับต่อไปนั้น ยังอยู่ในความคิดได้ ในทศวรรษที่ 1950 นักจิตวิทยาคนหนึ่งชื่อ จอร์จ มิลเลอร์ ได้ระบุตัวเลขสำคัญ คือ เลข 7 ซึ่งก็คือจำนวนสิ่งของที่คนส่วนใหญ่สามารถเก็บไว้ในความจำระยะสั้นได้ แต่อย่างไรก็ตามในทศวรรษที่ 1980 นักศึกษาชาวอเมริกันคนหนึ่งซึ่งไม่ได้เป็นนักจำมืออาชีพ สามารถจำตัวเลขได้กว่า 70 ตัว โดยเขาอาศัยเทคนิค การจับกลุ่ม ความจำระยะสั้นจากภาพ (Visual Short Term Memory-VSTM) ช่วยให้เราจดจำข้อมูลที่เป็นภาพและพื้นที่ว่าง ในเวลาที่จำกัดมา ๆ เพื่อเก็บข้อมูลเหล่านั้นจะถูกใช้ในกระบวนการรับรู้ที่กำลังดำเนินอยู่ได้ ข้อมูลที่ว่านี้อาจรวมถึงรูปทรงและสีของสิ่งต่าง ๆ รวมถึงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา ความจำระยะยาว คือ เหตุการณ์ในความทรงจำใด ๆ ที่เกิดขึ้นนานกว่าขอบเขตเวลาของความจำระยะสั้น ซึ่งอาจเป็นตั้งแต่ไม่กี่วินาทีจนถึง 1 นาทีนั้น ล้วนอยู่ในความจำระยะยาวทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ด้วยการท่องจำก็มีข้อจำกัด อย่างเช่นการอ่านข้อมูลจำนวนหนึ่งซ้ำ ๆ เพื่อโอกาสในการจำได้จริง แต่ปัญหาสำคัญของเทคนิคนี้ คือ อาจไม่จำเป็นต้องเข้าใจสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ซึ่งหากข้อมูลที่ถูกจดจำไม่ได้มาจากความเข้าใจอย่างถ่องแท้ มันก็จะไม่เชื่อมโยงกับความรู้ (แนวคิด) ที่มีอยู่เดิม ดังนั้นการเรียกความจำกลับคืนมาจึงเป็นเรื่องยาก นี่เป็นเหตุผลที่ข้อมูลที่เรจำด้วยวิธีท่องจำมักถูกลืม ถ้าไม่มีการรื้อฟื้นอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างที่ดีที่สุดคือ นักศึกษาที่เร่งอ่านหนังสืออัดข้อมูลแน่นเต็มหัวก่อนสอบ แต่กลับจำอะไรไม่ได้มากนักในอีกสองสามเดือนต่อมา การเรียนรู้โดยการท่องจำหรือการเรียนรู้แบบนกแก้วนกขุนทอง ประเทศต่าง ๆ เรียกการเรียนรู้จากการท่องจำด้วยคำที่มีความหมายแตกต่างกันออกไป ในกรีซเรียกการเรียนรู้โดยการท่องว่า “Papagalía” ซึ่งแปลว่า “การเรียนรู้แบบนกแก้ว” ในขณะที่ในฝรั่งเศสใช้คำว่า “Par coeur” แปลว่า “จำด้วยใจ” วิธีท่องจำไม่ได้ได้รับการยอมรับเท่าใดนักในสองประเทศ ซึ่งครูบาอาจารย์นิยมการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจมากกว่า ในบางพื้นที่ของจีนใช้คำว่า “Tian yazi” แปลว่า “ยึดใส่เป็ด” ในขณะที่เยอรมันใช้คำว่า “Der Numberger Trichter” แปลว่า “กรวยนูเรมเบิร์ก” ทั้งสองคำนั้นสื่อถึงความรู้ที่ถูกยัดเข้าไปในตัวนักเรียนตรง ๆ อย่างไรก็ตาม ประเทศจีนถือว่าการเรียนรู้โดยการท่องจำเป็นส่วนที่ขาดไม่ได้ของวัฒนธรรมการสอนของตน ความจำของเรานั้นแทบไม่มีเรื่องไหนเลยที่เป็นข้อเท็จจริงเดียว ๆ โดยมากแล้วมักเป็นข้อมูลชุดต่าง ๆ ที่ถูกนำมาเชื่อมโยงกัน นี่คือวิธีการที่การเรียนรู้เกิดขึ้นในสมอง โดยข้อเท็จจริงใหม่จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงเดิม เราเก็บและเรียกข้อมูลได้ก็ด้วยระบบเชื่อมโยงนี้ และนี่ก็เป็นเหตุผลที่ข้อเท็จจริงเดียว ๆ ที่ไม่เชื่อมโยงเข้ากับอะไรเลย เช่น ชื่อต่าง ๆ จึง

เป็นสิ่งที่จำได้ยาก การจัดระเบียบมากเกี่ยวข้องกับความจำ ประการแรก ความสามารถในการจัดระเบียบข้อมูล (ได้แก่ ข้อความ ถ้อยคำ รูปภาพ) ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะช่วยให้เราเข้าใจข้อมูลนั้นได้ดียิ่งขึ้น ประการที่สอง มันจะสร้างระบบให้เราเรียกข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นมาได้ ทำให้การจดจำข้อมูลนั้นดียิ่งขึ้น เวลาเราต้องการหาเอกสารสักแผ่นบนโต๊ะทำงาน มักจะหาได้ง่ายขึ้นหากโต๊ะมีความเป็นระเบียบ นั่นเป็นเพราะการจัดโต๊ะนั้นมีแบบแผนตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด และมีตรรกะที่เป็นเหตุเป็นผลนั่นเอง เช่น จดหมายอาจถูกเรียงไว้ตามลำดับวันที่ได้รับ รายการของสิ่งที่ต้องทำอาจถูกแยกไว้ต่างหาก และเอกสารสำคัญอาจถูกแยกเก็บไว้ในลิ้นชักเฉพาะ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อต้องการหาอะไรสักอย่าง เราก็จะรู้ว่าต้องดูที่ไหน เพราะหมวดหมู่ข่าวของบนโต๊ะทำงานนั้นทำหน้าที่เป็นสื่อเตือนความจำในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ การจัดระเบียบ ความจำก็ทำงานแบบนั้นเหมือนกัน เมื่อมีการจัดระเบียบสิ่งที่อยากจำ ก็เท่ากับว่าได้สร้างกลุ่มหรือประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นสื่อเตือนความจำเพื่อการรื้อฟื้นความจำในภายหลัง นอกจากนั้นความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะเชื่อมกันแน่นแฟ้นได้โดยง่ายด้วย เพราะได้มีการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเหล่านั้น และแน่นอนว่าเราจะไม่สามารถจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ ได้หากไม่ได้เข้าใจมันจริง ๆ ซึ่งความเข้าใจนี้ก็เป็นปัจจัยช่วยเพิ่มพลังความจำอีกทางหนึ่งด้วย การจัดลำดับกลุ่มข้อมูลโดยแยกตามประเภทอย่างมีหลักเกณฑ์นั้น ถือเป็นการจัดระเบียบวิธีหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มความจำได้ โดยอาจจัดระเบียบข้อมูลด้วยวิธีการเรียงตามลำดับหรือตามระดับได้ด้วย อาจเรียงลำดับตามตัวอักษร ตามขนาดใหญ่เล็ก ตามความเข้มของสี และอื่น ๆ

จากงานเขียนของ ออรูมา สกุกเกียติวัฒนา (2554) ปฏิพล ตั้งจักรวรานนท์ และธนิกานต์ มาณะศิริานนท์ (2548) และแพสเคล มิเชลอน (2556) สรุปใจความสำคัญได้ว่าความจำเป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้โดยผ่านการเรียนรู้อย่างเป็นระบบซึ่งอาศัยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การรับข้อมูล (Encoding) การเก็บข้อมูล (Storage) และการค้นหาข้อมูลออกมาใช้เมื่อเราต้องการ (Retrieval) โดยจะต้องอาศัยการเรียนรู้ผ่านกลยุทธ์ทั้งกลยุทธ์ภายในและภายนอก ซึ่งกลยุทธ์ภายใน ได้แก่ กลยุทธ์สำหรับการรับและการเก็บรักษาข้อมูลอย่างต่อเนื่อง กลยุทธ์ในการจัดระบบ กลยุทธ์เชื่อมโยงสำหรับการเรียนรู้ กลยุทธ์ในการดึงข้อมูลออกมาใช้งาน นอกจากนี้แล้วในการจะทำให้จำได้ดีจะต้องเป็นลักษณะข้อมูลที่ชัดเจน (Focus) ควรมีการบันทึก (Files) เป็นลักษณะภาษาภาพ (Pictures) ติดตริง (Glue) และรวมถึงจะต้องมีการทบทวน (Review) ด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในงานวิจัยขึ้นจะมีการประยุกต์ใช้ผังกราฟิกซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ มีส่วนช่วยในการจัดระเบียบข้อมูลซึ่งมีความซ้อนทับกันกระจายออกเป็นรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ที่มีความชัดเจนซึ่งผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ ในขณะที่วางแผนผังที่ได้จะมีลักษณะคล้ายภาพ ๆ หนึ่งที่มีเรื่องราวชัดเจนทำให้ช่วยส่งเสริมความจำไปในตัวได้ด้วย ยิ่งหากใช้ร่วมกับกระบวนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ก็

ทำให้สามารถพัฒนาได้ทั้งการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และมีส่วนช่วยทำให้เกิดความจำระยะยาวหรือเพิ่มความคงทนทางการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นด้วย

7.2 ความคงทนทางการเรียนรู้

Malone (2003) การเรียนรู้ที่คงทน การเรียนรู้ที่คงทนเป็นปัจจัยที่บ่งบอกว่าการเรียนรู้ในตอนต้นมีประสิทธิภาพเพียงใด การทบทวนตามแผนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่แนะนำว่าควรทบทวนให้เร็วที่สุดหลังการเรียนรู้ ทบทวนภายใน 24 ชั่วโมง ทบทวนหลังผ่านไป 1 สัปดาห์ ทบทวนอีกครั้งหลังผ่านไป 1 เดือน และตามแต่โอกาสที่ทำให้มั่นใจว่าจะไม่ลืมข้อมูลดังกล่าว ข้อมูลจะได้รับการเก็บรักษาไว้เป็นอย่างดีถ้าผู้เรียนมองเห็นถึงความหมายและเป้าประสงค์ของข้อมูล โดยมีความเกี่ยวข้องกับความจำย้อนหลัง (Retrospective learning) เกี่ยวข้องกับการทบทวนและการเรียนรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ในอดีต การเรียนรู้ชนิดนี้เป็นहनระลึกและมีจุดมุ่งหมายแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. มีบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น
2. ทบทวนเหตุการณ์ดังกล่าว
3. นำไปสู่บทสรุปและเก็บเป็นบทเรียน

ทบทวนจะเกิดการลืมข้อมูลไปอย่างรวดเร็วดังนั้นวิธีการที่สำคัญคือการเขียนแผนการทบทวนขึ้นมา วิธีการที่ดีในการทบทวนคือการทำตามแผนที่วางไว้ดังตัวอย่าง

1. ทบทวนหลังจากผ่านไป 10 นาที
2. ทบทวนหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง
3. ทบทวนหลังจากผ่านไป 1 สัปดาห์
4. ทบทวนหลังจากผ่านไป 1 เดือน
5. ทบทวนบ่อย ๆ เมื่อใกล้ถึงเวลาสอบ

Kuppuswamy (2004) การเรียนรู้ที่ถาวร จะต้องเป็นการที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้จะมีประโยชน์เมื่ออย่างน้อยมีความคงทนในระดับหนึ่ง เราไม่สามารถคาดหวังได้ว่าคงทนถาวรตลอด บางสิ่งบางอย่างที่เรียนอาจจะลืมไปบ้าง แต่มีบางสิ่งบางอย่างที่อยู่อย่างถาวร เราคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ตลอดเมื่อพวกเขาต้องการ

Mayers (2005) กล่าวถึง 5 ขั้นตอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน

1. ตรึงความตั้งใจของผู้เรียน
2. จัดการและรวบรวมข้อมูล
3. ใช้เครื่องมือช่วยจำ (Mnemonic device)
4. ฝึกซ้อม

5. นำข้อมูลไปใช้จริง

และ Mayers (2005) ยังได้กล่าวถึง เหตุผลสำคัญที่คนส่วนใหญ่เกิดการเรียนรู้ที่ไม่คงทน ได้แก่

1. การไม่มีความตั้งใจ
2. การต้องแบกรับข้อมูลมากเกินไป
3. เกิดจากการไม่มีความเข้าใจข้อมูล
4. มีความสับสนในแง่ประสบการณ์
5. เขาไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ปฏิบัติ

Naik (2007) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่คงทนเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นการถ่ายโอนความรู้ การเรียนรู้ที่คงทนมีความสำคัญเช่นเดียวกับสิ่งที่เรียนรู้ โดยการเรียนรู้ที่คงทนหมายถึงความสามารถในการระลึกสิ่งที่เรียนรู้แล้ว ซึ่งความสามารถนี้มีความจำเป็นในอนาคต ถ้าผู้อบรมไม่สามารถเก็บความรู้ใด ๆ ได้เลยหลังจากการอบรมถือเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินโดยเปล่าประโยชน์

Stell (2012) ให้ความหมายของความคงทนทางการเรียนรู้ว่า หมายถึงการมีข้อมูลนำไปเก็บไว้ในความทรงจำระยะยาว พร้อมดึงนำออกมาใช้ได้ตลอดเวลา

Jones (2014) การเรียนรู้ที่คงทนเป็นองค์ประกอบหลักของการเรียนรู้ ถ้านักเรียนไม่สามารถจดจำสิ่งที่เรียนและไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ การเรียนรู้คือการที่นักเรียนเก็บความรู้เดิมไว้แล้วเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ทำให้มองเห็นว่าแนวคิดและหลักการเชื่อมโยงกันอย่างไร ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญกับการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่คงทน เป้าประสงค์ของการเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้เด็กมีการจดจำระยะยาว (Long term memory) ครูต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน ครูสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่คงทนของนักเรียนโดยให้นักเรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี เช่นการอภิปราย การเขียน การประยุกต์ใช้ และการประเมินค่า รวมทั้งครูต้องมีวิธีการสอนที่หลากหลายด้วยเช่นกัน อีกทั้งยังการสอนต้องเป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนหรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากได้ทิ้งเวลาไว้ชั่วระยะหนึ่ง

7.3 การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้

ชีราพร ภูตระกูล (ทิพรัตน์ สัตตระ, 2549, หน้า 36 อ้างถึงใน ชีราพร ภูตระกูล, 2546 หน้า 32) กล่าวว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้ เป็นการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไป

ทดสอบกับทุกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์

ในการศึกษาเกี่ยวกับความจำว่าบุคคลใดมีความจำมากน้อยเพียงใด มีวิธีการทดสอบ 2 วิธี คือ

1. การจำได้ (Recognition) หมายถึง การจำได้ในสิ่งที่พบเห็นโดยการแสดงสิ่งของหรือเหตุการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ถูกทดสอบเคยประสบมาแล้วได้เห็นต่อหน้า ผู้ถูกทดสอบ ก็จะเปรียบเทียบการรับรู้ของตนในอดีตและเลือกตอบตามความคิดเห็นหรือจะตอบว่าจำได้หรือไม่ได้เท่านั้น

2. การระลึก (Recall) ผู้ระลึกจะสร้างเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความจำ อาจจะเขียนหรือเล่าในสิ่งที่เรียนรู้ผ่านไปแล้ว โดยไม่ให้โอกาสทบทวนก่อนการสอบ การทดสอบประเภทนี้มี 3 วิธี คือ

2.1 การระลึกเสรี (Free call) เป็นการระลึกสิ่งเร้าใด ๆ ก่อนหรือหลังก็ได้ โดยไม่ต้องเรียงลำดับ

2.2 การระลึกตามลำดับ (Serial recall) เป็นการระลึกสิ่งเร้าตามลำดับ เช่น หมายเลขโทรศัพท์

สำหรับระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาในการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

แอตคินสันและชิฟฟริน (Atkinson & Shiffrin, 1986 อ้างถึงใน ยูพิน จันท์ศรี, 2546, หน้า 32) มีความเห็นว่าการทดสอบความคงทนในการจำ ควรเว้นระยะเวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 1 วัน เพราะเป็นช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ

ทิพรัตน์ สัตตระ (2549, หน้า 37) การทดสอบวัดความคงทนนั้นจะต้องมีการทดสอบที่ใช้ข้อสอบฉบับเดียวกัน โดยมีการเว้นระยะครั้งแรกกับครั้งที่สองประมาณ 2 สัปดาห์ เป็นอย่างต่ำ เพราะช่วงเวลานี้เป็นการฝังตัวของความจำระยะสั้นเป็นระยะยาวหรือความคงทนนั่นเอง

สรุปได้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้จะต้องมีการเว้นระยะครั้งแรกกับครั้งที่สองประมาณ 2 สัปดาห์ เป็นอย่างต่ำ เพราะช่วงนี้เป็นการฝังตัวของความจำระยะสั้นเป็นระยะยาว หรือความคงทนนั่นเองดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงทำการวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเวลาผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศไทย

นงศ์ลักษณ์ ทองมาศ (2548) ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิก และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนบ้านหนองประเสริฐ อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้เทคนิคผังกราฟิกมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 29.25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.13 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนความสามารถในการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกเฉลี่ย 29.90 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.75 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้เฉลี่ย 29.75 คิดเป็นร้อยละ 74.38 ซึ่งไม่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

รัฐจารุ แสงคง (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ศึกษาความพอใจของนักเรียนต่อการเรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโคก อำเภอสรีนครินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพัทลุง พบว่านักเรียนมีความคิดเชิงมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย

กฤษฎา โสมดำ (2551) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด 3 ประเภท คือ ความเข้าใจได้ ความสามารถเชื่อถือได้ และความสามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวาง ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียน โดยส่วนรวมมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงและนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ารายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จิราภรณ์ น้อยน้ำใส (2551) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด 3 ประเภท คือ ความเข้าใจได้ ความสามารถเชื่อถือได้ และความสามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวาง ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับ

มโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียน โดยส่วนรวมมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง และนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ารายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สุภาพร พลพุกฐา (2552) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียน และความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองหิ้งพิทยาศาสตร์ จังหวัดหนองคาย พบว่าทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียน และความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้ 7E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธภา บุญแซม (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) สูงขึ้น โดยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วยที่ระดับความเชื่อมั่นเดียวกัน

พรรณวดี พิธิษฐาพงศ์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น โดยใช้หนังสือประกอบการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นโรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 1 จำนวน 50 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น โดยใช้หนังสือประกอบการเรียนรู้เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.02/81.07 มีผลสัมฤทธิ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกนักเรียนทำงานเป็นทีม ได้ด้วย

เน่งน้อย อินคะเน (2556) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนวัดชลธาราลิงเห

(เสารศึกษาการ) อำเภอดากใบ จังหวัดนราธิวาสจำนวน 35 คน พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ร้อยละ 81.20 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนที่ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) และนักเรียนมีความพึงพอใจทางการเรียนในระดับมากที่สุด

ธันดดา คงมีทรัพย์ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) กับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ทำการสุ่มห้องเรียน 2 ห้อง ด้วยวิธีการจับสลากจากห้องเรียนที่ลดความสามารถทั้งหมด 9 ห้อง แล้วทำการจับสลากห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และทำให้จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คิดจากค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

พวงเพ็ญ ดวงใจ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เรื่อง ระบบนิเวศในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุรินทร์ เขต 1 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านชะเนง อำเภอดิขรภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุรินทร์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 89.05/84.25 นักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งมีความสามารถด้านทักษะของนักเรียน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน โดยคิดจากค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จิราภรณ์ คงหนองลาน (2557) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น (7E) วิชามีเพิ่มเติม เรื่องสารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 23 อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานบริหารงาน การศึกษาพิเศษ จำนวน 25 คน โดยเลือกแบบเจาะจง พบว่าสามารถพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จำนวน 5 ชุด มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.44/82.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ เมื่อนำไปใช้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อีกทั้งยังทำให้นักเรียนมีความ คงทนทางการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียน มีความพึงพอใจใน ระดับมากที่สุด

สวนีย์ เพชรพงศ์ (2557) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนที่มี ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete understanding) มากที่สุด คือ เรื่องนี้ย่นต่ำกว่าการมองเห็น และการ มองเห็น คิดเป็นร้อยละ 20.51 และมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete understanding) น้อยที่สุด คือเรื่องการหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์คิดเป็นร้อยละ 25.63 โดยนักเรียนมีการ พัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องแสงมากที่สุดในเรื่องการดูดกลืนแสงของวัตถุ สีต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 41.03 ผลการทดลองยังพบอีกว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ปวีญญา นาคะวงศ์ (2557) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย จังหวัด บุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 73 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ กลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วทำการจับสลากแยกกลุ่ม โดยกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวนนักเรียน 37 คน สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียน และกลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 คน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน มี ค่าเท่ากับ 89.57/84.79 ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีค่าเท่ากับ 86.90/80.07 มีดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.68 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

วันวิสา กองเสน (2558) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ห้อง จำนวน 36 คน ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียน อางศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ คะแนนของความคงทน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.2 งานวิจัยของต่างประเทศ

Yin and Yue (2012) ได้ศึกษาศักยภาพของแผนผังต้นไม้ซึ่งเป็นผังกราฟิกชนิดหนึ่ง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผล โครงสร้างการเรียนรู้ของนักศึกษาในการเรียนวิชาสถิติซึ่งพบว่าการประเมินการเรียนรู้ทางด้านโครงสร้างการเรียนรู้วิชาสถิติยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควรซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญ สิ่งแรกที่น่าเสนอคือเหตุผลและวิธีการใช้แผนผังต้นไม้สำหรับเป็นเครื่องมือในการประเมินผลเกี่ยวกับการเรียนวิชาสถิติ ตามด้วยตรวจสอบคุณภาพของแผนผังต้นไม้ที่ใช้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาซึ่งทะเบียนในวิชาสถิติเบื้องต้นจำนวน 37 คน และผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีส่วนร่วมในการเรียนจำนวน 4 คน ซึ่ง พบว่าการใช้แผนผังต้นไม้ในการวัด โครงสร้างการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้โดยสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าแผนผังต้นไม้มีส่วนช่วยทำให้การจัดระบบองค์ความรู้ทางด้านสถิติได้ดีขึ้น

Fatih, Ümit, and Rıza (2013) ได้ศึกษา ผลของ 7E ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนเกรด 6 วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อตรวจสอบผลของสื่อการสอน โดยการเรียนแบบวัฏจักร 7 ขั้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนเกรด 6 วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษา เกรด 6 (13 ปี) การศึกษาดำเนินการกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 45 คน จำนวน 2 ห้องเรียนของโรงเรียนรัฐบาล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2011-2012 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัย Pretest and posttest control and comparison group quasi-experiment design เลื่อนักเรียนกลุ่มหนึ่งโดยวิธีการสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง (n = 24) และอีกห้องเป็นกลุ่มควบคุม (n = 21) โดยนักเรียนกลุ่มทดลองดำเนินการสอนแบบวัฏจักร 7 ขั้น นักเรียนกลุ่มควบคุม

ดำเนินการสอนโดยวิธีสอนและรูปแบบการสอนที่แนะนำไว้ในหนังสือเรียนซึ่งพัฒนาโดยโครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้รับรองโดยกระทรวงศึกษาธิการ ในการรวบรวมข้อมูลจะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มเพื่อทดสอบสมมติฐาน และมีการใช้ t-test สำหรับกลุ่มที่เป็นอิสระและไม่เป็นอิสระต่อกัน จากการศึกษาทางสถิติพบว่าการใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้น

Horizon Research Publishing (2014) ศึกษาเพื่อตรวจสอบผลของวิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ในบทเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเด็กนักเรียนเกรด 5 จำนวน 40 คน จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนได้มาจากการสุ่มแบบ Purposive sampling method โดยกลุ่มทดลองสอนโดยวิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ในขณะที่กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการสอนจำนวน 8 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียน โดยวิธีการสืบเสาะหาเนื้อหาการสอนแบบปกติ จะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อสำหรับการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนแบบการสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

Shaheen and Kayani (2015) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้อย่างปกติ ในต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 9 วิชาชีววิทยา โดยใช้รูปแบบการวิจัย Pretest posttest control group design เลือกนักเรียนเกรด 9 แบบเจาะจงจำนวน 122 คน (นักเรียนชาย 62 คน และนักเรียนหญิง 60 คน) ที่เรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 4 ห้อง จาก 2 โรงเรียน ดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มเลือกนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 61 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 61 คน นักเรียนกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ t-test และ ANCOVA ใช้ Independent sample t-test ในการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนน การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นตัวแปรปรวนร่วม ANCOVA ใช้สำหรับตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มและเพศที่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักร 7 ชั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อนักการศึกษาและนักพัฒนาหลักสูตรในการนำไปใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็น ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบกราฟิก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน ซึ่งทางโรงเรียนจะใช้วิธีในการจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนในแต่ละห้องโดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นร่วมกับคะแนนสอบจากแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ซึ่งเรียกว่าข้อสอบแยกห้อง หลังจากนั้น นำคะแนนทั้งสองส่วนมารวมกัน จัดเรียงลำดับนักเรียนแต่ละคนจากมากไปน้อย พิจารณารายชื่อนักเรียนที่มีผลรวมของคะแนนมากที่สุด 3 ลำดับแรกจัดเข้าไปอยู่แต่ละห้องเรียงตามลำดับ หลังจากนั้นนำรายชื่อนักเรียนที่มีผลการเรียนมากสุดในอีก 3 อันดับถัดมาจัดใส่เข้าไปในแต่ละห้องโดยให้ลำดับที่ 6 อยู่ห้องเดียวกับลำดับที่ 1 ลำดับที่ 5 อยู่ห้องเดียวกับลำดับที่ 2 และ ลำดับที่ 4 อยู่ห้องเดียวกับลำดับที่ 3 ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคนจะทำให้ นักเรียนมีความสามารถทางการเรียนในแต่ละห้องคล้ายคลึงกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนพัทลุง จำนวน 80 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 40 คน และ กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 40 คน รวมทั้งหมด 80 ซึ่งโรงเรียนพัทลุงจะพิจารณานักเรียนเข้าห้องเรียนจากคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยรวมของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ร่วมกับผลคะแนนสอบแยกห้องเรียนคน หลังจากนั้นจะคละนักเรียนให้แต่ละห้องมีนักเรียนซึ่งมีความสามารถใกล้เคียงกัน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังทดลอง (Randomized control group pretest-posttest design) (พรณี ลีกิจวัฒนะ, 2554) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_{1E}	X_1	T_{2E}
C	T_{1C}	X_2	T_{2E}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

T_1 แทน การทดสอบก่อนทดลอง

T_2 แทน การทดสอบหลังทดลอง

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัดครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ตามระดับขั้นความสามารถของบลูม (Bloom's taxonomy) 3 ระดับ คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในแบบเรียนรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551
 - 1.3 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ว 30103
 - 1.4 จัดแบ่งเนื้อหาในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ	1. ไบโอม	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนดชนิดของไบโอม 2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอมชนิดต่าง ๆ 3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตในไบโอมชนิดต่าง ๆ	8	2
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล และรักษา	2. การศึกษาระบบนิเวศ	1. สํารวจ สืบค้น ข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูลและสรุปเกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่น	8	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา	3. ระบบนิเวศแบบต่าง ๆ	1. อธิบายความหมายและประเภทของระบบนิเวศ	18	4
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา	4. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อชนิด ปริมาณ การกระจาย และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งยกตัวอย่าง	8	2
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา	5. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ	1. สรุปได้ว่าปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน 2. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่	8	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
		ร่วมกันแบบต่าง ๆ 3. สรุบบน ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตและใช้ สัญลักษณ์ได้ ถูกต้อง		
อธิบายความสำคัญ ของความ หลากหลายทาง ชีวภาพและ เสนอแนะแนวทาง ในการดูแล และ รักษา	6. การถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	1. อธิบาย ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตที่เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ สลายสารอินทรีย์ ในแง่ของการ ถ่ายทอดพลังงาน ในรูปแบบโซ่ อาหารและสายใย อาหาร และการ หมุนเวียนสาร 2. สืบค้นข้อมูล นำความรู้ในเรื่อง การถ่ายทอด พลังงานมา คาดคะเนถึง ผลกระทบที่อาจจะ เกิดขึ้นในระบบ นิเวศ เมื่อปริมาณ	8	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
		สิ่งมีชีวิต บาง ระดับเปลี่ยนไป 3. นำความรู้ใน หลักการถ่ายทอด พลังงาน มา เสนอแนะแนวทาง ในการรักษา คุณภาพ สิ่งแวดล้อม		
อธิบายความสำคัญ ของความ หลากหลายทาง ชีวภาพและ เสนอแนะแนวทาง ในการดูแล และ รักษา	7. วัฏจักรสารใน ระบบนิเวศ	1. อ่านและแปล ความหมายของ พีระมิดทาง นิเวศวิทยา 2. อธิบายและ สรุปความสำคัญ ของการหมุนเวียน สารคาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถันในระบบ นิเวศ 3. เปรียบเทียบทิศ ทางการถ่ายทอด พลังงานและการ หมุนเวียนสาร	8	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิต	8. การ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบ นิเวศ	1. อธิบาย ความหมายและ ยกตัวอย่างของการ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิตใน ธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูล และอธิบายถึง สาเหตุที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิต 3. อธิบาย ความหมายและ ยกตัวอย่างของ สังคมสมบูรณ์ 4. อธิบายถึง สาเหตุและ ผลกระทบที่ เกิดขึ้นเมื่อสมดุล ธรรมชาติเสียไป	8	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
วิเคราะห์สภาพ ปัญหา สาเหตุของ ปัญหาสิ่งแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และ ระดับโลก อภิปรายแนวทาง ในการป้องกัน แก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติ	9. ประเภทของ ทรัพยากรธรรมชาติ	1. ตำรวจ สืบค้น ข้อมูล อภิปรายและ สรุปเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนกประเภท ของ ทรัพยากรธรรมชาติ 2. ตำรวจ สืบค้น ข้อมูล อภิปรายและ สรุปความสำคัญ ของ ทรัพยากรธรรมชาติ 3. ยกตัวอย่าง ทรัพยากรธรรมชาติ แต่ละประเภท 4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายปัญหาที่ เกิดจากการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ ประเภทต่าง ๆ ที่ ส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของ มนุษย์	18	4

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ	10. ภาวะโลกร้อนและการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ	1. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาและผลกระทบจากภาวะโลกร้อนและการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ	8	2
	รวม		100	24

1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 10 แผนการเรียนรู้
โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 1.5.2 แนวความคิดหลักหรือสาระสำคัญ
- 1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.5.4 สาระการเรียนรู้
- 1.5.5 หลักฐาน หรือร่องรอยของการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
- 1.5.6 คำถามสำคัญ
- 1.5.7 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
 - 3) ขั้นสำรวจและค้นหา
 - 2) ขั้นสร้างความสนใจ
 - 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
 - 5) ขั้นขยายความรู้
 - 6) ขั้นประเมินผล
 - 7) ขั้นนำไปใช้
- 1.5.8 สื่อ วัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4. 50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3. 50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2. 50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1. 50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1. 00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติทั้ง 10 แผน มีค่าความเหมาะสมระหว่าง $4.00 \pm 0.00 - 4.40 \pm 0.48$ ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

1.8 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ อย่างเช่น ปรับปรุงเพิ่มเติมการนำเสนอรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

จัดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริงซึ่งโดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมได้มีการปรับแก้ในส่วนของแนวคิดหลักหรือสาระสำคัญให้มีความกระชับรัดกุมมากขึ้น

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งประเด็นการแก้ไขที่สำคัญคือภายหลังการทำกิจกรรมควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และวิจารณ์ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในแบบเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

