ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

นางสุกัลยา เวชสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช
พ.ศ. 2559

The Effects of Inquiry Learning Management Together with Graphic Organizer and Scientific Explanation in the Topic of Substances in Daily Life on Science Learning Achievement and Critical Thinking Ability of Prathom Suksa VI Students at Middle Sized Elementary Schools in Palian District of Trang Province

Mrs. Sukanya Wetchasit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2016

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

ชื่อและนามสกุล นางสุกัลยา เวชสิทธิ์

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์

2. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรมจุ้ย)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

ผู้วิจัย นางสุกัลยา เวชสิทธิ์ **รหัสนักศึกษา** 2572000434 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มจากโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 2 โรงเรียน จำนวน 40 คน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1)แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และ(4) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผังกราฟิก การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประถมศึกษา

Thesis title: The Effects of Inquiry Learning Management Together with Graphic Organizer and Scientific Explanation in the Topic of Substances in Daily Life on Science Learning Achievement and Critical Thinking Ability of Prathom Suksa VI Students at Middle Sized Elementary Schools in Palian District of Trang Province
Researcher: Mrs. Sukanya Wetchasit; **ID:** 2572000434;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Suchin Visavateeranon, Associate Professor;
(2) Dr. Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2016

Abstract

The purposes of this research were (1) to compare science learning achievement on the topic of Substances in Daily Life of Prathom Suksa VI students who learned from inquiry learning management together with graphic organizer and scientific explanation with that of students who learned from conventional learning management; (2) to compare critical thinking abilities of Prathom Suksa VI students before and after learning from inquiry learning management together with graphic organizer and scientific explanation; (3) to compare critical thinking ability of Prathom Suksa VI students who learned from inquiry learning management together with graphic organizer and scientific explanation with that of students who learned from conventional learning management.

The research sample consisted of 40 Prathom Suksa VI students in two classes of 20 students each at two middle sized elementary schools in Palian district of Trang province in the 2016 academic year, obtained by cluster random sampling. Then one class was randomly assigned as the experimental group to learn from inquiry learning management together with graphic organizer and scientific explanation; while the other class, the control group to learn from conventional learning management. The employed research instruments were (1) the inquiry learning management plans using graphic organizer together with scientific explanation; (2) a science learning achievement test on the topic of Substances in Daily Life; and (3) a test of critical thinking ability. Statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

Research finding showed that (1) the post-learning scores of science learning achievement on the topic of Substances in Daily Life of the experimental group were higher than the counterpart scores of the control group at the .05 level of statistical significance; (2) the post-learning scores of critical thinking ability of the experimental group were higher than their pre-learning counterpart scores at the .05 level of statistical significance; and (3) the post-learning scores of critical thinking ability of the experimental group were higher than the counterpart scores of the control group at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Inquiry learning management, Graphic organizer, Scientific explanation, Critical thinking ability, Learning achievement, Prathom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และรองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่อง อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุพรชัย ชัยฤกษ์ นางพัทธกานต์ หนูนารถ และนางธนัชชา ศรีสวัสดิ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและได้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสามแยกและโรงเรียนบ้านทุ่งมะขามป้อม อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ที่กรุณาช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทดลองเครื่องมือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนตรังรังสฤษดิ์ จังหวัดตรัง ที่กรุณาช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ จะช่วยเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนที่สนใจนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพและมีทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

สุกัลยา เวชสิทธิ์

สิงหาคม 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 5
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
สมมติฐานการวิจัย 7
ขอบเขตของการวิจัย 7
นิยามศัพท์เฉพาะ 8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 10
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก 33
การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 46
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 51
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 64
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 75
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 85
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 87
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 87
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 88
การเก็บรวบรวมข้อมูล 106
การวิเคราะห์ข้อมูล 106
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 107

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 111

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 112

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 113

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 113

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 121

สรุปการวิจัย 121

อภิปรายผล 124

ข้อเสนอแนะ 131

บรรณานุกรม 133

ภาคผนวก 140

ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจความเหมาะสมของเครื่องมือในการวิจัย 141

ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 144

ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 154

ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ 174

ประวัติผู้วิจัย 180

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E 23
ตารางที่ 2.2 บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E 26
ตารางที่ 2.3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E 28
ตารางที่ 2.4 กระบวนการและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาของบลูม แบบดั้งเดิมและแบบปรับปรุงใหม่ 54
ตารางที่ 2.5 มิติด้านความรู้และกระบวนการของความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง 56
ตารางที่ 3.1 โครงการสอน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน 89
ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนและรูปแบบของกิจกรรมในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 90
ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนและรูปแบบของกิจกรรมในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 94
ตารางที่ 3.4 ผังการสร้างแบบทดสอบ 95
ตารางที่ 3.5 กรอบการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน 102
ตารางที่ 3.6 ผังการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 104
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 112
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยก่อนเรียน-หลังเรียนของความสามารถในการคิดวิเคราะห์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 113
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 114
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่กับกลุ่มควบคุม 116

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 117
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 118
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 119
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 120

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ 16
ภาพที่ 2.2 กิจกรรมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 20
ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น 22
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างผังความคิด 38
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ 39
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างผังต้นไม้ 40
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผังใยแมงมุม 41
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างผังลำดับ 42
ภาพที่ 2.9 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 50
ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 101
ภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 105

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทสำคัญยิ่งในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552, น.1) ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือการมีองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นสำหรับทุกคน โดยเฉพาะเยาวชนที่เป็นกำลังสำคัญของชาติที่จะช่วยพัฒนาชาติบ้านเมืองให้มีความเจริญรุ่งเรืองทัดเทียมกับนานาประเทศได้ ประกอบกับการก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 โดยเป้าหมายของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 1) ต้องการสร้างคนให้มีความรู้ในเนื้อหาสาระ ซึ่งประกอบด้วยสาระวิชาหลักและความรู้เชิงบูรณาการ (3R8C) 2) สร้างคนให้มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม มีทักษะชีวิตและการทำงาน มีทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี และ 3) สร้างคนให้มีคุณลักษณะด้านการทำงาน ด้านการเรียนรู้และด้านศีลธรรม (วิจารณ์ พานิช, 2555) จึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

แต่ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าเรื่องสำคัญในแวดวงการศึกษาของไทยคือการปฏิรูปการศึกษา ตั้งแต่ในระดับนโยบายจนถึงการจัดกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพราะการศึกษาของไทยยังไม่สามารถแก้ปัญหาของประเทศได้ ก่อให้เกิดความล้มเหลวในการเตรียมผู้เรียนให้อยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ ผู้เรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนกับโลกความจริง ทำให้นักเรียนไม่เห็นประโยชน์ในสิ่งที่เรียน ขาดทักษะในการตีความ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) เพื่อประเมินว่าผู้เรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับได้รับความรู้และทักษะสำคัญหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคม

ปัจจุบันมากน้อยเพียงใด การประเมินผล PISA เน้นให้ความสำคัญกับการอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหา PISA ไม่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาตอบข้อสอบ หากต้องการรู้ว่านักเรียนสามารถขยายความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนและสามารถใช้ความรู้นั้นๆ ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยชินทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียนได้มากน้อยเพียงใด (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) โดยผลการทดสอบ PISA ในปี 2015 ที่ผ่านมาซึ่งเน้นที่วิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าผลคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (คะแนนเฉลี่ย OECD ของวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 493 คะแนน) มากกว่าหนึ่งระดับ และคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมต่ำลง จาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 คะแนนวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (23 คะแนน) และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA 2006 ที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test : O-NET) ซึ่งเป็นการจัดทดสอบความรู้และความคิดของนักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เมื่อพิจารณาผลการทดสอบระดับชาติ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของปีการศึกษา 2556 ถึง 2558 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37.40 42.13 และ 42.59 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 จากผลการประเมินทั้งในระดับนานาชาติและระดับประเทศ พบว่า ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และศักยภาพในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เนื่องจากแบบทดสอบของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA และการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test : O-NET) เป็นข้อสอบที่วัดทักษะความคิดระดับสูง คือตั้งแต่ระดับการคิดวิเคราะห์ขึ้นไป ดังนั้น การจัดการศึกษาจึงจำเป็นที่จะต้องเน้นทักษะทางด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาให้เกิดแก่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของผู้เรียนในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนว่า ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณญาณ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวัน

การสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือนักการศึกษา

บางท่านเรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนรู้อย่างมีอิสระหรือมีประสบการณ์ตรง มีการทดลองและสรุปผลการทดลอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1)ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้(Elaboration) และ5)ขั้นประเมิน(Evaluation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 219) จะเห็นได้ว่า มีการนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้สอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาอย่างกว้างขวาง แต่จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเฉพาะในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคิดวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากข้อมูลการสำรวจ ทดลองและค้นหาได้ ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ไม่สมบูรณ์ชัดเจน และในขั้นประเมินของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ปรากฏว่า ผู้สอนยังไม่สามารถประเมินองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากกระบวนการจัดการเรียนรู้เนื่องจากผู้เรียนก็ไม่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้น หากมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายและข้อสรุปได้อย่างครอบคลุมเหมาะสม ย่อมจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งเป็นการสร้างความหมายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการระบุคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลมาสนับสนุนเพื่ออธิบายการเกิดของปรากฏการณ์นั้น โดยการอธิบายผลการทดลองหรือการสืบเสาะหาข้อมูลร่วมกันระหว่างสมาชิกเพื่อหาข้อสรุปในสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งที่ทดลองหรือข้อมูลนั้น (McNeil and Krajcik, 2011) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานที่สำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์(Primo et al., 2008) เป็นผู้ที่มีทักษะในการสื่อสารได้อย่างน่าเชื่อถือ สามารถใช้หลักฐานจากการพิสูจน์เชิงประจักษ์และให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้และยังเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ไปตามหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ระบุถึงความสำคัญของการลงข้อสรุปและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระที่ 8 “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ดังนี้ “(ผู้เรียน)ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ใน

ช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน" (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 5)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง สำรวจหรือค้นหามาตอบประเด็นคำถามต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การใช้เหตุผล มาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การดำเนินการดังกล่าวต้องใช้ความคิดที่ค่อนข้างซับซ้อน การนำเสนอความคิดรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงของความคิดย่อยๆเข้าเป็นความคิดสรุปในภาพรวมได้ดี คือ ผังกราฟิก ซึ่งมีฐานคิดมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (Ausubel) ที่มีความเชื่อว่า การเรียนรู้จะมีความหมาย เมื่อสิ่งที่เรียนรู้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียนและสร้างความหมายความเข้าใจในเนื้อหาสาระหรือข้อมูลที่เรียนรู้จนสามารถจัดระเบียบข้อมูลที่เรียนรู้ด้วยผังกราฟิกซึ่งทำให้ง่ายต่อความเข้าใจเนื้อหาสาระนั้นได้เร็วขึ้น และจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับรู้มานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นรูปแบบการนำเสนอที่ส่งเสริมทักษะการคิดได้ดี เพราะการสร้างผังกราฟิกจะต้องใช้กระบวนการทางสติปัญญาหรือกระบวนการคิดเป็นหลักร่วมกับกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ จากผลการวิจัย พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกและการเขียนผังมโนมติมีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน (สมจิตร ผอมเซ่ง, 2557 ประถมพร โคตา, 2554)

จากความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน สภาพปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตลอดจนคุณลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้ผังกราฟิก และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อเป็นการปูพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จะก้าวสู่การทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

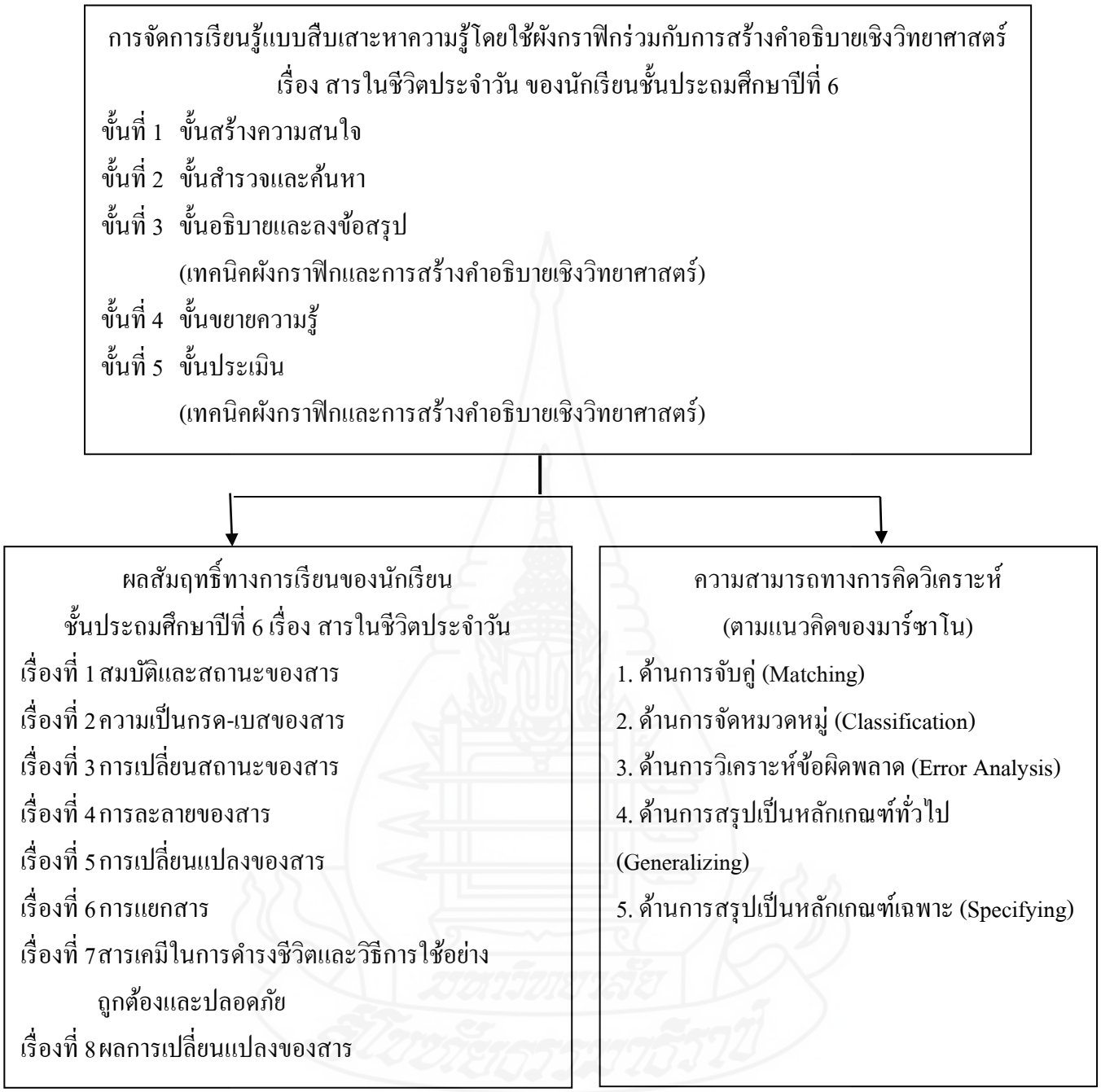
2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิก
ร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.3 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

4.2 ขอบเขตด้านประชากร

4.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาค 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง 15 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 265 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาค 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยสุ่มโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง

ในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำเทคนิคผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้จัดการเรียนการสอนร่วมในขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปสอดแทรกเทคนิคผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินสอดแทรกเทคนิคผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 ผังกราฟิก หมายถึง รูปแบบของการสื่อสารที่นำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิด แล้วนำเสนอเป็นผังเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ได้แก่ ผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังต้นไม้ ผังใยแมงมุมและผังลำดับขั้นตอน

5.3 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างความหมายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการระบุคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลมาสนับสนุนเพื่ออธิบายการเกิดของปรากฏการณ์นั้น โดยการอธิบายผลการทดลอง/การสืบเสาะหาข้อมูลร่วมกันระหว่างสมาชิกเพื่อหาข้อสรุปในสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งที่ทดลองหรือข้อมูลนั้น ๆ

5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.5 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผล การคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย การคิดพิจาณาข้อมูลอย่างถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผล ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) การจับคู่ 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป และ 5) การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ครูผู้สอนได้รูปแบบการสอนที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรูวิทยาศาสตร์ สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

6.2 นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

6.3 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

6.4 ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการใช้ผังกราฟิก เพื่อการสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อไป

6.5 ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายผลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสรุปเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎี และแนวคิด จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และได้นำผลการศึกษามาสรุปและนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก
3. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
6. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้ ” ส่วนในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้น การวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ให้คำจำกัดความ

กรมวิชาการ (2544) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่างๆ ต้องเน้นให้

ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่างๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

การสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman, 1962, อ้างถึงใน พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์, 2547, น. 27) สอดคล้องกับซันด์และโทรวบริดจ์ (Sund, R.B and Throwbridge, 1967, น. 37) ที่กล่าวว่า เป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอนและวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการรวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Tisher and others 1972, น.139) และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2000) โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่างๆ ในโลก และวิธีการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting Corporation, 2004; อำนาจ เจริญศิลป์, 2537, น. 17)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 123; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 48; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 37) นอกจากนี้ ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545, น. 135-138) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมท้าทายความคิด โดยวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

(inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2542)

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ได้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยที่ครูเป็นผู้กำกับควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ให้กำลังใจ กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

1. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา ชื่อ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) เป็นผู้เสนอการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจเรียนและช่วยลดความน่าเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน และในขณะที่กำลังพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study [SCIS]) ที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เบิร์คเลย์(University of California, Berkeley) จุดเริ่มต้นของวัฏจักรการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาเพียเจต์ (Piaget) และผลงานของออซูเบล (Ausubel) และแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรคนิยม (Contructivism) ที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ (Trowbridge and Bybee 1996, p. 204) ดั้งเดิมวัฏจักรการเรียนรู้ มี 3 ขั้น คือ การสำรวจ การประดิษฐ์ และการค้นพบ ภายหลังขั้นเหล่านี้ เรียกชื่อใหม่เป็น การสำรวจ การแนะนำมโนทัศน์ และการนำมโนทัศน์ไปใช้ ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษานำวิธีนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นักการศึกษาของสหรัฐอเมริกาจากกลุ่ม

BSCS(Biological Science Curriculum Study) โดยมี โรเจอร์ ไบบี (Roger Bybee) เป็นผู้นำ ได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือ การสร้าง การมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การขยายและสร้างความกระจ่าง และการประเมิน ซึ่งเรียกชื่อใหม่เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 5E นอกจากนี้ ได้มีนักการศึกษาอื่น ๆ ขยายวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็น 7E (Goldston et al. 2009)

การเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 10) ได้กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ เช่น แบบ 3 ขั้นตอน แบบ 4 ขั้นตอน และแบบ 5 ขั้นตอน ได้มีนักการศึกษานำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นอีกมากมาย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกัน แสวงหา ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สถานการณ์จำลองที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะสังคม ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษา ได้นำวิธีการนี้มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอีกมากมาย เช่นรายละเอียดต่อไปนี้

โคเฮนและโฮลา (Cohen and Horah, 1989, pp. 114 - 120) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ การสำรวจ การแสดงออก การให้นิยามหรือชื่อ การนำไปใช้ ดังนี้

1. การสำรวจ เป็นการให้นักเรียนมีประสบการณ์ เพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่หรือกระบวนการโดยการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่สำคัญ ครูอาจเริ่มต้นบทเรียนโดยการสาธิตอย่างสั้นๆ ให้ดูภาพยนตร์ วีดีทัศน์ การอ่าน และการบรรยาย เพื่อจูงใจให้นักเรียนสนใจและที่สำคัญคือ ต้องการให้ได้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์ที่สำคัญหรือกระบวนการ ก่อนที่จะให้พยายามบอกชื่อหรือให้นิยามของมโนทัศน์หรือกระบวนการโดยปากเปล่าหรือโดยการเขียน การสำรวจแบ่งออกเป็น 3 แบบ แต่ละแบบเป็นการจัดให้นักเรียนได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์หรือกระบวนการ ดังนี้

1.1 การสำรวจแบบปลายเปิด (Open - Ended) โดยปกติแล้วครูผู้สอนจะจัดสื่ออุปกรณ์ให้นักเรียนชุดหนึ่ง ให้นักเรียนได้จัดกระทำกับสิ่งนั้น ในกรณีนี้ครูผู้สอนต้องทราบว่า ไม่ว่านักเรียนจะจัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์อย่างไร นักเรียนจะต้องได้มโนทัศน์ ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.2 การสำรวจแบบแนะแนวทาง (Directed) ครูผู้สอนจัดสื่ออุปกรณ์หรือชุดกิจกรรมให้นักเรียนพร้อมกับแนะแนวทางการทำกิจกรรมหรือจัดกระทำกับสื่อให้นักเรียน เพื่อให้แน่ใจว่า เมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์ทำกิจกรรมแล้ว ทำให้ได้มโนทัศน์หรือกระบวนการซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.3 การสำรวจแบบสังเกต (Observational) ในกรณีนี้ ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพียงสังเกตเหตุการณ์หรือกระบวนการ ตัวอย่างเช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นักเรียนมีประสบการณ์โดยการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของสิ่งมีชีวิต

2. การแสดงออก เป็นการให้โอกาสนักเรียนที่จะแสดงออกถึงความเข้าใจได้มีประสบการณ์จากขั้นการสำรวจ ขั้นการแสดงออกนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

2.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนเริ่มคิดถึงสิ่งที่สำคัญที่ได้จากการมีประสบการณ์ในขั้นตอนแรกและเริ่มที่จะนำมาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิดให้ได้เป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการที่จะนำเสนอ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูได้ทราบถึงความเข้าใจและความพร้อมของนักเรียนสำหรับขั้นการให้นิยามหรือชื่อ มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมองและการพัฒนาเกี่ยวกับประสาทสมองเสนอแนะว่า โอกาสในการใช้พฤติกรรมการแสดงออกหลาย ๆ แบบเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้และมีการพัฒนาเกิดขึ้น

3. การให้นิยามหรือชื่อ เป็นการให้คำนิยาม หรือให้ชื่อ โดยครูเป็นผู้ให้หรืออาศัยแหล่งวิทยาการอื่น เช่น จากตำรา ภาพยนตร์ วิทยากร จากประสบการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการที่มีมาก่อนในขั้นการสำรวจ โดยปกติแล้วจะต้องมีการให้ตัวอย่างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการเพิ่มเติมในตอนนี้ เพื่อให้มีความหมายมากขึ้นต่อประสบการณ์และการแสดงออกที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้ อาจมีการตั้งคำถามใหม่ เพื่อให้มีการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรอื่นต่อไป

4. การนำไปใช้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจมโนทัศน์หรือกระบวนการได้ดีขึ้น โดยการนำเอามโนทัศน์หรือกระบวนการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ การนำไปใช้ซ้ำ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้นิยามหรือชื่อในบริบทที่เหมาะสมและเป็นการช่วยให้จดจำมโนทัศน์หรือกระบวนการนั้นได้นาน กิจกรรมขั้นการนำไปใช้สามารถใช้เป็นประสบการณ์ขั้นการสำรวจมโนทัศน์หรือกระบวนการใหม่ที่เกี่ยวข้องและการจัดกิจกรรมขั้นการนำไปใช้ อาจมีมากกว่า 1 ครั้ง ก่อนที่จะเรียนรู้แบบวัฏจักรอันใหม่

ต่อมาในปี ค.ศ.1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS : Biological Science Curriculum Study (2006) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้น คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้และเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะต้องดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และการนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุปและขยายผล (Elaboration) ในขั้นตอนนี้ จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ หรือนำข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว ด้วยการประเมินผลตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

คารินและซันด์ (Carin and Sund, 1975) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหานั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การกระตุ้น อภิปราย ซักถาม เล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant events) สถานการณ์นั้นหรือปัญหานั้น ควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