2.3 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ว 30103

2.4 จัดแบ่งเนื้อหาในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก
เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ	1. ไบโอม	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนดชนิดของไบโอม 2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอมชนิดต่าง ๆ 3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตในไบโอมชนิดต่าง ๆ	8	2
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล และรักษา	2. การศึกษาระบบนิเวศ	1. สืบค้น วิเคราะห์ ข้อมูลและสรุปเกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่น	8	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล และรักษา	3. ระบบนิเวศแบบต่าง ๆ	1. อธิบายความหมายและประเภทของระบบนิเวศ	18	4
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล และรักษา	4. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อชนิด ปริมาณ การกระจาย และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งยกตัวอย่าง	8	2
อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล และรักษา	5. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ	1. สรุปได้ว่าปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน 2. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่	8	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
		ร่วมกันแบบต่าง ๆ 3. สรูปแบบ ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตและใช้ สัญลักษณ์ได้ ถูกต้อง		
อธิบายความสำคัญ ของความ หลากหลายทาง ชีวภาพและ เสนอแนะแนวทาง ในการดูแล และ รักษา	6. การถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	1. อธิบาย ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตที่เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ สลายสารอินทรีย์ ในแง่ของการ ถ่ายทอดพลังงาน ในรูปแบบโซ่ อาหารและสายใย อาหาร และการ หมุนเวียนสาร 2. สืบค้นข้อมูล นำความรู้ในเรื่อง การถ่ายทอด พลังงานมา คาดคะเนถึง ผลกระทบที่อาจจะ เกิดขึ้นในระบบ นิเวศ เมื่อปริมาณ	8	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
		สิ่งมีชีวิต บาง ระดับเปลี่ยนไป 3. นำความรู้ใน หลักการถ่ายทอด พลังงาน มา เสนอแนะแนวทาง ในการรักษา คุณภาพ สิ่งแวดล้อม		
อธิบายความสำคัญ ของความ หลากหลายทาง ชีวภาพและ เสนอแนะแนวทาง ในการดูแล และ รักษา	7. วัฏจักรสารใน ระบบนิเวศ	1. อ่านและแปล ความหมายของ พีระมิดทาง นิเวศวิทยา 2. อธิบายและ สรุปความสำคัญ ของการหมุนเวียน สารคาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถันในระบบ นิเวศ 3. เปรียบเทียบทิศ ทางการถ่ายทอด พลังงานและการ หมุนเวียนสาร	8	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
อธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิต	8. การ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบ นิเวศ	1. อธิบาย ความหมายและ ยกตัวอย่างของการ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิตใน ธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูล และอธิบายถึง สาเหตุที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิต 3. อธิบาย ความหมายและ ยกตัวอย่างของ สังคมสมบูรณ์ 4. อธิบายถึง สาเหตุและ ผลกระทบที่ เกิดขึ้นเมื่อสมดุล ธรรมชาติเสียไป	8	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
วิเคราะห์สภาพ ปัญหา สาเหตุของ ปัญหาสิ่งแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และ ระดับโลก อภิปรายแนวทาง ในการป้องกัน แก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติ	9. ประเภทของ ทรัพยากรธรรมชาติ	1. ตำรวจ สืบค้น ข้อมูล อภิปรายและ สรุปเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนกประเภท ของ ทรัพยากรธรรมชาติ 2. ตำรวจ สืบค้น ข้อมูล อภิปรายและ สรุปความสำคัญ ของ ทรัพยากรธรรมชาติ 3. ยกตัวอย่าง ทรัพยากรธรรมชาติ แต่ละประเภท 4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายปัญหาที่ เกิดจากการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ ประเภทต่าง ๆ ที่ ส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของ มนุษย์	18	4

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลา (คาบ)
วางแผนและ ดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์และพัฒนา สิ่งแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ	10. ภาวะโลกร้อน และการทำลาย โอโซนในชั้น บรรยากาศ	1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ ปัญหาและ ผลกระทบจาก ภาวะโลกร้อนและ การทำลายโอโซน ในชั้นบรรยากาศ	8	2
	รวม		100	24

2.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้
ผังกราฟิก จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 2.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2.5.2 แนวความคิดหลักหรือสาระสำคัญ
- 2.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.5.4 สาระการเรียนรู้
- 2.5.5 หลักฐาน หรือร่องรอยของการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
- 2.5.6 คำถามสำคัญ
- 2.5.7 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม+การใช้ผังกราฟิก
 - 3) ขั้นสำรวจและค้นหา
 - 2) ขั้นสร้างความสนใจ
 - 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป+การใช้ผังกราฟิก
 - 5) ขั้นขยายความรู้
 - 6) ขั้นประเมินผล
 - 7) ขั้นนำไปใช้
- 2.5.8 สื่อ วัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกทั้ง 10 แผน มีค่าความเหมาะสมระหว่าง 4.34 ± 0.42 ถึง 4.42 ± 0.48 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.8 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ โดยได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมการนำเสนอรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

จัดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งโดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมได้มีการปรับแก้ในส่วนของแนวคิดหลักหรือสาระสำคัญให้มีความกระชับรัดกุมมากขึ้น

2.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งประเด็นการแก้ไขที่สำคัญคือภายหลังการทำกิจกรรมควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และวิจารณ์ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ต่อไป

3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดผลและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย

4 ตัวเลือกจำนวน 4 ข้อซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของมาซาร์โน (Mazano's Taxonomy) โดยสร้างเป็นตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นเพื่อการวิเคราะห์	ทักษะการคิดวิเคราะห์				
	การจับคู่/การเปรียบเทียบ	การจัดหมวดหมู่	การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด	การสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ	การทำนาย
1. คุณภาพของระบบนิเวศ	2	3		1	1
2. ความสำคัญของความหลากหลาย	4	8	5	2	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ประเด็นเพื่อการ วิเคราะห์	ทักษะการคิดวิเคราะห์				
	การจับคู่/การ เปรียบเทียบ	การจัด หมวดหมู่	การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด/ การจับผิด	การสรุป อ้างอิงเป็น หลักการ	การทำนาย
ทางชีวภาพและ เสนอแนะแนวทาง ในการดูแล และ รักษา					
3. กระบวนการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ ของสิ่งมีชีวิต		1		3	
4. สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และ ระดับโลก	2			1	1
5. ปัญหา สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติ	1				
6. การอนุรักษ์และ พัฒนาสิ่งแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ	2				
รวมข้อที่ออก (ใช้)	11 (5)	12 (5)	5 (5)	7 (5)	5 (5)

3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (Index of item objective congruence, IOC)

3.6 พิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง (พรรณิ ลีกิจวัฒน์, 2554) ให้ได้จำนวน 25 ข้อ แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ทั้งนี้พบว่าแบบทดสอบวัดการคิด วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญได้ เสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนข้อความให้มีความกระชับและรัดกุมมากขึ้น

3.7 นำแบบทดสอบที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

3.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน เรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย หลังจากนั้นแบ่งเป็นกลุ่มสูง (H) และกลุ่มต่ำ (L) 27% หากคนตอบ ถูกในแต่ละกลุ่ม คำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร (บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ, 2543) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปให้ได้จำนวน 25 ข้อ พบว่าแบบทดสอบวัดการคิด วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.364 ถึง 0.773 และมีค่าอำนาจตั้งแต่ 0.273 ถึง 0.727 และคัดเลือกมาใช้ฉบับละ 25 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ แบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR 20 (บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ, 2543) ซึ่งพบว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.81

3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนการ สร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารระการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และสารระการเรียนรัฐวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งยึดแนวคิดการแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ตามแนวคิดของบลูม แต่จะมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เพียงแค่ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสารระการเรียนรัฐกับจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด (ข้อ)		
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
1. ไบโอม	8	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนดชนิดของไบโอม	2 (1)		2 (1)
		2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอมชนิดต่าง ๆ	2 (1)		2 (1)
		3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิต ในไบโอมชนิดต่าง ๆ	2 (1)		2 (1)

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม ที่ต้องการวัด (ข้อ)			ออก (เลือก)
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
2. การศึกษาระบบ นิเวศ	18	1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูลและสรุปเกี่ยวกับระบบนิเวศ ในท้องถิ่น	2	2		4
			(1)	(1)		(2)
3. ระบบนิเวศแบบ ต่าง ๆ	8	1. อธิบายความหมายและประเภท ของระบบนิเวศ	6	4	2	12
			(3)	(2)	(1)	(6)
4. ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับปัจจัยทาง ชีวภาพ	8	1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อชนิด ปริมาณ การ กระจาย และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งยกตัวอย่าง		2		2
				(1)		(1)
5. ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับปัจจัยทาง ชีวภาพ	8	1. สรุปได้ว่าปัจจัยทางกายภาพและ ปัจจัยทางชีวภาพในระบบนิเวศมี ความสัมพันธ์กัน		2		2
				(1)		(1)
		2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และอธิบาย ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ร่วมกันแบบต่าง ๆ		2		2
				(1)		(1)
		3. สรุปแบบความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตและใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง		4		4
				(2)		(2)

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม ที่ต้องการวัด (ข้อ)				
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้		
6. การถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	8	1. อธิบายความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ สลายสารอินทรีย์ในแง่ของการ ถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบโซ่ อาหารและสายใยอาหาร และการ หมุนเวียนสาร			4	4	
					(2)	(2)	
		2. สืบค้นข้อมูล นำความรู้ในเรื่อง การถ่ายทอดพลังงานมาคาดคะเนถึง ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ นิเวศ เมื่อปริมาณสิ่งมีชีวิต บางระดับ เปลี่ยนแปลงไป		2		2	
				(1)		(1)	
7. วัฏจักรสารใน ระบบนิเวศ	8	1. อ่านและแปลความหมายของ พีระมิดทางนิเวศวิทยา	2			2	
			(1)			(1)	
			2. อธิบายและสรุปความสำคัญของ การหมุนเวียนสารคาร์บอน	2			2
			(1)			(1)	
		ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถันใน ระบบนิเวศ					
		3. เปรียบเทียบทิศทางการถ่ายทอด พลังงานและการหมุนเวียนสาร		2		2	
				(1)		(1)	

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม ที่ต้องการวัด (ข้อ)			ออก (เลือก)
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
8. การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบ นิเวศ	8	1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่าง ของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ	2 (1)			2 (1)
		2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายถึงสาเหตุ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ของสิ่งมีชีวิต	2 (1)			2 (1)
		3. อธิบายความหมายและยกตัวอย่าง ของสังคมสมบูรณ์	2 (1)			2 (1)
		4. อธิบายถึงสาเหตุและผลกระทบที่ เกิดขึ้นเมื่อสมดุลธรรมชาติเสียไป		2 (1)		2 (1)
10. ภาวะโลกร้อน และการทำลาย โอโซนในชั้น บรรยากาศ	8	2. สำรวจ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและ สรุปความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ			2 (1)	2 (1)
		3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ ปัญหาและผลกระทบจากภาวะโลก ร้อนและการทำลายโอโซนในชั้น บรรยากาศ	2 (1)	2 (1)		4 (2)
ออก (เลือก)			22 (11)	26 (13)	12 (6)	ออก (เลือก)

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิต
กับสิ่งแวดล้อม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้

จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ที่ 10

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์

ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำข้อเสนอนี้ไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (Index of item objective congruence, IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พรุณี ลีกิจวัฒน์, 2554) โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ซึ่งถือเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ทั้งนี้พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ทุกข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนข้อความให้มีความกระชับและรัดกุมมากขึ้น

4.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาแล้ว กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

4.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน เรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย หลังจากนั้นแบ่งเป็นกลุ่มสูง (H) และกลุ่มต่ำ (L) 27% หากคนตอบถูกในแต่ละกลุ่ม คำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากตั้งแต่

0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปให้ได้จำนวน 30 ข้อ พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน มีค่าความยากตั้งแต่ 0.455 ถึง 0.727 และมีค่าอำนาจตั้งแต่ 0.364 ถึง 0.636 และคัดเลือกมาใช้ฉบับละ 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

4.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

4.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR 20 (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543) ซึ่งพบว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.89

4.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมกับกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม ใช้เวลาสอน 24 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน (ฉบับเดิม) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
5. เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน ใช้แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทุกฉบับให้นักเรียนสอบอีกครั้งเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ต้นไม้กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ Independent sample t-test (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (พิสนุ พองศรี, 2551)

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

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

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (พิสนุ พองศรี, 2551) คือ

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากสูตร (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากสูตร (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยาก
	P_H	แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากสูตรบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากสูตร KR-20 (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543)

			$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$
เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	\sum	แทน	ผลรวม
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of covariance) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนในการทดสอบ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังกราฟิก สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3.2 ใช้สถิติ Independent sample t-test เพื่อวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมระหว่างการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติผู้วิจัยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	สถิติทดสอบสมมติฐาน
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระหว่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระหว่างการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 11 - 13

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	n	การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)					
		ก่อนเรียน		หลังเรียน		ค่าที่แตกต่างกัน	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
กลุ่มทดลอง	40	7.15	1.14	20.45	1.57	13.30	2.09
กลุ่มควบคุม	40	7.18	1.06	18.73	1.54	11.55	1.22

จากตารางที่ 11 พบว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน กลุ่มทดลองมีค่า $\bar{X} = 7.15$, $SD = 1.14$ กลุ่มควบคุมมีค่า $\bar{X} = 7.18$, $SD = 1.06$ และคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน กลุ่มทดลองมีค่า $\bar{X} = 20.45$, $SD = 1.57$ กลุ่มควบคุมมีค่า $\bar{X} = 18.73$, $SD = 1.54$ และมีค่าที่แตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง มีค่า $\bar{X} = 13.30$, $SD = 2.09$ มีค่าที่แตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม มีค่า $\bar{X} = 11.55$, $SD = 1.22$

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
ตัวแปรร่วม (คะแนนก่อนเรียน)	7.812	1	7.812	3.341	.071
วิธีสอน	60.001	1	60.001	25.658	.000
ทั้งหมด	30941	80			

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กับคะแนนหลังเรียน ($F = 3.341$ Sig = 0.071 ซึ่งมากกว่า .05) เมื่อใช้คะแนนก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อทำนายคะแนนสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน ($F = 25.658$, Sig = .000 ซึ่งน้อยกว่า .05) ดังจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทาง
วิทยาศาสตร์ แต่ละลักษณะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้
แบบปกติ

การคิดวิเคราะห์	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
การจับคู่/การเปรียบเทียบ	ตัวแปรร่วม (คะแนนก่อนเรียน)	.777	1	.777	1.359	.247
	วิธีสอน	3.562	1	3.562	6.235	.015
	ทั้งหมด	1385.000	80			
การจัดหมวดหมู่	ตัวแปรร่วม (คะแนนก่อนเรียน)	.077	1	.077	.137	.712
	วิธีสอน	3.643	1	3.643	6.478	.013
	ทั้งหมด	1319.000	80			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

การคิดวิเคราะห์	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/ การจับผิด	ตัวแปรร่วม	1.384	1	1.384	3.530	.064
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	2.247	1	2.247	7.005	.010
	ทั้งหมด	1259.000	80			
การสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ	ตัวแปรร่วม	.380	1	.380	.892	.348
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	1.031	1	1.031	2.421	.124
	ทั้งหมด	1197.000	80			
การทำนาย	ตัวแปรร่วม	.001	1	.001	.001	.974
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	1.247	1	1.247	2.616	.110
	ทั้งหมด	1178.000	80			

จากตารางที่ 13 พบว่า คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้านการจับคู่/ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด การสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ และการทำนายไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนหลังเรียน และเมื่อใช้คะแนนก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อทำนายคะแนนสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้านการจับคู่/การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด มีคะแนนการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน แต่ด้านการสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ และการทำนายดังมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 13

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 14 - 16

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก (กลุ่ม ทดลอง) กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)					
		ก่อนเรียน		หลังเรียน		ค่าที่แตกต่างกัน	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
กลุ่มทดลอง	40	8.90	1.13	23.90	1.55	15.38	1.50
กลุ่มควบคุม	40	9.05	1.10	22.40	1.95	13.35	2.08

จากตารางที่ 14 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กลุ่มทดลองมีค่า $\bar{X} = 8.90$, $SD = 1.10$ กลุ่มควบคุมมีค่า $\bar{X} = 9.05$, $SD = 1.10$ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน กลุ่มทดลองมีค่า $\bar{X} = 23.90$, $SD = 1.55$ กลุ่มควบคุมมีค่า $\bar{X} = 22.40$, $SD = 1.95$ และมีค่าที่แตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง มีค่า $\bar{X} = 15.38$, $SD = 1.50$ มีค่าที่แตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม มีค่า $\bar{X} = 13.35$, $SD = 2.80$

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
ตัวแปรร่วม	18.788	1	18.788	6.505	.013
(คะแนนก่อนเรียน)					
วิธีสอน	131.066	1	131.066	45.376	.000*
ทั้งหมด	41408	80			

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 พบว่า คะแนนก่อนเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนหลังเรียน ($F = 6.505$ Sig = 0.13 ซึ่งน้อยกว่า .05) เมื่อใช้คะแนนก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อทำนายคะแนนสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน ($F = 45.376$, Sig = .000 ซึ่งน้อยกว่า .05)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านต่างๆ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

พฤติกรรมการเรียนรู้	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
ความรู้-ความจำ	ตัวแปรร่วม	.258	1	.258	.401	.528
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	3.555	1	3.555	5.516	.021
	ทั้งหมด	6733.000	80			
ความเข้าใจ	ตัวแปรร่วม	.329	1	.329	.336	.564
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	8.127	1	8.127	8.305	.005
	ทั้งหมด	7865.000	80			
การนำไปใช้	ตัวแปรร่วม	.336	1	.336	.863	.356
	(คะแนนก่อนเรียน)					
	วิธีสอน	3.058	1	3.058	7.845	.006
	ทั้งหมด	1428.000	80			

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนก่อนเรียนของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนหลังเรียน และเมื่อใช้คะแนนก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อทำนายคะแนนสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันทั้งด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ดังจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการ
จัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 17 - 20

ตารางที่ 17 ความคงทนเป็นรายบุคคลและความคงทนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	ความคงทนในการเรียนรู้		
		คะแนนหลังเรียน	คะแนนหลังเรียน 2 สัปดาห์	ร้อยละความ คงทน
1	8	23	22	95.65
2	8	23	22	95.65
3	9	24	25	104.17
4	7	23	25	108.70
5	8	24	21	87.50
6	8	25	24	96.00
7	9	23	21	91.30
8	7	23	22	95.65
9	8	22	24	109.09
10	8	23	21	91.30
11	7	22	22	100.00
12	9	22	23	104.55
13	10	25	22	88.00
14	8	22	20	90.91
15	8	24	23	95.83
16	9	21	22	104.76
17	11	25	24	96.00
18	10	25	23	92.00
19	11	24	25	104.17
20	9	25	25	100.00
21	10	26	25	96.15

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	ความคงทนในการเรียนรู้		
		คะแนนหลังเรียน	คะแนนหลังเรียน 2 สัปดาห์	ร้อยละความ คงทน
22	9	24	27	112.50
23	10	23	24	104.35
24	9	24	25	104.17
25	10	25	26	104.00
26	8	26	25	96.15
27	10	26	25	96.15
28	8	23	22	95.65
29	11	25	23	92.00
30	10	24	24	100.00
31	9	26	25	96.15
32	8	25	25	100.00
33	9	25	26	104.00
34	8	26	25	96.15
35	8	24	23	95.83
36	11	27	27	100.00
37	10	25	26	104.00
38	8	21	22	104.76
39	9	21	20	95.24
40	9	22	20	90.91
คะแนน เฉลี่ย	8.90	23.90	23.53	98.49

ตารางที่ 18 ความคงทนเป็นรายบุคคลและความคงทนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	ความคงทนในการเรียนรู้		
		คะแนนหลังเรียน	คะแนนหลังเรียน 2 สัปดาห์	ร้อยละความ คงทน
1	8	20	19	95.00
2	8	21	20	95.24
3	9	20	21	105.00
4	6	22	21	95.45
5	9	25	24	96.00
6	10	25	25	100.00
7	9	20	21	105.00
8	11	18	19	105.56
9	8	20	19	95.00
10	10	23	23	100.00
11	10	23	21	91.30
12	8	21	20	95.24
13	9	22	21	95.45
14	8	21	21	100.00
15	10	26	24	92.31
16	9	24	23	95.83
17	8	22	22	100.00
18	9	26	25	96.15
19	8	21	20	95.24
20	10	20	18	90.00
21	9	22	20	90.91
22	9	22	22	100.00
23	9	21	21	100.00

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	ความคงทนในการเรียนรู้		
		คะแนนหลังเรียน	คะแนนหลังเรียน 2 สัปดาห์	ร้อยละความ คงทน
24	8	22	21	95.45
25	8	20	19	95.00
26	10	23	20	86.96
27	9	23	22	95.65
28	11	23	21	91.30
29	11	21	22	104.76
30	9	22	20	90.91
31	9	22	20	90.91
32	11	25	25	100.00
33	8	25	24	96.00
34	8	23	20	86.96
35	10	22	22	100.00
36	11	23	24	104.35
37	9	25	25	100.00
38	9	26	25	96.15
39	8	22	23	104.55
40	9	24	23	95.83
คะแนน เฉลี่ย	9.05	22.40	21.65	96.74

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก (กลุ่มทดลอง) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)					
		หลังเรียน		หลังเรียน 2 สัปดาห์		ค่าร้อยละความคงทน	
		\bar{X}	<i>SD</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	\bar{X}	<i>SD</i>
กลุ่มทดลอง	40	7.15	1.14	20.45	1.57	98.49	5.97
กลุ่มควบคุม	40	7.18	1.06	18.73	1.54	96.74	4.90

จากตารางที่ 19 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ เมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์ กลุ่มทดลอง มีค่า $\bar{X} = 20.45$, $SD = 2.16$ กลุ่มควบคุม มีค่า $\bar{X} = 18.73$, $SD = 1.54$ และมีค่าร้อยละความคงทนของนักเรียน กลุ่มทดลอง $\bar{X} = 98.49$, $SD = 5.97$ กลุ่มควบคุม $\bar{X} = 96.74$, $SD = 4.90$

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	<i>SD</i>	t	p
กลุ่มควบคุม	40	96.74	4.90	2.748	.101
กลุ่มทดลอง	40	98.49	5.98		

จากตารางที่ 20 พบว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมซึ่งสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น มีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 96.74 คะแนน และกลุ่มทดลองซึ่งสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 98.49 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ของทั้งสองวิธีพบว่านักเรียนมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 80 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 40 คน และ กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้อันมี 7 ชั้น จำนวน 10 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้อันมี 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก จำนวน 10 แผน แบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ โดยอาศัยการวิจัยแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังทดลอง (Randomized control group pretest- posttest design) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติทดสอบ ANCOVA และวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ด้วยสถิติทดสอบ Independent sample t-test ด้วยโปรแกรม SPSS

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน ไม่แตกต่างกัน กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น พบว่ามีผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนแบบวัฏจักร 7 ชั้นพอสรุปได้ 3 แนวทาง ได้แก่ ผลของการเรียนแบบวัฏจักร 7 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้รวมถึงตัวแปรอื่น ๆ แนวทางที่ 2 ศึกษาผลของการเรียนแบบวัฏจักร 7 ชั้น เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนกับรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ การสอนแบบ 4 MAT หรือเปรียบเทียบกับการสอนแบบวัฏจักร 5 ชั้น แนวทางที่ 3 มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคบางอย่างเข้าไปต่อผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตามต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามยังมีส่วนน้อยที่สนใจทำการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการสอนระหว่างแนวทางที่ 3 กับแนวทางที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น) เพื่อศึกษาผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยขอเสนอประเด็นสำหรับการอภิปราย ดังนี้

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยาพื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในภาพรวมสูงขึ้นภายหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษฎา โสมคำ (2551) พรรณวดี พิธิษฐาพงศ์ (2554) แน่งน้อย อินคะเน (2556) สวนีย์ เพชรพงศ์ (2557) และ Shaheen and Kayani (2015) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร 7 ชั้นเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (Morrison-McGill, 2013) นั่นคือเมื่อนักเรียนเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ลงมือทำด้วยตนเองก็จะทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงของแต่ละส่วนได้ดีส่งผลให้นักเรียนมีความคิดวิเคราะห์สูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตามเมื่อผู้สอนได้สอดแทรกเทคนิคผังกราฟิกเสริมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีความคิดวิเคราะห์โดยภาพรวมสูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกันสอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสา กองเสน (2558) ซึ่งได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังความคิดซึ่งเป็นผังกราฟิกรูปแบบหนึ่ง

และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนทั้งสองรูปแบบพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยภาพรวมได้ดีกว่า เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายด้านพบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่/การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด/การจับผิด สูงกว่าการจัดการเรียนแบบปกติ ส่วนด้านการสรุปอ้างอิงเป็นหลักการ และการทำนาย จะให้ผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 รูปแบบการสอนทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ผังกราฟิกมีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแต่ละส่วนได้เป็นอย่างดีทำให้ทราบลักษณะการจัดหมวดหมู่จึงง่ายต่อการวิเคราะห์ด้านการจับคู่หรือเปรียบเทียบ การจัดกลุ่มหรือจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดหรือการจัดผิดได้ดีขึ้น

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยา พื้นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้นภายหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาพร พลพุกข (2552) ที่ได้ข้อค้นพบว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ กับมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับข้อค้นพบของสุทธภา บุญแซม (2553)

ที่พบว่านักเรียนได้ศึกษาโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร 7 ชั้นให้ความสำคัญกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนหน้าการจัดการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน (Renn, Karafyllis, Hohlt, & Taube, 2015) ส่งผลให้เมื่อผู้สอนทราบว่านักเรียนมีความรู้โดยอยู่ก่อนแล้วก็สามารถสอนโดยถ่ายทอดความรู้ให้สัมพันธ์กับองค์ความรู้ที่นักเรียนมี ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตามเมื่อผู้สอนได้สอดแทรกเทคนิค ผังกราฟิกเสริมเข้าไปจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีความคิดวิเคราะห์สูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน โดยมีผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของบุคคลต่างๆ ดังนี้ ได้แก่ งานวิจัยของนงคัลักษณ์ ทองมาศ (2548) ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้เทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กฤษฎา โสมคำ (2551) ซึ่งได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด 3 ประเภท พบว่านักเรียนโดยส่วนรวมมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงและนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ แน่งน้อย อินคะเน (2556) เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกส่งผลให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสา กองเสน (2558) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนทั้งสองรูปแบบพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักร 7 ชั้น ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยา พื้นฐาน ไม่สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 3 โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ภายหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาพร พลพุทธา (2552) ที่ได้ข้อค้นพบว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ ก็มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 สอดคล้องกับข้อค้นพบของสุทธภา บุญแซม (2553) ที่พบว่า นักเรียนได้ศึกษาโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร 7 ชั้นเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกิจกรรม การเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนทุกคนเข้าไปยังสิ่งแวดล้อมที่เคยมีความรู้ก่อนแล้ว หลังจากนั้นนักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยฐานความรู้เก่าด้วยตนเอง (Morrison-McGill, 2013) เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมเป็นลำดับขั้นตอนที่ดี ง่ายต่อการจดจำส่งผลให้นักเรียนมี ความคงทนในการเรียนรู้เกิดขึ้น และเมื่อสอดแทรกเทคนิคผังกราฟิกเสริมเข้าไปจากการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ เช่นเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงศ์ลักษณ์ ทองมาศ (2548) ซึ่งพบว่าผลของการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคนิคผังกราฟิก ที่มีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้เฉลี่ย 29.75 คิดเป็น ร้อยละ 74.38 ซึ่งไม่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และวันวิสา กองเสน (2558) พบว่านักเรียนที่เรียน เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบ เสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดมีความคงทนทางการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสื่อความได้ว่าทั้งการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคงทน ในการเรียนรู้เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การลดลงของคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบ หลังเรียนเมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับการใช้ผัง กราฟิกมีความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากส่งผลให้ นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดีขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งยังช่วยให้ นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1.1 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้สอนควรนำรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวไปใช้เป็นแม่แบบสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนในหัวข้อเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเหมือนหรือใกล้เคียงกัน

1.2 ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องมีการเตรียมอุปกรณ์การสอนต่างๆ ให้พร้อมและควบคุมดูแลนักเรียน โดยตลอด เพื่อช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีปัญหาหรืออุปสรรคใด ๆ ครูต้องคอยให้คำแนะนำและควบคุมดูแลนักเรียนให้ดำเนินการเรียนรู้ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้มากที่สุด

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันทำให้นักเรียนสามารถต่อยอดความคิดระดับต่าง ๆ และทำให้ประสิทธิภาพในการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นอีก

1.4 ครูผู้สอนควรใช้เวลาในสอนเทคนิคและวิธีการเขียนผังกราฟิกในแต่ละรูปแบบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ให้มากขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้นักเรียนนำความรู้การเขียนผังกราฟิกแต่ละรูปแบบไปประยุกต์ให้เข้ากับเนื้อหาแต่ละเรื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำเทคนิคและวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนในระดับที่ต่ำกว่าหรือสูงขึ้นว่าจะให้ผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2.2 ควรศึกษาผลของการใช้เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนนี้ต่อบุคคลอื่น ๆ ได้แก่ความสามารถในการสื่อความหรือความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น เนื่องจากวิธีการดังกล่าวมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้แต่ละส่วนได้เป็นอย่างดีจึงน่าจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะหรือความสามารถในการสื่อสารได้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- กฤษฎา โสมคำ. (2551). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: ชัคเซส มีเดีย.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.
- จิราภรณ์ ดงหนองลาน. (2557). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น (7E) วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่องสารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- จิราภรณ์ น้อยน้ำใส. (2551). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: แดเนกซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์ (2556). *หลักการและแนวคิด เทคนิคการเขียนรายงานการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พรินท์.
- ณัฐวดี กิจรุ่งเรือง, วัชรินทร์ เสถียรยานนท์ และวัชณีย์ เชาว์คำรงค์. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.

- ดวงกมล สิ้นเพ็ง. (2551). *การพัฒนาผู้เรียนสังคมแห่งการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดิลก ดิลกานนท์. (2534). *การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เดโช สวานานนท์. (2512). *ปทานุกรมจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียน.
- โดมินิก โอเบรียน. (2011). *ลืมไปเลยว่าเคยลืม* (พรเลิศ อัฐฐ์แปล). กรุงเทพฯ: วิเลิร์น.
- ทิสนา แคมมณี. (2552). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนิดดา คงมีทรัพย์. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) กับแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร-มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- นงศ์ลักษณ์ ทองมาศ. (2548). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการนำเสนอข้อความด้วยผังกราฟิก และ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหา-บัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- นันทวัน นันทวานิช. (2557). *การประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015*. *วารสาร สสวท.*, 42 (186), 40.
- แนนน้อย อินคะเน. (2556). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: B&B.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2543). *การวิจัย การวัดและประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ศรีอนันต์.

- ปฏิพล ตั้งจักรวรรานนท์ และชนิกานต์ มาณะศิริรานนท์. (2548). *กระตุ้นความจำให้ทำงาน*. กรุงเทพฯ: ธรรมมลการพิมพ์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วน จำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. *วิชาการ*, 10(4), 25-30.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการ คิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้คู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ปวีญญา นาคะวงศ์. (2557). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- พรรณวดี พิธิษฐาพงศ์. (2554). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น โดยใช้หนังสือประกอบการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2553). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. (2545, 19 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 16-21.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. (2553, 22 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 8-22.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542, 19 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 7-8.
- พวงเพ็ญ ดวงใจ. (2556). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมตาม แนววัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เรื่อง ระบบนิเวศในชุมชน สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุรินทร์ เขต 1*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัย ราชภัฏสุรินทร์.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อื่น : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ครูศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม้นท์.
- พิสนุ ฟองศรี. (2552). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ: ดำนสุทธาการพิมพ์.
- แพสแคล มิเชลอน. (2556). *สมองเปิดความจำเต็ม 100!* (วิญญู กิ่งหิรัญพัฒนา,แปล). กรุงเทพฯ: เนชั่นบุ๊ค
- ยุทธ ไถยวรรณ และกุสุมา ผลาพรหม (2553). *พื้นฐานการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- รัฐชาติร์ แสงคง. (2550). *ผลของการเรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความคิดเชิงมโนทัศน์ ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ทีเพรส.
- วันวิสา กองเสน. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี – สฤษดิ์วงศ์
- วูเจก, ทอม. (2552). *อัจฉริยะฉลาดคิด* (อมราลักษณ์ คลธา,แปล). กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- สถาบันทางการทดสอบแห่งชาติ (องค์การมหาชน) . (2558). *ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx?ReturnUrl=%2fAnnouncementWeb%2fDefault.aspx>

- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สวนีย์ เพชรพงศ์. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [สพฐ.]. (2558). นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2559. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2557). ผลประเมินคุณภาพภายนอก. เข้าถึงได้จาก <http://www.onesqa.or.th/th/index.php>
- สิริพร ทิพย์ดง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุทธภา บุญแซม. (2553). การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E). วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2549). สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้ : รายงานสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.
- สุภาพร พลพุทธา. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554). การออกแบบการวิจัย (Research Design). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2554). ระเบียบวิธีวิจัยหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ศสว.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.