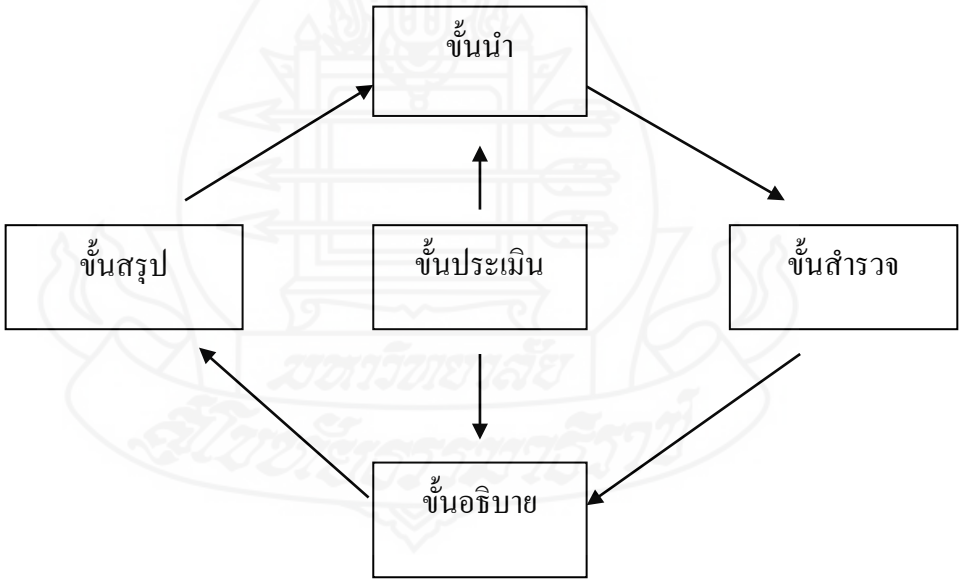
2. การตั้งสมมติฐาน จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลอง และบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

ลอร์สบาค (Lorsbach, 2002, น. 1-2) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นวิธีการวางแผนในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และยึดหลักทฤษฎีประยุกต์ที่เกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยลำพัง วิธีการที่ง่ายต่อการเรียนและมีประโยชน์ในการสร้างโอกาสในการเรียนวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 5 ส่วนรวมกัน ตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 2.1 สามารถอธิบายองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ ในขั้นนี้ครูผู้สอนต้องการสร้างความสนใจและก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่เรียน เช่น สร้างคำถามที่ต้องการค้นหาความจริงจากความรู้เดิมของนักเรียน พร้อมกับเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนได้ชี้แนะถึงความเข้าใจผิดบางประการต่อความรู้เดิมนั้น ในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนควรถามคำถามนักเรียน กิจกรรมที่นำเข้าสู่บทเรียนจะต้องให้สถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนฉงนสงสัยและเกี่ยวข้องกับเรื่องราวที่นักเรียนจะเรียน

2. ขั้นสำรวจ ในขั้นนี้นักเรียนควรได้รับโอกาสในการทำงานร่วมกัน โดยไม่ได้รับการสอนโดยตรงจากครู ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือนักเรียนในการวางกรอบคำถามด้วยการถามคำถามและการสังเกต ขั้นนี้ทำให้นักเรียนขาดสมดุลทางความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน และหรือสร้างรูปแบบใหม่ พยายามให้ทางเลือกและถกเถียง (discuss) กับนักเรียน บันทึกสิ่งที่สังเกตได้และความคิด (ideas) และลงความคิดเห็นของข้อมูลที่ได้มา

3. ขั้นอธิบาย ครูควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิดรวบยอดโดยใช้คำพูดของนักเรียนเอง ครูควรถามเพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนควรฟังคำอธิบายของผู้อื่นและของครูผู้สอนอย่างคิดวิเคราะห์ นักเรียนควรใช้การสังเกตและการบันทึกในการอธิบายในขั้นนี้ ครูควรเตรียมนิยามและคำอธิบายจากประสบการณ์และจากขั้นสำรวจของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

4. ขั้นสรุป ในขั้นนี้ นักเรียนควรประยุกต์ความคิดรวบยอด และทักษะไปใช้ในสถานการณ์อื่น (แต่คล้ายกับสถานการณ์เดิม) และใช้นิยามศัพท์และคำอธิบายอย่างเป็นทางการ ครูจะเตือนให้นักเรียนระลึกถึงคำอธิบายต่างๆ และพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่ปรากฏ พร้อมกับนำเอาคำอธิบายต่างๆ เหล่านั้นไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ สำหรับกลวิธีการสำรวจมีการประยุกต์อย่างเหมาะสม เนื่องจากนักเรียนจะมีข้อมูลล่วงหน้าในการถามคำถาม เสนอวิธีการแก้ปัญหา ตัดสินใจ ทดลอง และบันทึกการสังเกต

5. ขั้นประเมิน การประเมินผลจากประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียน ครูควรสังเกตความรู้และหรือทักษะการประยุกต์ความคิดรวบยอดและการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของนักเรียน นักเรียนควรประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูควรถามคำถามที่อาจจะกระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้ในอนาคต

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 10 -11) ได้นำวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum

Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนและเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนไทย มีขั้นตอน 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษา และเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนทัศน์

3. ขั้นอธิบาย/ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอมโนทัศน์หรือความรู้ที่ค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรืออาจขยายมโนทัศน์นั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ที่ลึกซึ้งหรือมโนทัศน์อื่นๆที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition Phase) เป็นขั้นที่ดัดแปลงจากรูปแบบเดิม คือ ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมนี้ ได้ระบุดัชนีบ่งชี้ผลการเรียนรู้ หรือหลักฐานการเรียนรู้ไว้ในทุกขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือ การวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา จึงเปลี่ยนขั้นที่ 5 เป็นขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนนำผลการประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบความรู้จากขั้นที่ 4 มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 37) เสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

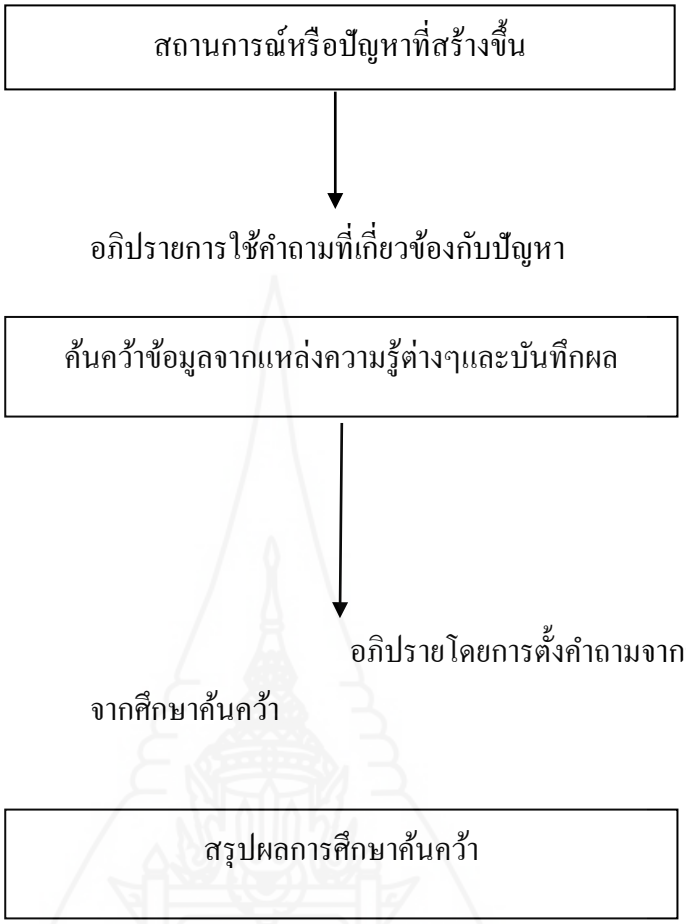
1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหานั้น สถานการณ์ควรเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและโยงไปสู่การออกแบบการค้นคว้าได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาและควรเป็นคำถามที่นักเรียนนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการค้นคว้า การกำหนดเครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล

4. นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งค้นคว้าที่กำหนด ทำการบันทึกผลและจัดหมวดหมู่ข้อมูลความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการศึกษาค้นคว้า การใช้คำถามต้องอาศัยข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่คำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่เรียนต่อไป ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กิจกรรมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สาขาชีววิทยา สสวท. (2546, น. 219-220) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ที่นำเสนอโดยนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้