- อรอุมา สกฤตเกียรติวัฒนา. (2554). *คู่มือพัฒนาสมอง จำแม่น จำเก่ง จำไป*. กรุงเทพฯ: ฅ ดา.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objectives handbook I: Cognitive domain*. New York: McKay.
- Clark, R. E. (2012). *Learning from media: Arguments, analysis, and evidence*. Greenwich, CT: Information Age.
- Ebert, E.S. II, Ebert, C., & Bentle, M.L (2014). *The Educator's Field Guide: An Introduction to Everything from Organization Assessment (and everything in between)*. New York: Skyhorse.
- Fatih, G., Ümit, T., & Rıza, S. (2013) . The Effect of 7E Learning Model on Academic Achievements and Retention of 6th Grade Science and Technology Course Students in the Unit "Electricity in Our Life". *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 10(3), 91.
- Joint Commission Resources. (2001). *Using Performance Improvement Tool in Ambulatory Care*. U.S.A.: US Public Health Foundation.
- Jones, R.E. (2014). *Focused Leadership :Instruction, Learning and School Improvement*. United States of America: Rowman & Littlefield.
- Kuppuswamy, B. (2004). *Advance Educational Psychology*. New Delhi. Sterling.
- Malone, S.A. (2003). *Learning about Learning*. London, Trowbridge, UK: The Cromwell press.
- Mayers, J.G. (2005). *Enhance Learning Retention*. New Delhi, United States of America: John Wiley.
- Montague, M., & Jitendra, A. K. (2006). *Teaching Mathematics to Middle School Students with Learning Difficulties*. New York: Guilford Press.
- Morrison-McGill, R. (2013). *100 Ideas for Secondary Teacher: Outstanding Lesson*. London: Bloomsbury.
- Naik, G.P. (2007). *Training and Development text Research and Cases*. New Delhi: Anurag Jain for Exced Books.
- Nation, I.S.P., & Newton, J. (2009). *Teaching ESL/EFL Reading and Writing*. New York: Routledge, Taylor and Francis.

- Renn, O., Karafyllis, N.C., Hohlt, A., & Taube, D. (2015). *International Science and Technology Education: Exploring Culture, Economy and Social Perceptions*. New York: Routledge.
- Richardson, J.S, Morgan, R.F., & Fleener, C.E. (2011). *Reading to learn in the content area*. U.S.A.: wadworth.
- Shaheen, M.N.U.K., & Kayani, M.M. (2015). Improving students' achievement in biology using 7e instructional model. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(4), 471.
- Stell, M.N. (2012). *Encyclopedia of the science of learning*. London: Springer.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อ.ดร.ชญญา ดวงจินดา อาจารย์
เทคโนโลยีชีวภาพ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
คณะวิทยาศาสตร์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
มหาวิทยาลัยทักษิณ
2. ผศ. อานูช กีรีรัฐนิคม ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ
3. นายภิญโญ ชุกกลิ่น ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง
4. นางมณฑิรา จงหวัง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง
5. นางสาวริศา คงมี ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 10 แผน
- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก จำนวน 10 แผน
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการศึกษาเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 1 เรื่องใบโอม

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้									
สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้									
มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	3	4	4	5	21	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ									
จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้									
ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ									
เหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวกที่ 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	49	47	47	50	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 2 เรื่องการศึกษาระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	40	40	44	209	4.18	0.33	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 3 เรื่องระบบนิเวศแบบต่าง ๆ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	40	40	43	208	4.16	0.29	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัย
ทางกายภาพ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
รวม	44	40	40	40	45	209	4.18	0.30	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 5 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัย
ทางชีวภาพ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	40	40	46	211	4.22	0.35	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	40	40	44	209	4.18	0.26	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 7 เรื่องวัฏจักรสารในระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	40	40	46	211	4.22	0.39	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 8 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	42	40	43	210	4.20	0.34	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 9 เรื่องประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	25	23	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	25	23	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	25	23	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	23	22	4.40	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	23	22	4.40	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	24	22	4.40	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	40	49	220	4.40	0.48	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 10 เรื่องภาวะโลกร้อนและการทำลายโอโซน
ในบรรยากาศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	40	46	217	4.34	0.47	เหมาะสม มาก

สรุปภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 1 – 10 มีค่าความเหมาะสม
ระหว่าง 4.00 ± 0.00 ถึง 4.40 ± 0.48

**การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น
ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก**

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 1 เรื่องไปโอม

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 31 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	47	40	49	221	4.42	0.48	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 2 เรื่องการศึกษาระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 32 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	40	49	220	4.40	0.52	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 3 เรื่องระบบนิเวศแบบต่าง ๆ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	5	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 33 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	44	40	48	40	47	219	4.38	0.47	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง
สิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	5	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 34 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	44	40	47	40	47	218	4.36	0.46	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 5 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง
สิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 35 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	40	46	217	4.34	0.42	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดพลังงาน
ในสิ่งมีชีวิต

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	40	48	219	4.38	0.47	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 7 เรื่องวัฏจักรสาร
ในระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 37 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	42	46	219	4.38	0.43	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 8 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่
ของระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 38 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	41	48	220	4.40	0.52	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 9 เรื่องประเภทของ
ทรัพยากรธรรมชาติ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 39 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	41	47	219	4.38	0.47	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก แผนที่ 10 เรื่องภาวะโลกร้อนและ
การทำลายโอโซนในบรรยากาศ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหน่วยการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ สาระการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
5. สาระการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาในการ จัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางภาคผนวกที่ 40 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					รวม	\bar{X}	SD	การแปล ความหมาย
	ของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)								
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับผล การเรียนรู้และกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
9. การวัดและประเมินผลระบุ เครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	เหมาะสม มาก
10. การวัดและประเมินผล ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
รวม	45	40	46	42	46	219	4.38	0.40	เหมาะสม มาก

สรุปภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก ที่ 1 – 10 มีค่าความ
เหมาะสมระหว่าง 4.34 ± 0.42 ถึง 4.42 ± 0.48

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กับจุดประสงค์การเรียนรู้
และพฤติกรรมที่ต้องการวัด**

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กับจุดประสงค์การเรียนรู้
และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 41 (ต่อ)

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

**การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	r
1	0.636	0.545
2	0.545	0.364
3	0.591	0.455
4	0.636	0.545
5	0.636	0.364
6	0.636	0.364
7	0.455	0.364
8	0.727	0.364
9	0.682	0.455
10	0.591	0.455
11	0.591	0.455
12	0.455	0.364
13	0.636	0.364
14	0.682	0.455
15	0.545	0.364
16	0.682	0.455
17	0.727	0.364
18	0.636	0.364
19	0.682	0.455
20	0.727	0.364
21	0.636	0.545
22	0.727	0.545

ตารางภาคผนวกที่ 42 (ต่อ)

ข้อที่	p	r
23	0.591	0.455
24	0.727	0.364
25	0.682	0.455
26	0.682	0.455
27	0.727	0.364
28	0.591	0.636
29	0.636	0.364
30	0.727	0.364

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

โดยสรุปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.455-0.727 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.364-0.636 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.89

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างแบบประเมินการคิดวิเคราะห์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบ
 วัดการคิดวิเคราะห์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 43 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
22	1	1	1	1	1	5	1.00
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00
25	1	1	1	1	1	5	1.00

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	r
1	0.409	0.273
2	0.545	0.545
3	0.409	0.273
4	0.591	0.273
5	0.500	0.273
6	0.545	0.364
7	0.364	0.364
8	0.500	0.273
9	0.500	0.455
10	0.409	0.273
11	0.591	0.273
12	0.682	0.455
13	0.682	0.273
14	0.591	0.273
15	0.727	0.364
16	0.500	0.455
17	0.409	0.273
18	0.591	0.273
19	0.864	0.273
20	0.545	0.727
21	0.636	0.364
22	0.591	0.273

ตารางภาคผนวกที่ 44 (ต่อ)

ข้อที่	p	r
23	0.773	0.273
24	0.682	0.273
25	0.636	0.364

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

โดยสรุปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.364-0.773 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.273-0.727 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.81

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก
- แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รหัสวิชา ว 30103 รายวิชาพื้นฐานชีววิทยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1/2560

เรื่อง ไบโอม

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นายเรวัตร เฟื่องด้วง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว. 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4-6/1 อธิบายคุณลักษณะของระบบนิเวศ

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำ การสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัย หรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

2. แนวความคิดหลักหรือสาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตมีการจัดลำดับชั้นตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนขนาดใหญ่ ไบโอมอยู่ในระดับขั้นหนึ่งของการจัดแบ่ง โดยไบโอม (Biomes) หมายถึง ระบบนิเวศใดๆก็ตาม จะมีองค์ประกอบของปัจจัย

ทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้เข้าปัจจัยต่างๆด้วย โลกใบนี้ทั้งไบโอมบนบกและไบโอมในน้ำ กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆในโลก ซึ่งไบโอมบนบก ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น ป่าสน ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น สะวันนา ทะเลทราย ทุนดรา ไบโอมในน้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำจืด แหล่งน้ำเค็ม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนดชนิดของไบโอม
2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอมชนิดต่างๆ
3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตในไบโอมชนิดต่างๆ

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. สามารถวาดภาพสภาพของระบบนิเวศแต่ละไบโอมได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ความมีวินัย (ตรงต่อเวลา, ปฏิบัติงานเรียบร้อยเหมาะสม, ปฏิบัติตามข้อตกลง)
2. การใฝ่เรียนรู้ (กระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล, มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ, สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล)

4. สารการเรียนรู้

ไบโอมเป็นขั้นหนึ่งของการจัดแบ่งทางวิทยาศาสตร์ โดยไบโอม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ไบโอมบนบก (Terrestrial biomes) ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด
 - ป่าดิบชื้น (Tropical rain forest)
 - ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น (Temperate deciduous forest)
 - ป่าสน (Coniferous forest) ป่าไทกา (Taiga) และป่าบอเรียล (Boreal)
 - ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (Temperate grassland) หรือทุ่งหญ้าแพรรี (Prairie)
 - สะวันนา (Savanna)
 - ทะเลทราย (Desert)
 - ทุนดรา (Tundra)
2. ไบโอมในน้ำ
 - ไบโอมแหล่งน้ำจืด (Freshwater biomes)
 - ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม (Marine biomes)

- ไบโอมแหล่งน้ำกร่อย (Estuaries biomes)

5. หลักฐานการเรียนรู้ และเครื่องมือในการประเมินผล

5.1 ด้านความรู้

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
สอบแบบทดสอบ	ตรวจแบบทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกต้อง อย่างน้อย 70%	ครูผู้สอน

5.2 ด้านทักษะกระบวนการ

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
-	การสังเกตจากการ ปฏิบัติกิจกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม ปฏิบัติงาน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป	ครูผู้สอน

5.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ ประเมิน	ผู้ประเมิน
คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	การสังเกต พฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจ เรียน การตรงต่อ เวลา	แบบประเมิน คุณลักษณะที่พึง ประสงค์	ได้คะแนนใน ระดับ 2 ขึ้นไป	ครูผู้สอน

6. คำถามสำคัญ

- 6.1 ไบโอมคืออะไร
- 6.2 ไบโอมอยู่ในชั้นใดของการจัดลำดับชั้นในทางวิทยาศาสตร์
- 6.3 ไบโอมแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)

ครูให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้เดิมของตนเอง เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้ทอมนี่ซึ่งเคยเรียนมาแล้วในมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเลือกใช้เทคนิคการเขียนของตนเอง ซึ่งกำหนดให้นักเรียนเปิดดูหน้าสารบัญของหนังสือเรียนก่อนการเขียนสรุป

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูแจกบัตรภาพซึ่งระบุชื่อสัตว์ที่แตกต่างกัน 4 ใบ ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมจากกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์ จากบัตรกิจกรรมดังกล่าว

2. ครูจับสลากบัตรภาพขึ้นมาจำนวน 1 แผ่น เพื่อให้นักเรียนคนที่ได้บัตรภาพเหมือนกับที่ครูจับขึ้นมาเป็นคนพูดประโยคโดยมีใจความของประโยคคือ I am a (ระบุชื่อสัตว์ในบัตรภาพ) I live in the (ระบุชื่อไบโอมในบัตรภาพ)

3. เมื่อนักเรียนคนที่ 1 พูดจบประโยคแล้วให้นักเรียนคนที่นั่งทางด้านซ้ายมือคนที่ 1 พูดประโยคเป็นคนที่ 2 โดยในการพูดของนักเรียนคนที่ 2 จะต้องกล่าวซ้ำประโยคของคนที่ 1 และพูดใส่ข้อมูลของตนเองเข้าไป

4. นักเรียนคนที่ 3 ก็จะพูดประโยคในทำนองเดียวกันโดยจะต้องพูดซ้ำประโยคของนักเรียนคนที่ 1 และ คนที่ 2 และเพิ่มเติมข้อมูลของตนเองเข้าไป

5. นักเรียนคนที่ 4 พูดซ้ำประโยคของนักเรียนคนที่ 1, 2 คนที่ 3 แล้วเพิ่มข้อมูลของตนเองเพิ่มเข้าไป

3. ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ครูแจกบัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

2. ให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันจัดเรียงบัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์” ติดลงบนกระดาษขาวเทาโดยจัดเรียงจากลำดับต่ำสุดจนถึงลำดับสูงสุด

3. นำแผ่นกระดาษขาวเทาดังกล่าวติดไว้หน้าห้อง

4. ครูแจกบัตรภาพ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

5. นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันจัดเรียงบัตรภาพ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์” ติดลงบนกระดาษขาวเทาโดยจัดเรียงจากลำดับต่ำสุดจนถึงลำดับสูงสุด

6. นำแผ่นกระดาษขาวเทาดังกล่าวติดไว้หน้าห้อง

7. ครูและนักเรียนช่วยกันวิเคราะห์วิจารณ์ว่าการคิดบัตรคำของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร และครูเฉลยวิธีการคิดแผนกระดาษของบัตรคำและบัตรภาพที่ ถูกต้องให้กับนักเรียน

8. ครูใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Level of organization – Hierarchy” เพื่อนำเสนอการจัดเรียงลำดับในทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง พร้อมกับอธิบายคำจำกัดความในแต่ละลำดับขั้นให้นักเรียนฟังอีกครั้ง

9. ครูแจกใบกิจกรรมค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับชนิดของสัตว์ให้นักเรียนทำ

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับชนิดของสัตว์เสร็จแล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยสืบค้นข้อมูลจากหนังสือ หรือสื่อที่เกี่ยวข้อง

4. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายว่าจริงๆ แล้วคำว่าไบโอมในความคิดของนักเรียนคืออะไร

2. ครูใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Biomes” และหนังสือเรียนเพื่อนำเสนอความรู้เรื่องไบโอมให้นักเรียนฟังพร้อมๆ กับซักถามนักเรียนเป็นระยะ

3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากภาพเคลื่อนไหว

5. ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตในหัวข้อเรื่องไบโอม

6. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

1. ประเมินการทำงานกลุ่ม

2. ตรวจสอบทดสอบ

3. ตรวจสอบใบกิจกรรม

4. ตรวจสอบการเขียนสรุปองค์ความรู้ของนักเรียน

7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend)

ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าสามารถนำความรู้ดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

8. สื่อ วัสดุอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- บัตรกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์
- บัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”
- บัตรรูปภาพ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”
- ภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Level of organization – Hierarchy”
- บัตรภาพค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับสัตว์
- ภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Biomes”
- แบบทดสอบการจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน
1. มีวินัย	3.1 ตรงต่อเวลา	
	3.2 ปฏิบัติงานเรียบร้อยเหมาะสม	
	3.3 ปฏิบัติตามข้อตกลง	
2. ใฝ่เรียนรู้	4.1 กระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล	
	4.2 มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	
	4.3 สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	

เกณฑ์การประเมิน

- | | | |
|---|---------|----------------------|
| 3 | หมายถึง | ระดับดี |
| 2 | หมายถึง | ระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | ระดับที่ต้องปรับปรุง |

เกณฑ์การผ่าน : แต่ละรายการต้องไม่น้อยกว่า ระดับ 2

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนการสอน

รหัส.....รายวิชา.....แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....
เรื่อง.....

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1. ด้านความรู้

.....
.....
.....