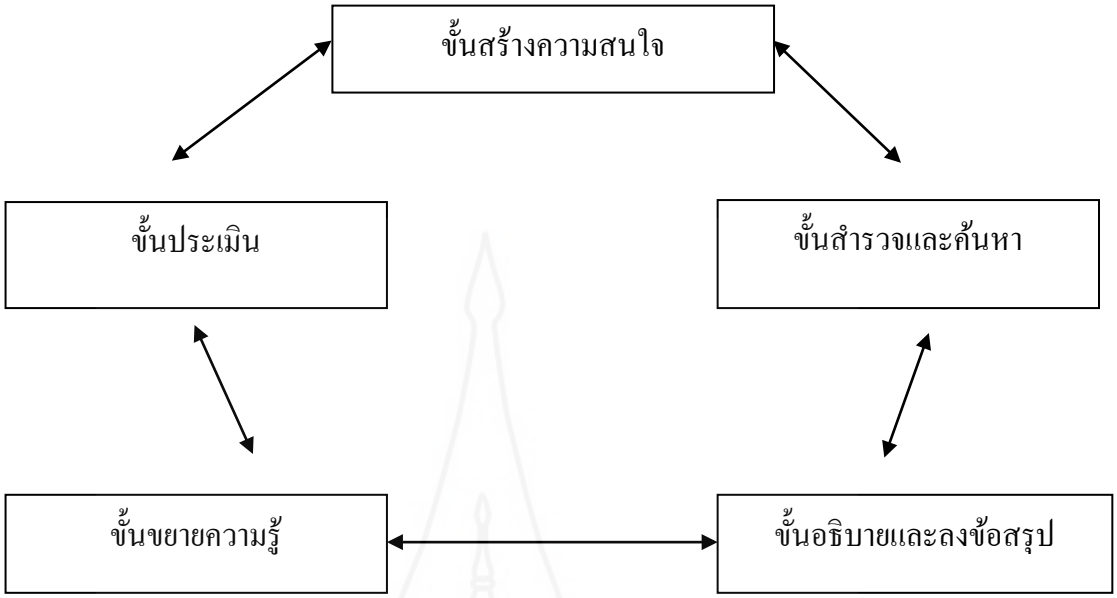
นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไร ดังนั้น ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบการสอนนี้ เป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครู

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ตามแนวคิดของ BSCS ซึ่งประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยการสร้างความสนใจ/ให้เผชิญปัญหา การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล

1.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเองในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับนักเรียนไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มี

โอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (National Research Council, 2000)

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จได้ นอกจากประเด็นดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในแต่ละขั้นตอน ครูต้องแสดงบทบาทของตนเอง โทรว์บริดจ์และไบบี (Trowbridge and Bybee, 1996, น. 215 – 217) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	- อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัย - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
3. การอธิบาย (Explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ	- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือไม่มีเหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงความคิด หรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ
4. การขยายความรู้ (EIaborate)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำผลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	- ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
5. การประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ -ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ครูจะต้องมีการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อสร้างความสนใจในบทเรียน ในการจัดกิจกรรมต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิด และมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ และกิจกรรมที่จะปฏิบัติ ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักป้อนคำถาม จะต้องป้อนคำถามเก่ง เลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ไม่ควรบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง จะต้องรู้ว่าจะถามอย่างไร นักเรียนจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไร นักเรียนจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลานักเรียนถามก็อย่าบอกคำตอบทันที เพราะการทำเช่นนั้น จะทำให้นักเรียนไม่ใช้ความคิด นาน ๆ ครั้ง ครูจึงตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง การสอนแบบนี้ครูจะต้องเป็นนักถามไม่ใช่นักตอบ เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้ว ก็ให้แต่ละคน

หรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป ถ้านักเรียนยังนึกวิธีการไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้ ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มค้นคว้านั้น เป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน คอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา และไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายซักถาม เพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป นอกจากนี้ ครูจะต้องพยายามหาวิธีในการจัดการเรียนรู้หลายๆวิธีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ด้วย จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, น. 38)

บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้

โทรว์บริดจ์และไบบี (Trowbridge and Bybee, 1996, น.215 – 217) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในโมเดลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บทบาทนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 E	ไม่สอดคล้องกับ 5 E
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	- ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ	- ถามหาคำตอบที่ถูก - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูก - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการคาดคะเนและสมมุติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
3. การอธิบาย (Explain)	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกและสังเกตในการอธิบาย	- อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	- นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจ	- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้
5. การประเมินผล (Evaluate)	- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง - ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป	- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำจำกัดความ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความเข้าใจด้วยคำพูดของตนเอง

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน แสดงความรู้ ความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล พูด ซักถาม หรือโต้เถียงในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล (สสวท, 2546, น. 7)

เซสซี (Szesze, M.J., 2001) ได้เสนอบทบาทของครูและนักเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนและลักษณะของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 บทบาทครูและนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Engage) ครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้อยากเห็น ขัดแย้งหรือเกิดปัญหา และทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัวของนักเรียนเอง	1. เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม 2. แปลกใหม่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน 3. ยั่วยุ ท้าทาย น่าสนใจใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวนักเรียนเอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งเร้าในการตอบคำถาม 5. ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความกระจ่างในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน 5. แสดงความสนใจ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. สำรวจและค้นหา (Explore) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใคร่รู้	1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2. นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ 3. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย 4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ 5. นักเรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 6. นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ 7. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2. ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน 4. ให้เวลานักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา 5. สังเกตการทำงานของนักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน 7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา 8. อำนวยความสะดวก	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3, พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย 4. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ 5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนถูกต้อง 6. บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ 7. กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการสำรวจ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์อธิบายความรู้ หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน	1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากสำรวจตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะ 1.1. วิเคราะห์แปลผล 1.2 สรุปผล 1.3 อภิปราย 2. นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปวาด ตาราง แผนผัง 3. มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน 4. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนอธิบายโดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน 3. ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผล หลักการหรือหลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผลหลักการ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
4. ขยายความรู้ (Elaborate) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระจ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 2. ให้นักเรียนได้อธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ กระจ่างหรือลึกซึ้ง	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียดชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็ม หรือขยายแนวความคิด และทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	3. ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า หรือทดลองเพิ่มขึ้น 4. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ	2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ 3. ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็ม หรือขยายกรอบความรู้ความคิดเห็นเพิ่มเติม	3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. ประเมินผล (Evaluate) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจารณ์ หรืออภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันในเชิงเปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุงเพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้	มีการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้โดย 1. วิเคราะห์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน 2. วิจารณ์หรืออภิปรายเพื่อประเมิน ปรับปรุง 3. เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและผลงานด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกตหลักฐานและคำอธิบายเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์และอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง

สรุปได้ว่า บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ครูจะต้องสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง

สถานการณ์นั้นเป็นปัญหาสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนและครูเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถาม จุดมุ่งหมายปลายทาง คือ นักเรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็น พูดแสดงความคิดเห็น อภิปราย ในเรื่องที่เรียน สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยที่ครูต้องใช้เทคนิคการใช้คำถามอย่างรัดกุมและเหมาะสมที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นสามารถทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการสำรวจตรวจสอบและค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทนและมีระเบียบแบบแผน เข้าใจและจดจำสิ่งนั้นได้ดี แต่ทั้งนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนักการศึกษาได้เสนอข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 156–157) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาการคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือสามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้สถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ อาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และผู้เรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่ผู้เรียนอาจไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จอยซ์และวิว (Joyce & Weil, 1986, p. 67) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดี ดังนี้

1. เป็นวิธีที่ยั่วยุให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. เป็นวิธีการสอนที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าให้แก่ผู้เรียน

3. เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ฝึกให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่มตามระบบประชาธิปไตย

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและได้ผลดีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการคิด ลงมือทดลอง และสรุปผลการทดลองหรือกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ เข้าใจ จนจำสิ่งที่เรียนรู้ได้คงทนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของบทบาทหน้าที่ของครูที่บางครั้งจัดสถานการณ์ที่ผู้เรียนไม่เกิดความสนใจหรือสงสัยที่จะเรียนรู้ คอยควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนและการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้บ่อย ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย อีกทั้งผู้เรียนแต่ละคนมีระดับสติปัญญาและความสามารถต่างกัน ดังนั้น ครูซึ่งเป็นผู้ออกแบบวางแผนการจัดการเรียนรู้ควรศึกษาและเข้าใจในรูปแบบวิธีการของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะบทบาทของครู และอาจนำเทคนิควิธีการสอนแบบต่าง ๆ มาสอดแทรกในกระบวนการสืบเสาะเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และที่สำคัญครูควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนด้วย

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

2.1 ความหมายของผังกราฟิก

ผังกราฟิก เป็นเครื่องมือหรือแผนภาพที่ได้จากการนำข้อมูลมาจัดกระทำโดยผ่านการคิดวิเคราะห์ การสังเกต การเปรียบเทียบ จัดเรียงลำดับ จัดประเภท และการใช้ตัวเลข เพื่อให้เกิด

ความจำและความเข้าใจในเนื้อหา แล้วนำข้อมูลที่ผ่านการจัดกระทำมานำเสนอให้ง่ายต่อการเข้าใจ เทคนิคผังกราฟิกจึงเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมกันมากในการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดและเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ดังนี้

คลาร์ก (Clark, 1991, p.37-38) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกว่า เป็นแบบของความคิดที่ผู้สอนหรือผู้เรียนหรือทั้งผู้สอนและผู้เรียนสร้างขึ้น เพื่อแสดงความคิดความเข้าใจออกมาเป็นรูปธรรมว่าผู้เรียนคิดอะไรจากการอ่านเนื้อหาวิชา

ดัก และ เมลิสสา (Doug and Melissa, 1999, p. 1) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับใช้ในการเรียนการสอน เพราะสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด แบบต่าง ๆ ของผังกราฟิกแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น

ทิศนา แขมมณี (2542, น.2) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกว่า เป็นแผนผังทางความคิด ประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลนั้นให้เป็นระบบระเบียบอยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 126) และวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2540, น. 6) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกที่คล้ายคลึงกันว่า ผังกราฟิก คือ แบบของการสื่อสารเพื่อใช้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกนั้นได้มาจากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

จากความหมายของผังกราฟิกที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ สรุปได้ว่า ผังกราฟิก คือ รูปแบบการนำเสนอข้อมูล ที่ได้จากการนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาด้วยวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำข้อมูลใหม่ให้ง่ายต่อการเข้าใจ กะทัดรัด ชัดเจน โดยใช้ทักษะกระบวนการคิดมาสู่รูปแบบที่เป็นแผนภาพที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ

2.2 ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

เทคนิคผังกราฟิก ได้นำแนวคิด ทฤษฎี และหลักการของนักการศึกษามาพัฒนาเพื่อสร้างแนวคิดนั้นให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งนักการศึกษาได้นำเสนอแนวคิด ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ไว้ดังนี้

ออซูเบล (Ausubel) ผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Theory of Meaningful Verbal Learning) โดยเขาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่จัดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) ซึ่งเช่นเดียวกับที่ โนแวกและคณะ (Novak et al. 1984, p. 7) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายเกิดขึ้นเมื่อเนื้อหาเรื่องราวใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างของความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนได้ แต่การเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่สามารถนำสิ่งที่ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมได้นั้นจัดเป็นการเรียนรู้อย่างไร้ความหมายหรือการเรียนแบบท่องจำ ดังนั้นการจะเข้าใจแนวคิดของออซูเบล จำเป็นต้องเข้าใจถึงลักษณะของการเรียนรู้ 4 แบบ ได้แก่

1. การเรียนรู้โดยการค้นพบ (discovery learning) การเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นแนวคิดของบรูเนอร์ การให้เด็กเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหาทางเลือกหลาย ๆ ทางจนกระทั่งได้ข้อสรุปออกมา ซึ่งการเรียนรู้ลักษณะนี้จะทำให้เด็กสามารถจดจำได้ดี

2. การเรียนรู้แบบให้ข้อสรุป (reception learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ แล้วบอกให้กับผู้เรียนโดยการบรรยายหรืออ่านจากข้อเขียน ซึ่งจะตรงข้ามกับการเรียนรู้แบบค้นพบ

3. การเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) เป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีหลักเกณฑ์ใด ๆ เรียนรู้สิ่งใหม่โดยไม่มีสัมพันธ์ใด ๆ กับสิ่งที่เรียนรู้มาและที่อยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้น ผู้เรียนท่องจำเพียงอย่างเดียว

4. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่ที่ผู้เรียนพบว่า สิ่งเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลหรือแนวคิดที่เคยเรียนรู้มาและยังคงอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของตน

ออซูเบล ได้ใช้แนวคิดของการจำแนกตามหลักการทั่ว ๆ ไป มาอธิบายว่าคนเราเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ เมื่อความรู้ใหม่ได้ไปปฏิสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือข้อมูลเดิมที่เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาอย่างเฉพาะเจาะจง จากนั้นจะจำแนก

แนวคิดที่แตกต่างและรวมเข้าไปกับแนวคิดที่เกี่ยวพันกันในโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายแนวคิดออกเป็นหลักเกณฑ์ต่าง ๆ

บลอมเลย์ เดอวิทิส และ มอดโล (Bromley, Devitis & Modlo, 1995, p. 7–8) กล่าวว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้ 4 ประการ คือ

1. การแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น

2. หากสมองมีการจัดโครงสร้างความรู้ไว้อย่างเป็นระบบระเบียบ จะช่วยเรียกความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาออกมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น

3. ผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบหลักของเรื่องมีลักษณะเป็นภาพซึ่งง่ายต่อการที่สมองจะจดจำมากกว่าข้อความที่ติดต่อกันยาวยืด

4. การใช้ผังกราฟิก ซึ่งมีลักษณะทั้งภาพและข้อความ สามารถช่วยผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว (active learning) เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีทั้งการฟัง พูด อ่าน เขียน คิด จึงจะสามารถจัดทำผังกราฟิกออกมาได้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

คล้าก (Clark, 1991, p. 526 – 534) และ จอยซ์ และคณะ (Joyce et al 1992, p.159 – 165) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกขึ้นใช้แนวคิด ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล ซึ่งกล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ความจำข้อมูล (information storage) กระบวนการทางปัญญา (cognitive processes) และเมตาคอคนิชั่น (metacognition) ความจำจากการรับรู้สึกสัมผัส (sensory memory) หรือความจำปฏิบัติการ (working) ซึ่งเป็นความจำที่เกิดขึ้นหลังจากตีความสิ่งเร้าที่รับรู้มาแล้ว และจะเก็บข้อมูลไว้ได้ชั่วคราวประมาณ 20 วินาที ความจำประเภทนี้มีหน้าที่ในการคิด (mental operation) ส่วนความจำระยะยาว (long-term memory) เป็นความจำที่มีความคงทน มีขนาดความจุไม่จำกัด สามารถคงอยู่เป็นเวลานาน เมื่อต้องการใช้สามารถเรียกคืนได้ สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวมี 2 ลักษณะ คือ ความจำเหตุการณ์ (episodic memory) และความจำความหมาย (semantic memory) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการต่าง ๆ องค์ประกอบด้านความจำข้อมูลนี้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับกระบวนการทางปัญญาของบุคคลนั้น ซึ่งประกอบด้วย

1. การใส่ใจ (attention) หากบุคคลมีความใส่ใจในข้อมูลที่รับเข้ามาทางการสัมผัส (sensory memory) ข้อมูลนั้นจะถูกนำไปสู่ความจำระยะสั้น (short-term memory) ต่อไปหากไม่ได้รับการใส่ใจข้อมูลนั้นก็จะเลือนหายไปอย่างรวดเร็ว

2. การรับรู้ (perception) เมื่อบุคคลใส่ใจในข้อมูลที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส บุคคลก็จะรับรู้ข้อมูลนั้น และนำความรู้นั้นเข้าสู้ความจำระยะสั้นต่อไป ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นความ

จริงตามการรับรู้ของบุคคลนั้น ซึ่งอาจไม่ใช่ความจริงเชิงปรนัย เนื่องจากเป็นความจริงที่ผ่านการตีความจากบุคคลนั้นมาแล้ว

3. การทำซ้ำ (rehearsal) หากบุคคลมีการรักษาข้อมูลโดยการทวนซ้ำแล้วซ้ำอีก ข้อมูลนั้นก็จะยังคงถูกเก็บรักษาในความจำปฏิบัติการ