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....
.....
.....

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....
.....
.....

4. บรรยากาศในการจัดการเรียนการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....(ครูผู้สอน)

(นายเรวัตร เฟื่องสว่าง)

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

บัตรกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์
ไบโอมแอฟริกาเหนือ (North African Biomes)

 <p>polar bears</p> <p>tundra</p>	 <p>moose</p> <p>taiga</p>	 <p>bison</p> <p>prairie</p>	 <p>bighorn sheep</p> <p>alpine</p>
<p>I am a polar bear.</p> <p>I live in the tundra.</p> <p>ฉันคือหมีขั้วโลก</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม ทุนดรา</p>	<p>I am a moose.</p> <p>I live in the taiga.</p> <p>ฉันคือตัวมูซ</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม ไทกา</p>	<p>I am a bison.</p> <p>I live in prairie.</p> <p>ฉันคือวัวกระทิง</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม แพรี</p>	<p>I am a bighorn sheep.</p> <p>I live in the alpine.</p> <p>ฉันคือแกะเขาใหญ่</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม อัลไพน์</p>
 <p>whales</p> <p>open ocean</p>	 <p>sea otters</p> <p>kelp forest</p>	 <p>clownfish</p> <p>coral reef</p>	 <p>anglerfish</p> <p>deep ocean</p>
<p>I am a whale.</p> <p>I live in the open ocean.</p> <p>ฉันคือวาฬ</p> <p>ฉันอาศัยแถบทะเลเปิด</p>	<p>I am a sea otter.</p> <p>I live in the kelp forest.</p> <p>ฉันคือนากทะเล</p> <p>ฉันอาศัยอยู่บริเวณ สาหร่ายเคลป์</p>	<p>I am a clownfish.</p> <p>I live in the fresh water.</p> <p>ฉันคือปลาการ์ตูน</p> <p>ฉันอาศัยในน้ำจืด</p>	<p>I am a anglerfish.</p> <p>I live in the deep ocean.</p> <p>ฉันคือปลาดกเบ็ด</p> <p>ฉันอาศัยยังทะเลลึก</p>

บัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

Atom	Molecule	Organelle
Cell	Tissue	Organ
Organ system	Organism	Population
Community	Ecosystem	Biosphere


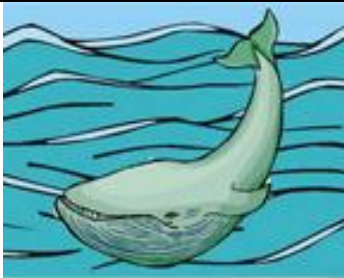






บัตรรูปภาพ “การจัดลำดับขั้นทางวิทยาศาสตร์”



บัตรภาพค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับสัตว์

คำสั่งจงเขียนคำศัพท์ที่สัมพันธ์กับภาพที่กำหนดมาให้วงคำศัพท์ดังกล่าวในตารางอักษร
ด้านล่างที่ให้มี

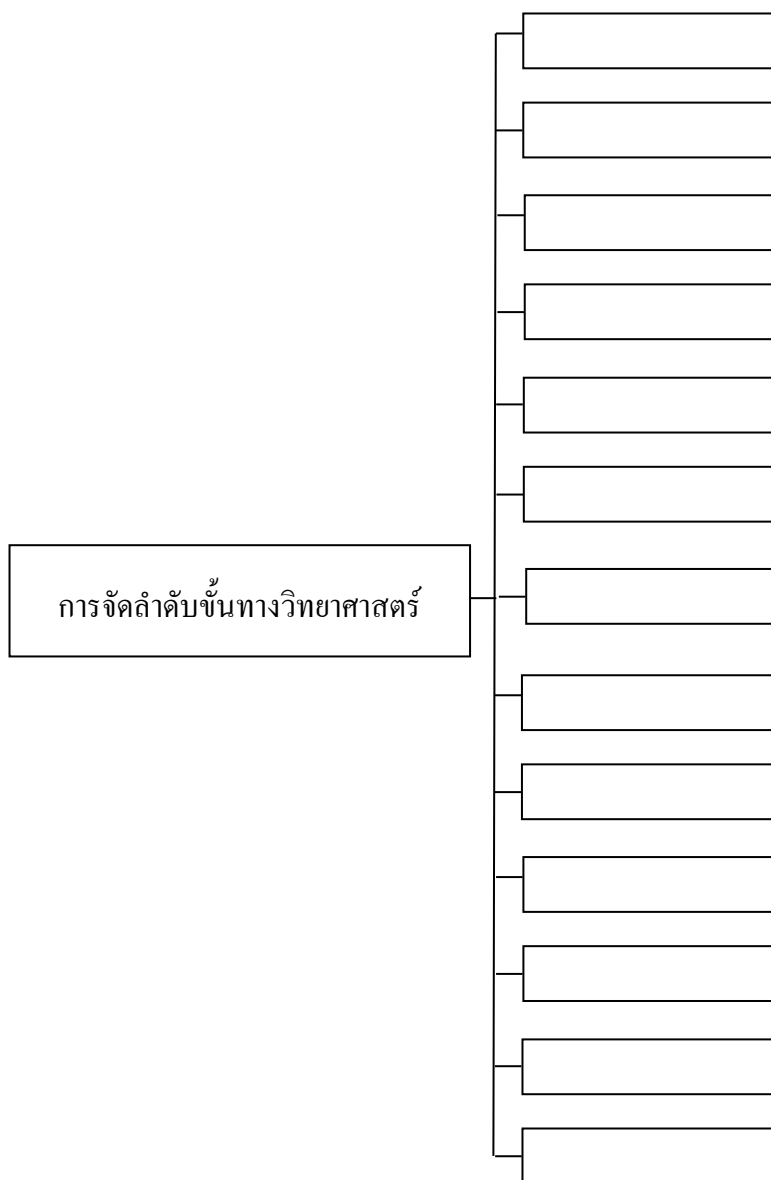
taiga	desert	ocean	rainforest
savanna	alpine	tundra	wetland

 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>
 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>
 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	

X	A	R	W	E	T	L	A	N	D	P	O	C	E	A	N
B	M	H	A	R	G	G	U	K	W	V	H	T	W	H	I
T	A	I	Q	I	L	L	M	W	M	P	I	C	V	F	C
A	K	L	T	W	N	D	U	U	P	T	P	Q	Q	A	G
I	E	W	P	W	J	F	W	D	F	Y	U	K	N	P	T
G	G	W	W	I	D	H	O	D	V	I	D	N	L	Q	U
A	Z	J	T	E	N	E	U	R	W	A	A	W	D	F	I
G	Y	D	R	I	W	E	S	D	E	V	Q	R	B	R	T
U	P	K	I	L	B	U	U	E	A	S	P	W	A	R	A
Q	F	V	Z	J	J	E	F	S	R	N	T	M	C	S	E
Z	O	R	X	S	I	Q	P	H	E	T	Z	C	R	T	K

แบบทดสอบการจัดลำดับชั้นในทางวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนนำคำศัพท์เหล่านี้ได้แก่ Atom, Molecule, Organelle, Cell, Tissue, Organ, Organ System, Organism, Population, Community, Ecosystem, Biome และ Ecosphere เดิมลงไป
ในกล่องข้อความเพื่อให้เป็นลำดับการจัดเรียงทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยเรียงจากลำดับเล็กสุด
ไปสู่ลำดับใหญ่ที่สุด





แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังกราฟิก

รหัสวิชา ว 30103 รายวิชาพื้นฐานชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ภาคเรียนที่ 1/2560

เรื่อง ไบโอม

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นายเรวัตร เฟื่องคัง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว. 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4-6/1 อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำ การสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัย หรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

2. แนวความคิดหลักหรือสาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตมีการจัดลำดับขั้นตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนขนาดใหญ่ ไบโอมอยู่ในระดับขั้นหนึ่งของการจัดแบ่ง โดยไบโอม (Biomes) หมายถึง ระบบนิเวศใดๆก็ตาม จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้เข้าปัจจัยต่างๆด้วย

โลกใบนี้ทั้งไบโอมบนบกและไบโอมในน้ำ กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆในโลก ซึ่งไบโอมบนบก ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น ป่าสน ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น สะวันนา ทะเลทราย ทุนดรา ไบโอมน้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำจืด แหล่งน้ำเค็ม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายปัจจัยทางกายภาพที่เป็นตัวกำหนดชนิดของไบโอม
2. เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของไบโอมชนิดต่างๆ
3. เปรียบเทียบสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตไบโอมชนิดต่างๆ

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. สามารถวาดภาพสภาพของระบบนิเวศแต่ละไบโอมได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ความมีวินัย (ตรงต่อเวลา, ปฏิบัติงานเรียบร้อยเหมาะสม, ปฏิบัติตามข้อตกลง)
2. การใฝ่เรียนรู้ (กระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล, มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ, สร้างความรู้ได้อย่างมีเหตุผล)

4. สารการเรียนรู้

ไบโอมเป็นขั้นหนึ่งของการจัดแบ่งทางวิทยาศาสตร์ โดยไบโอม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ไบโอมบนบก (Terrestrial biomes) ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด
 - ป่าดิบชื้น (Tropical rain forest)
 - ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น (Temperate deciduous forest)
 - ป่าสน (Coniferous forest) ป่าไทกา (Taiga) และป่าบอเรียล (Boreal)
 - ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (Temperate grassland) หรือทุ่งหญ้าแพรรี (Prairie)
 - สะวันนา (Savanna)
 - ทะเลทราย (Desert)
 - ทุนดรา (Tundra)
2. ไบโอมในน้ำ
 - ไบโอมแหล่งน้ำจืด (Freshwater biomes)
 - ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม (Marine biomes)
 - ไบโอมแหล่งน้ำกร่อย (Estuaries biomes)

5. หลักฐานการเรียนรู้ และเครื่องมือในการประเมินผล

5.1 ด้านความรู้

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
สอบแบบทดสอบ	ตรวจแบบทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกต้อง อย่างน้อย 70%	ครูผู้สอน

5.2 ด้านทักษะกระบวนการ

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
-	การสังเกตจากการ ปฏิบัติกิจกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม ปฏิบัติงาน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป	ครูผู้สอน

5.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ ประเมิน	ผู้ประเมิน
คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	การสังเกต พฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจ เรียน การตรงต่อ เวลา	แบบประเมิน คุณลักษณะที่พึง ประสงค์	ได้คะแนนใน ระดับ 2 ขึ้นไป	ครูผู้สอน

6. คำถามสำคัญ

6.1 ไบโอมคืออะไร

6.2 ไบโอมอยู่ในขั้นตอนใดของการจัดลำดับชั้นในทางวิทยาศาสตร์

6.3 ไบโอมแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)

ครูให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้เดิมของตนเอง เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้ทอมนี่ซึ่งเคยเรียนมาแล้วในมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการใช้ผังกราฟิก ซึ่งกำหนดให้นักเรียนเปิดดูหน้าสารบัญของหนังสือเรียนก่อนการเขียนสรุป

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูแจกบัตรภาพซึ่งระบุชื่อสัตว์ที่แตกต่างกัน 4 ใบ ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมจากกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์ จากบัตรกิจกรรมดังกล่าว

2. ครูจับสลากบัตรภาพขึ้นมาจำนวน 1 แผ่น เพื่อให้นักเรียนคนที่ได้บัตรภาพเหมือนกับที่ครูจับขึ้นมาเป็นคนพูดประโยคโดยมีใจความของประโยคคือ I am a (ระบุชื่อสัตว์ในบัตรภาพ) I live in the (ระบุชื่อไบโอมในบัตรภาพ)

3. เมื่อนักเรียนคนที่ 1 พูดจบประโยคแล้วให้นักเรียนคนที่นั่งทางด้านซ้ายมือคนที่ 1 พูดประโยคเป็นคนที่ 2 โดยในการพูดของนักเรียนคนที่ 2 จะต้องกล่าวซ้ำประโยคของคนที่ 1 และพูดใส่ข้อมูลของตนเองเข้าไป

4. นักเรียนคนที่ 3 ก็จะพูดประโยคในทำนองเดียวกันโดยจะต้องพูดซ้ำประโยคของนักเรียนคนที่ 1 และ คนที่ 2 และเพิ่มเติมข้อมูลของตนเองเข้าไป

5. นักเรียนคนที่ 4 พูดซ้ำประโยคของนักเรียนคนที่ 1, 2 คนที่ 3 แล้วเพิ่มข้อมูลของตนเองเพิ่มเข้าไป

3. ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ครูแจกบัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

2. ให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันจัดเรียงบัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์” ติดลงบนกระดาษขาวเทาโดยจัดเรียงจากลำดับต่ำสุดจนถึงลำดับสูงสุด

3. นำแผ่นกระดาษขาวเทาดังกล่าวติดไว้หน้าห้อง

4. ครูแจกบัตรภาพ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

5. นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันจัดเรียงบัตรภาพ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์” ติดลงบนกระดาษขาวเทาโดยจัดเรียงจากลำดับต่ำสุดจนถึงลำดับสูงสุด

6. นำแผ่นกระดาษขาวเทาดังกล่าวติดไว้หน้าห้อง

7. ครูและนักเรียนช่วยกันวิเคราะห์วิจารณ์ว่าการตีบทคำของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร และครูเฉลยวิธีการตีแผนกระดาษของบัตรคำและบัตรภาพที่ ถูกต้องให้กับนักเรียน

8. ครูใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Level of organization – Hierarchy” เพื่อนำเสนอการจัดเรียงลำดับในทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง พร้อมกับอธิบายคำจำกัดความในแต่ละลำดับขั้นให้นักเรียนฟังอีกครั้ง

9. ครูแจกใบกิจกรรมค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับชนิดของสัตว์ให้นักเรียนทำ

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับชนิดของสัตว์เสร็จแล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยสืบค้นข้อมูลจากหนังสือ หรือสื่อที่เกี่ยวข้อง

4. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายว่าจริงๆ แล้วคำว่าไบโอมในความคิดของนักเรียนคืออะไร

2. ครูใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Biomes” และหนังสือเรียนเพื่อนำเสนอความรู้เรื่องไบโอมให้นักเรียนฟังพร้อม ๆ กับซักถามนักเรียนเป็นระยะ

3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากภาพเคลื่อนไหว โดยการใช้ผังกราฟิก

5. ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตในหัวข้อเรื่องไบโอม

6. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

1. ประเมินการทำงานกลุ่ม

2. ตรวจสอบทดสอบ

3. ตรวจสอบใบกิจกรรม

4. ตรวจสอบการเขียนสรุปองค์ความรู้ของนักเรียนจากผังกราฟิก

7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend)

ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าสามารถนำความรู้ดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

8. สื่อ วัสดุอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- บัตรกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์
- บัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับขั้นทางวิทยาศาสตร์”
- บัตรรูปภาพ “การจัดลำดับขั้นทางวิทยาศาสตร์”
- ภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Level of organization – Hierarchy”
- บัตรภาพค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับสัตว์
- ภาพเคลื่อนไหวเรื่อง “Biomes”
- แบบทดสอบการจัดลำดับขั้นทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน
1. มีวินัย	3.1 ตรงต่อเวลา	
	3.2 ปฏิบัติงานเรียบร้อยเหมาะสม	
	3.3 ปฏิบัติตามข้อตกลง	
2. ใฝ่เรียนรู้	4.1 กระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล	
	4.2 มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	
	4.3 สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	

เกณฑ์การประเมิน

- | | | |
|---|---------|----------------------|
| 3 | หมายถึง | ระดับดี |
| 2 | หมายถึง | ระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | ระดับที่ต้องปรับปรุง |

เกณฑ์การผ่าน : แต่ละรายการต้องไม่น้อยกว่า ระดับ 2

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนการสอน

รหัส.....รายวิชา.....แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....
เรื่อง.....

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1. ด้านความรู้

.....
.....
.....

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....
.....
.....

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....
.....
.....

4. บรรยากาศในการจัดการเรียนการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....(ครูผู้สอน)

(นายเรวัตร เฟื่องสว่าง)

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

บัตรกิจกรรมตามหาที่อยู่อาศัยของสัตว์
ไบโอมแอฟริกาเหนือ (North African Biomes)

 <p>polar bears</p> <p>tundra</p>	 <p>moose</p> <p>taiga</p>	 <p>bison</p> <p>prairie</p>	 <p>bighorn sheep</p> <p>alpine</p>
<p>I am a polar bear.</p> <p>I live in the tundra.</p> <p>ฉันคือหมีขั้วโลก</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม</p> <p>ทุนดรา</p>	<p>I am a moose.</p> <p>I live in the taiga.</p> <p>ฉันคือตัวมูซ</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม</p> <p>ไทกา</p>	<p>I am a bison.</p> <p>I live in prairie.</p> <p>ฉันคือวัวกระทิง</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม</p> <p>แพรี</p>	<p>I am a bighorn sheep.</p> <p>I live in the alpine.</p> <p>ฉันคือแกะเขาใหญ่</p> <p>ฉันอาศัยยังไบโอม</p> <p>อัลไพน์</p>
 <p>whales</p> <p>open ocean</p>	 <p>sea otters</p> <p>kelp forest</p>	 <p>clownfish</p> <p>coral reef</p>	 <p>anglerfish</p> <p>deep ocean</p>
<p>I am a whale.</p> <p>I live in the open ocean.</p> <p>ฉันคือวาฬ</p> <p>ฉันอาศัยแถบทะเลเปิด</p>	<p>I am a sea otter.</p> <p>I live in the kelp forest.</p> <p>ฉันคือนากทะเล</p> <p>ฉันอาศัยอยู่บริเวณ</p> <p>สาหร่ายเคลป์</p>	<p>I am a clownfish.</p> <p>I live in the fresh water.</p> <p>ฉันคือปลาการ์ตูน</p> <p>ฉันอาศัยในน้ำจืด</p>	<p>I am a anglerfish.</p> <p>I live in the deep ocean.</p> <p>ฉันคือปลาดกเบ็ด</p> <p>ฉันอาศัยยังทะเลลึก</p>

บัตรคำศัพท์ “การจัดลำดับชั้นทางวิทยาศาสตร์”

Atom	Molecule	Organelle
Cell	Tissue	Organ
Organ system	Organism	Population
Community	Ecosystem	Biosphere









บัตรรูปภาพ “การจัดลำดับขั้นทางวิทยาศาสตร์”



บัตรภาพค้นหาคำศัพท์ประเภทของไบโอมที่สัมพันธ์กับสัตว์

คำสั่งจงเขียนคำศัพท์ที่สัมพันธ์กับภาพที่กำหนดมาให้วงคำศัพท์ดังกล่าวในตารางอักษร
ด้านล่างที่ให้มี

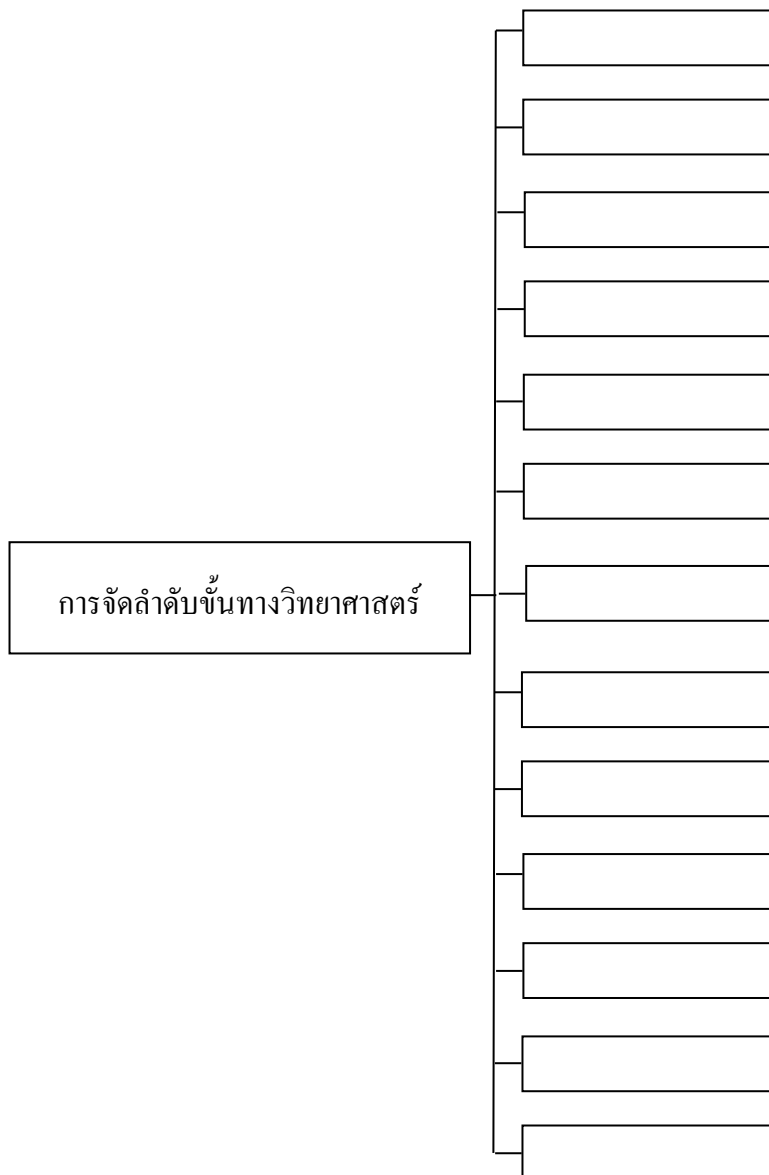
taiga	desert	ocean	rainforest
savanna	alpine	tundra	wetland

 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>
 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>
 <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p> <p>.....</p>	

X	A	R	W	E	T	L	A	N	D	P	O	C	E	A	N
B	M	H	A	R	G	G	U	K	W	V	H	T	W	H	I
T	A	I	Q	I	L	L	M	W	M	P	I	C	V	F	C
A	K	L	T	W	N	D	U	U	P	T	P	Q	Q	A	G
I	E	W	P	W	J	F	W	D	F	Y	U	K	N	P	T
G	G	W	W	I	D	H	O	D	V	I	D	N	L	Q	U
A	Z	J	T	E	N	E	U	R	W	A	A	W	D	F	I
G	Y	D	R	I	W	E	S	D	E	V	Q	R	B	R	T
U	P	K	I	L	B	U	U	E	A	S	P	W	A	R	A
Q	F	V	Z	J	J	E	F	S	R	N	T	M	C	S	E
Z	O	R	X	S	I	Q	P	H	E	T	Z	C	R	T	K

แบบทดสอบการจัดลำดับชั้นในทางวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนนำคำศัพท์เหล่านี้ได้แก่ Atom, Molecule, Organelle, Cell, Tissue, Organ, Organ System, Organism, Population, Community, Ecosystem, Biome และ Ecosphere เดิมลงไป
ในกล่องข้อความเพื่อให้เป็นลำดับการจัดเรียงทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยเรียงจากลำดับเล็กสุด
ไปสู่ลำดับใหญ่ที่สุด



แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
จำนวน 25 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว แล้วให้ระบาย
วงกลมในช่องตัวเลือกที่ต้องการให้เต็มวง

ตัวอย่าง การตอบข้อ 00) ตัวเลือก 1

00) ① ② ③ ④

4. เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย X ทับคำตอบเดิม แล้วเลือกคำตอบ
ใหม่

ตัวอย่าง การเปลี่ยนตัวเลือก 1 เป็น 4

00) ~~1~~ ③ ③ ④

5. เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จแล้ว ให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบคืนแก่
กรรมการคุมห้องสอบ

1. จากแผนผังต่อไปนี้ข้อใดมีความสัมพันธ์กับการจัดเรียงลำดับในทางวิทยาศาสตร์ในตำแหน่งที่ 1 ได้ถูกต้อง (Matching)

Tissue >>>> ...ตำแหน่งที่ 1. ... >>>> Organ system >>>>...ตำแหน่งที่ 2. ... >>>> Population

- | | |
|----------|----------------|
| 1. เลือด | 3. ระบบขับถ่าย |
| 2. ตับ | 4. คน |

2. ถ้าใช้คำว่า Organism เป็นขอบเขตในการแบ่งกลุ่มข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (Classification)

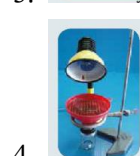
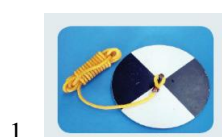
1. เม็ดเลือดขาว, ตับ, น้ำ
2. ไฮโดรเจน, เม็ดเลือดแดง, เลือดและกวาง
3. ระบบขับถ่าย, เลือด, กลุ่มผีเสื้อ
4. ถูกทุกข้อ

3. จากข้อมูลต่อไปนี้จะสรุปความได้ว่าอย่างไร (Generalization)

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| ก. ชุดสำรวจสิ่งมีชีวิตในดิน | ง. เซกคิติดิสก์ |
| ข. พลับ | จ. เคนซีโอมิเตอร์ |
| ค. กรอบนับจำนวนประชากร | ฉ. ถุงลากแพลงก์ตอน |

1. มีการแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ตามพื้นที่สำรวจออกเป็น 2 กลุ่ม
2. เซกคิติดิสก์ และเคนซีโอมิเตอร์มีวัตถุประสงค์การนำไปใช้งานในลักษณะเดียวกัน
3. อุปกรณ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้แก่ กรอบนับจำนวนประชากร ถุงลากแพลงก์ตอน และ พลับ
4. ถูกทุกข้อ

4. จากภาพเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ เครื่องมือใดแตกต่างจากกลุ่ม (Classification)



5. ถ้าหากวันหนึ่งมีเหตุการณ์ทำให้สิ่งมีชีวิตในไบโอมใดไบโอมหนึ่งเกิดการสูญพันธุ์ไปทั้งหมดเพียงไบโอมเดียว เมื่อเกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในไบโอมใดแล้วทำให้สิ่งมีชีวิตบนโลกคงเหลือชนิดพันธุ์น้อยที่สุด (Specifying)

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. ไบโอมป่าฝนเขตร้อนชื้น | 3. ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น |
| 2. ไบโอมป่าสน | 4. ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น |

6. จากการจับคู่ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้มีการจับคู่ผิดไปจากความเป็นจริงจำนวนกี่ข้อ (Matching)

- ก. ภาวะพึ่งพาอาศัย-ชายผ้าสีดาบนต้นไม้ใหญ่
- ข. ได้ประโยชน์ร่วมกัน-แมลงกับดอกไม้
- ค. อิงอาศัย-ไลเคน
- ง. ปรสิต-தாகดูดเลือดคน

- | | |
|------|----------------------|
| 1. 1 | 3. 3 |
| 2. 2 | 4. ไม่มีการจับคู่ผิด |

7. ควรจะนำความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดใดออกไปจากกลุ่มเพื่อให้ได้การจัดกลุ่มที่ถูกต้อง (Error analysis)

- ก. โพรโตซัวในลำไส้ปลวก
- ข. แบคทีเรีย *E. coli* ในลำไส้ใหญ่ของคน
- ค. ผีกับดอกไม้
- ง. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำในແหนແດງ

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

8. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของชีวนิเวศ (Biome) (Classification)

- 1. มีรูปชีวิต (life form) ที่ชัดเจน
- 2. ตั้งตัวอย่างถาวรในแถบต่าง ๆ ของโลกที่มีสภาพอากาศเฉพาะ (Climatic region)
- 3. สังคมพืชอยู่ในสภาพสุคยอด (Climax vegetation)
- 4. มีเอกลักษณ์เฉพาะ

9. ข้อใดต่อไปคือลักษณะไบโอมบนบก ที่เป็นไบโอม Temperate deciduous forest (ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น) (Classification)

1. เป็นป่าทิ้งใบในฤดูหนาว มีต้นไม้ผลัดใบทั้งไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม
2. เป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์มากพบพืชและสัตว์หลากหลายสปีชีส์
3. เป็นป่าประเภทเดียวกันกับป่าไทกา (Taiga) และป่าบอเรียล (Boreal)
4. เหมาะสำหรับการทำกสิกรรมและปศุสัตว์ และเกษตรกรรม เพราะดินมีความอุดมสมบูรณ์ มีหญ้านานาชนิดขึ้นอยู่

10. ประโยคใดบ้างที่มีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงและต้องได้รับการแก้ไข (Error analysis)

- ก. ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น ป่าไทกา ป่าบอเรียล เป็นป่าไม้ประเภทเดียวกัน
- ข. ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นหรือเรียกอีกอย่างว่าทุ่งหญ้าสะวันนา
- ค. ไบโอมป่าดิบชื้นจะมีพืชเด่นคือ ไพน์ เฟอร์ สพรูซ เฮมล็อก
- ง. ทุนดราเป็นไบโอมที่มีการจับกันของน้ำภายในดินกลายเป็นน้ำแข็งถาวร

- | | |
|------------|------------------|
| 1. เฉพาะ ก | 3. ก, ข, และ ค |
| 2. ข และ ค | 4. ก, ข, ค และ ง |

11. ข้อใดเป็นสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุดสำหรับข้อริบายว่า “เหตุใดใน ป่า เบญจพรรณจึงพบสิ่งมีชีวิตมากกว่าในทุ่งหญ้า (Generalization)

1. ป่าเบญจพรรณพบในเขตร้อนชื้น
2. ป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายของแหล่งอาศัยมากกว่าทุ่งหญ้า
3. สิ่งมีชีวิตในป่าเบญจพรรณมีวัฏจักรชีวิตสั้นกว่าสิ่งมีชีวิตในทุ่งหญ้า
4. สิ่งมีชีวิตในป่าเบญจพรรณความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตในทุ่งหญ้า

12. จากข้อมูลลักษณะของระบบนิเวศต่อไปนี้ (Generalization)

- ก. ป่าที่ขึ้นตามชายเลนและปากแม่น้ำ
- ข. พบบริเวณรอยต่อของระบบนิเวศบนบกและในน้ำ
- ค. เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ลูกกุ้ง ปู

หากจะเพิ่มเติมข้อความควรจะเพิ่มเติมข้อความใดเข้าไป

- 1. พบได้ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2. พืชมีความสูงแตกต่างกันแบ่งออกเป็นหลายระดับ
- 3. พรรณไม้ที่พบได้แก่โกงกาง แสม ลำพู
- 4. ชื่ออื่น ได้แก่ป่าแพะ ป่าแดง

13. ถ้าหากมีการจำลองระบบนิเวศปิดขึ้นมาแห่งหนึ่ง แล้วขจัด CO₂ ให้หมดโดยสิ้นเชิง สิ่งมีชีวิตที่จะตายก่อนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ คือ (Specifying)

- 1. ผู้ผลิต
- 2. ผู้บริโภค
- 3. ผู้ย่อยอินทรียสาร
- 4. ผู้บริโภคและผู้ย่อยอินทรียสาร

14. “กัมมะถัน (1) เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก (DNA และ RNA) วิตามิน และคลอโรฟิลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ จะทำให้ใบมีสีเขียวเข้ม (2) เรียกว่าคลอโรซิส (3) เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์น้อยหรือไม่มีเลย” จากข้อความข้างต้นนักเรียนจะต้องแก้ไขข้อความตรงตำแหน่งใดบ้าง (Error analysis)

- 1. ตำแหน่งที่ 1
- 2. ตำแหน่งที่ 1 และ 2
- 3. ตำแหน่งที่ 2 และ 3
- 4. ไม่ต้องแก้ไขข้อความใด ๆ

15. “พลังงานที่สิ่งมีชีวิตแต่ละลำดับชั้นในระบบนิเวศได้รับนั้นจะไม่เท่ากันตามหลักการของลินดแมน (Lindman) กล่าวไว้ว่า พลังงานที่ได้รับจากผู้ผลิตทุก 100 (1) ส่วน จะมีเพียง 90 (2) ส่วนเท่านั้นที่ผู้บริโภคนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต และพลังงานในผู้บริโภคแต่ละลำดับทุก ๆ 90 (3) ส่วนก็จะถูกนำไปใช้ได้แค่ 10 (4) ส่วนเช่นกัน เรียกว่ากฎสิบเปอร์เซ็นต์ (Ten percent law)” จากข้อมูลจะต้องแก้ไขตัวเลขในตำแหน่งใดบ้าง และแก้ไขเป็นอย่างไรตามลำดับ (Error analysis)

- 1. ตำแหน่งที่ 1 และ 2 แก้เป็น 110 และ 10
- 2. ตำแหน่งที่ 2 และ 3 แก้เป็น 10 และ 100
- 3. ตำแหน่งที่ 3 และ 4 แก้เป็น 100 และ 90
- 4. ตำแหน่งที่ 4 และ 1 แก้เป็น 100 และ 110

16. จากข้อความต่อไปนี้จะต้องแก้ไขข้อมูลใดบ้างเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องเกี่ยวกับวัฏจักรของสาร (Error analysis)