4. การเข้ารหัส (encoding) หากบุคคลมีกระบวนการสร้างตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลนั้น โดยมีการนำข้อมูลนั้นเข้าสู่ความจำระยะยาวและเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่มีอยู่แล้วในความจำระยะยาว การเรียนรู้อย่างมีความหมายก็จะเกิดขึ้น

5. การเรียกคืน (retrieval) การเรียกคืนข้อมูลที่จำไว้ในความจำระยะยาว เพื่อนำออกมาใช้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเข้ารหัส หากการเข้ารหัสทำให้เกิดความจำได้ดีมีประสิทธิภาพ การเรียกคืนก็จะมีประสิทธิภาพด้วย

จากการศึกษา สรุปได้ว่าแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่มีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้น เกิดจากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่แล้วนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา โดยการเข้ารหัสสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล จะทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาว ซึ่งผังกราฟิกเป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดกระทำข้อมูล การเข้ารหัสและการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดี

2.3 รูปแบบของผังกราฟิก

ผังกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีจำนวนมากมายหลายแบบ และมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการค้นพบกราฟิกใหม่ๆ จากการปฏิบัติงาน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านนำเสนอรูปแบบผังกราฟิกที่น่าสนใจไว้ดังนี้

คาแกน (Kagan, 1998, p. 3-4) ได้เสนอผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. ผังกราฟิกเสนอเป็นขั้นตอนหรือเรียงลำดับเหตุการณ์
2. ผังกราฟิกเสนอเป็นเส้นตรง
3. ผังกราฟิกเสนอเป็นภาพการ์ตูนหรือแผ่นรูปภาพ
4. ผังกราฟิกเสนอเป็นลำดับขั้น
5. ผังกราฟิกเสนอเป็นผังมโนทัศน์หรือประมวลความรู้ที่ได้จากการพัฒนา เช่น ผังมโนทัศน์
6. ผังกราฟิกเสนอเป็นการเปรียบเทียบทั้งสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างกัน เช่น เวนน์ไดอะแกรม
7. ผังกราฟิกเสนอการจัดและจำแนกประเภท เช่น ผังต้นไม้
8. ผังกราฟิกเสนอความสัมพันธ์ เช่น ผังก้างปลา

ดัก และ เมลิสสา (Doug and Melissa, 1999, p. 1) ได้เสนอผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ดังนี้

ผังกราฟิกนั้นมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ ดังนี้

1. การนำเสนอข้อมูลที่เป็นความคิดรวบยอด

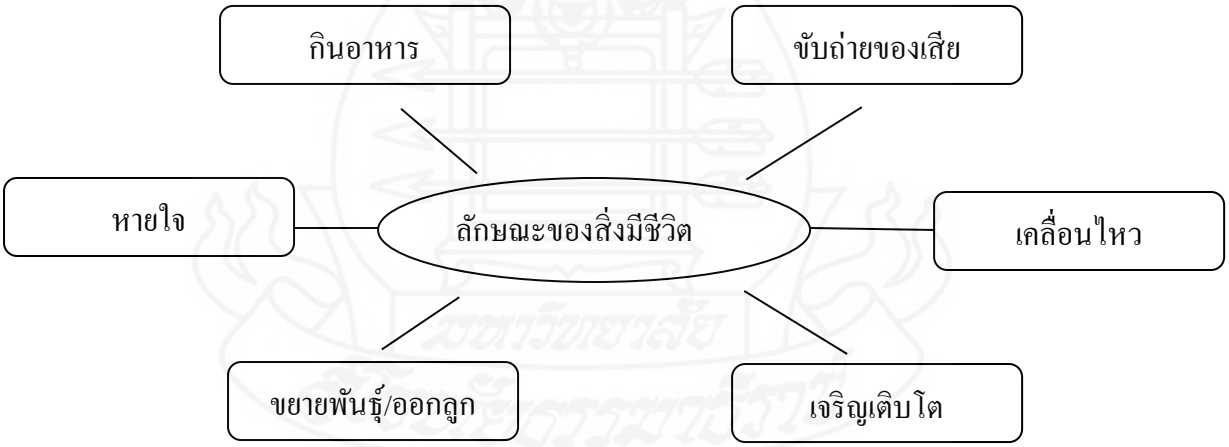
ผังความคิด(Mind mapping) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ตำแหน่ง ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิตและภาพแสดงความหมายและเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ

ขั้นตอนการเขียน

1. เขียนความคิดหลักหรือหัวข้อเรื่องตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ

2. เขียนความคิดรองที่สัมพันธ์กับความคิดหลักหรือหัวข้อเรื่องกระจายออกไปรอบๆ ความคิดหลัก

3. เขียนความคิดย่อยที่สัมพันธ์กับความคิดรองแตกออกไปเรื่อย ๆ โดยเขียนข้อความไว้บนเส้นแต่ละเส้น เส้นที่ใช้อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้แต่เส้นที่ใช้กับความคิดรองจะเป็นเส้นที่ใหญ่กว่าความคิดย่อย



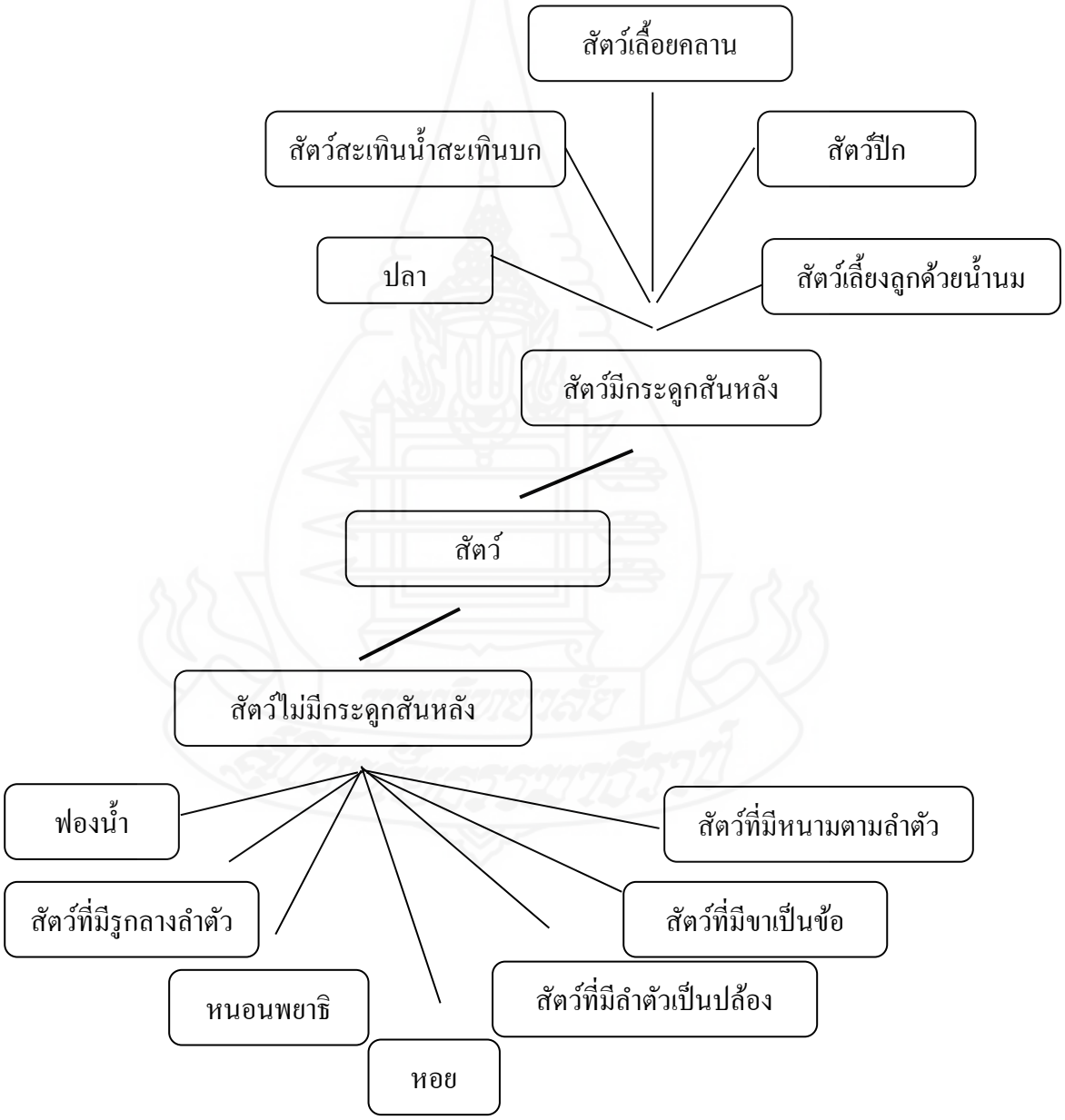
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างผังความคิด