ก. คาร์บอนเป็นธาตุสำคัญของสารประกอบชนิดต่าง ๆ ทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน รวมถึงสารอนินทรีย์อย่างอื่นด้วย

ข. ไนโตรเจนเป็นธาตุสำคัญซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนของสิ่งมีชีวิต

ค. กระบวนการเกิดฟ้าผ่าจะสัมพันธ์กับการเกิดสารประกอบของธาตุคาร์บอน

ง. ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโนเมไทโอนีนและซิสเทอีน

- | | |
|-----------------|------------|
| 1. ก อย่างเดียว | 3. ก และ ข |
| 2. ข อย่างเดียว | 4. ค และ ง |

17. ระบบนิเวศในข้อใดมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่มากที่สุด (Classification)

1. ป่าดิบชื้นที่เขาสอยดาว
2. ทุ่งทานตะวันที่ลพบุรี
3. สวนป่าสักจังหวัดแพร่
4. ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม

18. เมื่อไม่นานมานี้ทางใต้ของประเทศออสเตรเลียได้รับความเสียหายมากจากไฟไหม้และน้ำท่วม คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของพืชชนิดใดเกิดขึ้นในบริเวณป่าที่ถูกไฟไหม้ (Specifying)

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. มอสและเฟิร์น | 3. ไม้ล้มลุก |
| 2. หญ้า | 4. ป่าสน |

19. การตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งปรากฏเป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์อยู่เสมอจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาอย่างไร (Specifying)

1. ทำให้ได้ที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น
2. กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุด เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่
3. ทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย
4. ทำให้พวกไลเคนส์เจริญเติบโตได้ดี

20. ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่หมดสิ้น (Non-exhausting natural resources) เช่น (Matching)

1. พืช สัตว์ ป่าไม้ และดิน
2. ถ่านหิน และแร่
3. อากาศ น้ำ และแสง
4. น้ำมันปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ

21. การเพิ่มขึ้นของประชากรของมนุษย์ในปัจจุบันจะส่งผลทำให้ทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดลดลงอย่างรวดเร็ว (Generalization)

- | | |
|------------|---------------|
| ก. น้ำ | ง. แสงอาทิตย์ |
| ข. ป่าไม้ | จ. ดิน |
| ค. อากาศ | ฉ. สัตว์ป่า |
| 1. ก และ ง | 2. ข และ ค |
| 3. ค และ จ | 4. ข และ ฉ |

22. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุสำคัญในการทำลายพื้นที่ป่าไม้ (Generalization)

1. การเก็บผลผลิตจากป่าไปขาย
2. การทำเหมืองแร่หรือสร้างเขื่อน
3. การตัดไม้ในป่าเพื่อนำไปขาย
4. การทำไร่เลื่อนลอยและสร้างที่คินทำกิน

23. การเพิ่ม ปริมาณการใช้น้ำมันเป็นพลังงานของโลกปัจจุบัน มีผลกระทบอย่างไร

1. การสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นทุกแห่งเพื่อเพิ่มพลังงานงาน (Specifying)
2. อุณหภูมิพื้นผิวโลกเพิ่มขึ้น
3. ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น
4. สัดส่วนบริเวณที่เป็นทะเลทรายเพิ่มมากขึ้น

24. ข้อใดคือ Recycle, Reuse และ Reduce เรียงตามลำดับ (Matching)

1. การนำกลับมาผลิตใช้ใหม่, การนำกลับมาใช้ใหม่ และการลดปริมาณการใช้
2. การนำกลับมาผลิตใช้ใหม่, การลดปริมาณการใช้ และการนำกลับมาใช้ใหม่
3. การนำกลับมาใช้ใหม่, การนำกลับมาผลิตใช้ใหม่ และการลดปริมาณการใช้
4. การนำกลับมาปรับใช้ใหม่, การนำกลับมาเปลี่ยนใหม่และการลดปริมาณการใช้

25. การใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดน้ำแล้วเป็นน้ำสำหรับรดต้นไม้เปรียบได้กับการกระทำในข้อใด (Matching)

1. การปลูกผักบนพื้นที่ว่างเปล่า
2. การข้อมเสื้อผ้าด้วยสิทธรมชาติ
3. การทำถนนลูกรังเป็นถนนลาดยาง
4. ใช้น้ำที่เคยบรรจุสิ่งของมาทำรีไซเคิลเป็นถุงขยะ

เฉลยแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

1. 2	14. 2
2. 1	15. 2
3. 1	16. 4
4. 2	17. 1
5. 1	18. 2
6. 2	19. 2
7. 3	20. 3
8. 3	21. 4
9. 1	22. 1
10. 3	23. 3
11. 2	24. 1
12. 3	25. 4
13. 1	

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน
 2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
 3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว แล้วให้ระบายวงกลมในช่องตัวเลือกที่ต้องการให้เต็มวง
ตัวอย่าง การตอบข้อ 00) ตัวเลือก 1
00) ① ② ③ ④
 4. เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย X ทับคำตอบเดิม แล้วเลือกคำตอบใหม่
ตัวอย่าง การเปลี่ยนตัวเลือก 1 เป็น 4
00) ① ③ ③ ④
5. เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จแล้ว ให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบคืนแก่กรรมการคุมห้องสอบ

1. ปัจจัยกายภาพใดเป็นปัจจัยจำกัดในการใช้ชีวิตของสิ่งมีชีวิตในทะเลทราย (ความรู้ความจำ)
 1. อุณหภูมิ
 2. ความเค็ม
 3. ปริมาณเมฆ
 4. สภาพความเป็นกรด - ด่าง
2. “ฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน อากาศเย็นและแห้ง ในเขตละติจูดตั้งแต่ 45-67 องศาเหนือ พืชเด่นที่พบ ได้แก่ ไพน์ เฟอ สพรูซ เฮมล็อค” เป็นลักษณะของไบโอมใด (ความรู้ความจำ)
 1. ไบโอมป่าสน
 2. ไบโอมสะวันนา
 3. ไบโอมทะเลทราย
 4. ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น
3. ไบโอมใดพบว่าพืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นหญ้า และต้นไม้ขึ้นกระจ่ายเป็นหย่อม ๆ ในฤดูร้อนมักมีไฟป่าเกิดขึ้นอยู่เสมอ ๆ (ความรู้ความจำ)
 1. ไบโอมป่าสน
 2. ไบโอมสะวันนา
 3. ไบโอมทะเลทราย
 4. ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น
4. เซคคิติดิสก์ (Secchi-disc) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดค่าอะไร (ความรู้ความจำ)
 1. ความเค็มของน้ำ
 2. ความเป็นกรด - เบสของดิน
 3. ความหนาแน่นของเรื้อนยอด
 4. วัดการส่องผ่านของแสงสู่ น้ำ
5. ระบบนิเวศในท้องถิ่นแบบใดที่สัตว์ในดินน่าจะไม่มีปัญหาด้านการขาดแคลนปริมาณออกซิเจน (ความเข้าใจ)
 - ก. ไร่ข้าวโพด
 - ข. นาข้าว
 - ค. ป่าดิบชื้น
 - ง. ป่าชายเลน
 - จ. ป่าพรุ
 1. ก และ ข
 2. ก และ ค
 3. ก, ค และ ง
 4. ข, ง และ จ
6. “พื้นที่หรือบริเวณของโลกที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่” ข้อความข้างต้นนี้ หมายถึงอะไร (ความรู้ความจำ)
 1. ชีวนิเวศ (Biomes)
 2. ระบบนิเวศ (Ecosystem)
 3. กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community)
 4. โลกของสิ่งมีชีวิต (Biospheres)
7. ข้อใด หมายถึง “แหล่งน้ำจืด” (ความรู้ความจำ)
 1. ปริมาณเกลือเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 1
 2. แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย คือแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล
 3. ระบบนิเวศหาดหินเป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด
 4. พบปลาเลียหิน มีการว่ายน้ำตลอดเวลาบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง

8. ข้อใดเป็นการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้สามารถมีชีวิตรอดในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหล ยกเว้น ข้อใด (ความเข้าใจ)

1. มีรูปร่างเพรียว
2. สร้างเมือกออกมาเพื่อยึดเกาะ
3. อาจมีการว่ายน้ำบางชนิด
4. มีสารคิวิตินเคลือบเพื่อรักษาความชื้น

9. สามารถพบสาหร่ายซูแซนเทลลีบริเวณระบบนิเวศใด (ความรู้ความจำ)

1. หาดหิน
2. หาดทราย
3. แหล่งน้ำนิ่ง
4. แนวปะการัง

10. “ป่าที่พบอยู่ในพื้นที่สูงเหนือระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไป มักพบแถบเทือกเขาสูงทางภาคเหนือ” คือป่าประเภทใด (ความเข้าใจ)

1. ป่าดิบเขา
2. ป่าดิบชื้น
3. ป่าดิบแล้ง
4. ป่าเบญจพรรณ

11. ข้อใดต่อไปนี้เป็นพืชพรรณเด่นที่พบบริเวณป่าเบญจพรรณ (การนำไปใช้)

1. แสม โกงกาง ลำพู
2. หวาย หมากแดง หลุมพี
3. สัก มะค่า แดง ประดู่ ชิงชัน
4. ไม้วงศ์ก่อ นางพญาเสือโคร่ง อบเชย

12. การที่สัตว์เลือดอุ่นมีการผสมพันธุ์ในฤดูใบไม้ร่วง และออกลูกในฤดูใบไม้ผลิ เป็นอิทธิพลของปัจจัยใด (ความเข้าใจ)

1. น้ำ
2. แสงสว่าง
3. ฮอว์โมน
4. อุณหภูมิ

13. ปัจจัยทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับความชื้นคือข้อใด (ความเข้าใจ)

1. หึ่งห้อยออกหากินในเวลากลางคืน
2. ช้างกินดินโป่งเพื่อเพิ่มปริมาณแร่ธาตุ
3. นกทะเลสามารถอยู่รอดได้โดยกินพืชเมล็ดแห้งเป็นอาหาร
4. หมิ่ขี้วัวโลกมีขนยาวปกคลุม และมีชั้นไขมันใต้ผิวหนังหนา

14. รูปแบบความสัมพันธ์ในข้อใด ไม่เข้าพวก (ความเข้าใจ)

1. ผึ้งกับดอกไม้
2. ควายกับนกเอี้ยง
3. มดค้ำกับเพลี้ยอ่อน
4. กัลวี่กับม้านต้นไม้ใหญ่

15. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในข้อใดบ้างที่เหมือนกัน (ความเข้าใจ)

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. เหาบนศีรษะ | ง. แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ |
| ข. ราคำบนขนมปั้ง | จ. เหาจลำนกกับปลาจลำน |
| ค. กลัวยไม้บนต้นไม้ใหญ่ | |

- | | |
|------------|---------------|
| 1. ก และ ข | 3. ก, ข และ ค |
| 2. ค และ จ | 4. ก, ง และ จ |

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 16

- + แทนการได้ประโยชน์
- แทนการเสียประโยชน์
- 0 แทนไม่ได้ประโยชน์และไม่เสียประโยชน์

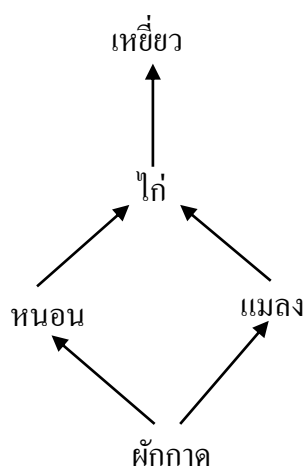
16. ภาวะ competition ตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

- | | |
|---------|---------|
| 1. +, 0 | 3. +, - |
| 2. 0, 0 | 4. -, - |

17. ในระบบนิเวศแห่งหนึ่ง มีสายโซ่ดังนี้ ต้นหญ้า → ตั๊กแตน → นก → เหยี่ยว หากพลังงานเริ่มต้นที่ 1,000 kcal พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับที่ 1 จะมีค่ากี่ kcal (การนำไปใช้)

- | | |
|-------|-----------|
| 1. 1 | 3. 100 |
| 2. 10 | 4. 10,000 |

จาก Diagram จงตอบคำถามข้อที่ 18



18. สิ่งมีชีวิตในข้อใดจัดเป็น Top consumer (การนำไปใช้)
1. ไก่
 2. แมลง
 3. หนอน
 4. เหี้ย
19. ข้อใดกล่าวถูกต้องตักแต่นเป็นอาหารเพียงชนิดเดียวที่กบชอบมาก (ความเข้าใจ)
1. ประชากรหอย้าเพิ่มขึ้นเพราะประชากรตักแต่นลดลง
 2. ประชากรคนอาจสูญพันธุ์ได้เพราะประชากรกบลดลง
 3. ประชากรแมลงมดลดลงเพราะถูกกบจับกินเป็นอาหาร
 4. ประชากรงูลดลงจนอาจทำให้สูญพันธุ์ได้เพราะประชากรกบลดลง
20. พืชชนิดใดที่มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อตารางเมตรต่อปี (ความรู้ความจำ)
1. พืชชนิดจำนวน
 2. พืชชนิดพลังงาน
 3. พืชชนิดมวลชีวภาพ
 4. พืชชนิดความหลากหลายทางชีวภาพ
21. การหมุนเวียนของวัฏจักรคาร์บอนมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตใดมากที่สุด (ความเข้าใจ)
1. ยีสต์
 2. สาหร่าย
 3. ราเมือก
 4. แบคทีเรีย
22. วัฏจักรที่มีการหมุนเวียนไปพร้อม ๆ กับการหมุนเวียนของพลังงาน คือวัฏจักรใด (ความเข้าใจ)
1. วัฏจักรของน้ำ
 2. วัฏจักรแคลเซียม
 3. วัฏจักรคาร์บอน
 4. วัฏจักรไนโตรเจน
23. การเปลี่ยนแปลงปฐมภูมิ (Primary succession) คืออะไร (ความรู้ความจำ)
1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่เริ่มจากมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกเข้าไปเจริญอยู่ในพื้นที่
 2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่เริ่มจากมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่สองเข้าไปเจริญอยู่ในพื้นที่
 3. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มในบริเวณซึ่งเคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน แต่ถูกทำลายไปเกิด
 4. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มจากพื้นที่ว่างเปล่าไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อนตามลำดับขั้น
24. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในน้ำดื่มฟางคือปัจจัยใด (ความรู้ความจำ)
1. pH
 2. แสง
 3. อากาศ
 4. อุณหภูมิ

25. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดท้าย (Climax community) (ความรู้ความจำ)
1. มีการถ่ายทอดพลังงานอย่างซับซ้อน
 2. พลังงานที่ได้รับเท่ากับพลังงานที่สูญเสียไป
 3. พลังงานที่ถูกใช้ไปมากกว่าพลังงานที่เข้าสู่ระบบ
 4. พบสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม
26. อาชีพเกษตรกรรมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร (ความเข้าใจ)
1. ป่าไม้ถูกทำลายมากขึ้น
 2. เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
 3. มีพืชมากกว่าสัตว์ทำให้เสียสมดุล
 4. ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมากเกินไป
27. “แสง ดิน ลม สัตว์ น้ำ” จากข้อมูลข้างต้น มีทรัพยากรธรรมชาติกี่ประเภท เมื่อแบ่งประเภทตามลักษณะการนำมาใช้ประโยชน์ (การนำไปใช้)
- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 1 ประเภท | 3. 3 ประเภท |
| 2. 2 ประเภท | 4. 4 ประเภท |
28. จุดประสงค์สำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ คือข้อใด (การนำไปใช้)
1. ให้ทุกคนรักธรรมชาติ
 2. ให้สะสมทรัพยากรธรรมชาติ
 3. ให้มีทรัพยากรธรรมชาติไว้ให้คนรุ่นหลัง
 4. ใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
29. การลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศส่งผลอย่างไรบ้าง (ความเข้าใจ)
1. เกิดการตัดไม้ทำลายป่าเพิ่มมากขึ้น
 2. ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี สังกะระเห่แสงได้ดี
 3. รังสี UVA และ UVB ส่องผ่านมายังโลกมากขึ้น
 4. มีสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) เพิ่มมากขึ้น
30. การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกมีผลต่อโลกในเรื่องใดมากที่สุด (การนำไปใช้)
- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. อุณหภูมิของผิวโลกสูงขึ้น | 3. แสงสว่างส่องมายังโลกน้อยลง |
| 2. อุณหภูมิของผิวโลกต่ำลง | 4. แสงสว่างส่องมายังโลกเพิ่มขึ้น |

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

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