- ผังมโนทัศน์ (Concept map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง แผนที่ความคิดเป็นการทำงานร่วมกันของสมองด้านซ้ายและด้านขวา สมอง

ด้านซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ ตรรกวิทยา สมองด้านขวาจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ รูปแบบ สี รูปร่าง

ขั้นตอนการเขียน

1. เขียนมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลาง
2. เขียนมโนทัศน์ที่มีความสำคัญรองลงมาเป็นลำดับขั้นจากใหญ่ไปย่อยโดยใช้เส้นเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์
3. เขียนคำเชื่อมที่แสดงถึงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์



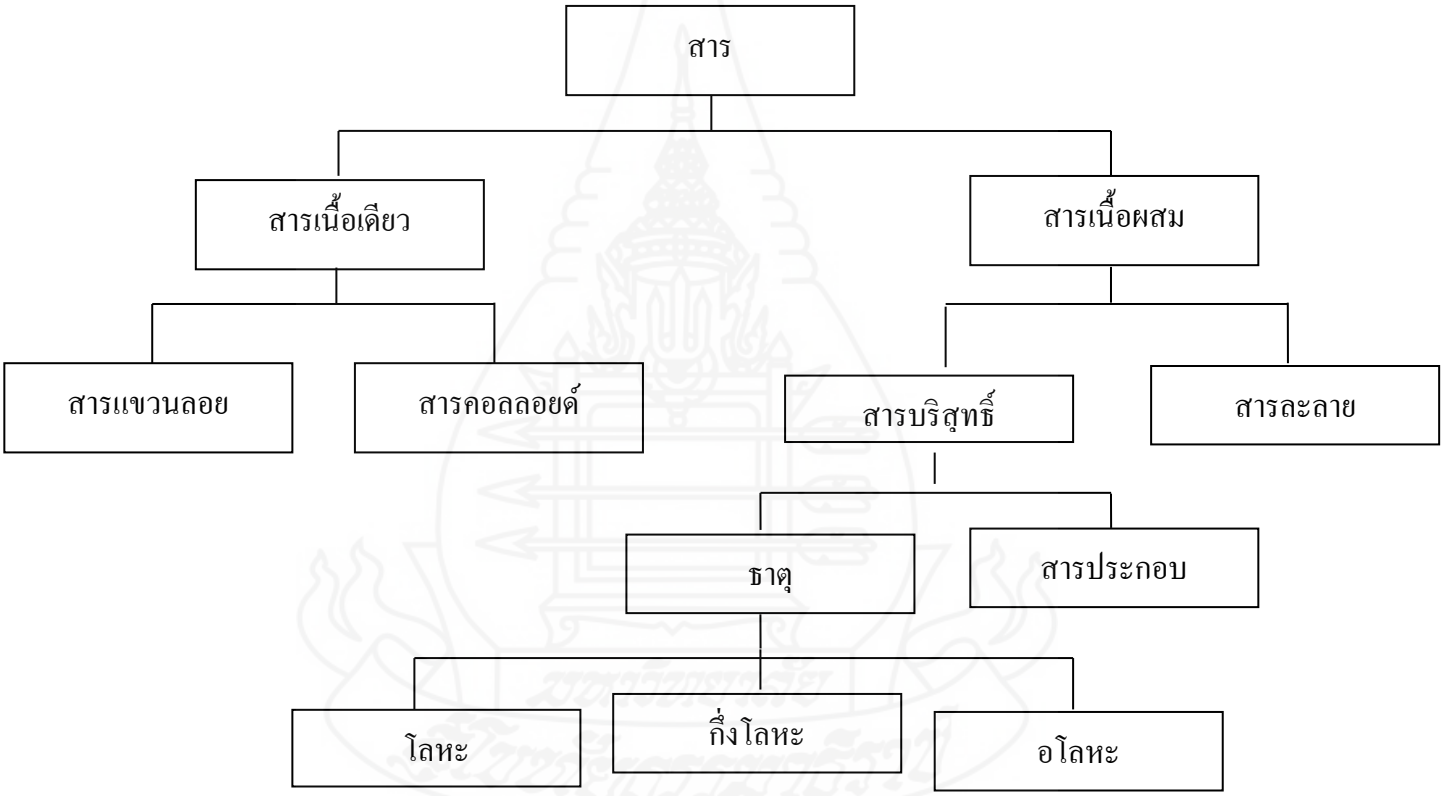
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

2. การนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเปรียบเทียบ

- ผังต้นไม้ (Tree diagrams) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องที่มีความสำคัญลดหลั่นกันเป็นชั้นๆ มีรูปร่างคล้ายแผนภูมิบริหารองค์การ โดยนำมาจัดเรียงให้มีรูปร่างลักษณะคล้ายต้นไม้ที่มีกิ่ง ก้าน สาขา ดอก ใบ ทำให้มองเห็นภาพแผนผังระบบที่เป็นระบบหลายๆ ความคิดเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน

ขั้นตอนการเขียนผัง

1. เขียนมโนทัศน์หลักหรือหัวข้อเรื่องใหญ่ไว้ตรงกลางด้านบนสุดหรือด้านข้าง
2. เขียนมโนทัศน์ที่มีความสำคัญรองลงมาเป็นลำดับขั้น
3. เชื่อมมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยใช้เส้น



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างผังต้นไม้

3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล

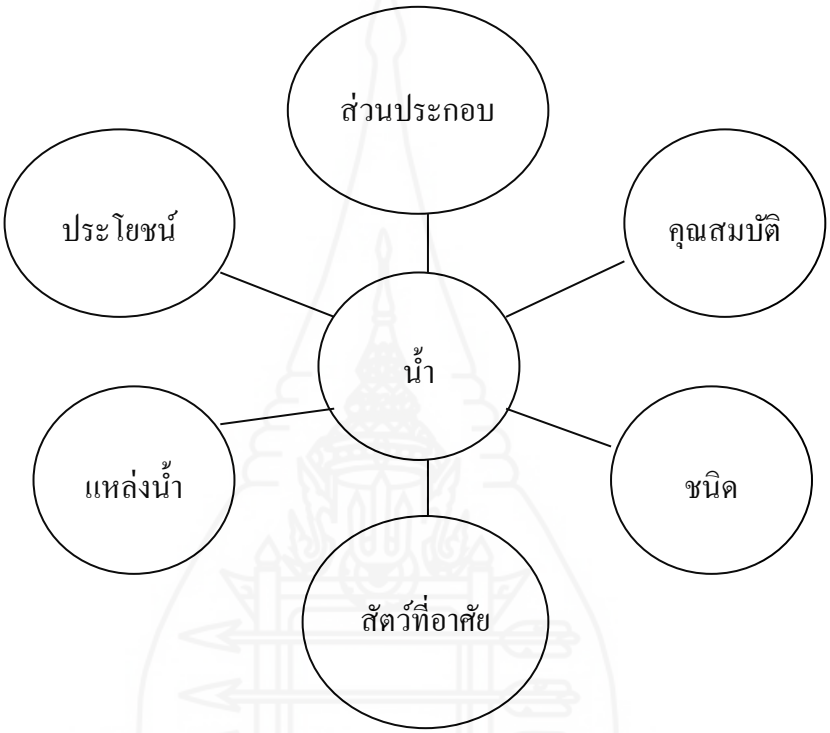
- ผังใยแมงมุม (Web diagram) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงมโนทัศน์แบบหนึ่ง โดยแสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และเส้นที่แยกออกจากความคิดรวบยอดใหญ่จะแสดงรายละเอียดของความคิดนั้น

ขั้นตอนการเขียนผัง

1. เขียนมโนทัศน์หลักหรือหัวข้อเรื่องใหญ่ไว้ตรงกลางหน้ากระดาษ

2. จัดลำดับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันตั้งแต่องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง องค์ประกอบย่อย ตามลำดับ

3. เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ โดยใช้เส้น



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผังใยแมงมุม

4. การนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเรียงลำดับเหตุการณ์ หรือ ขั้นตอน

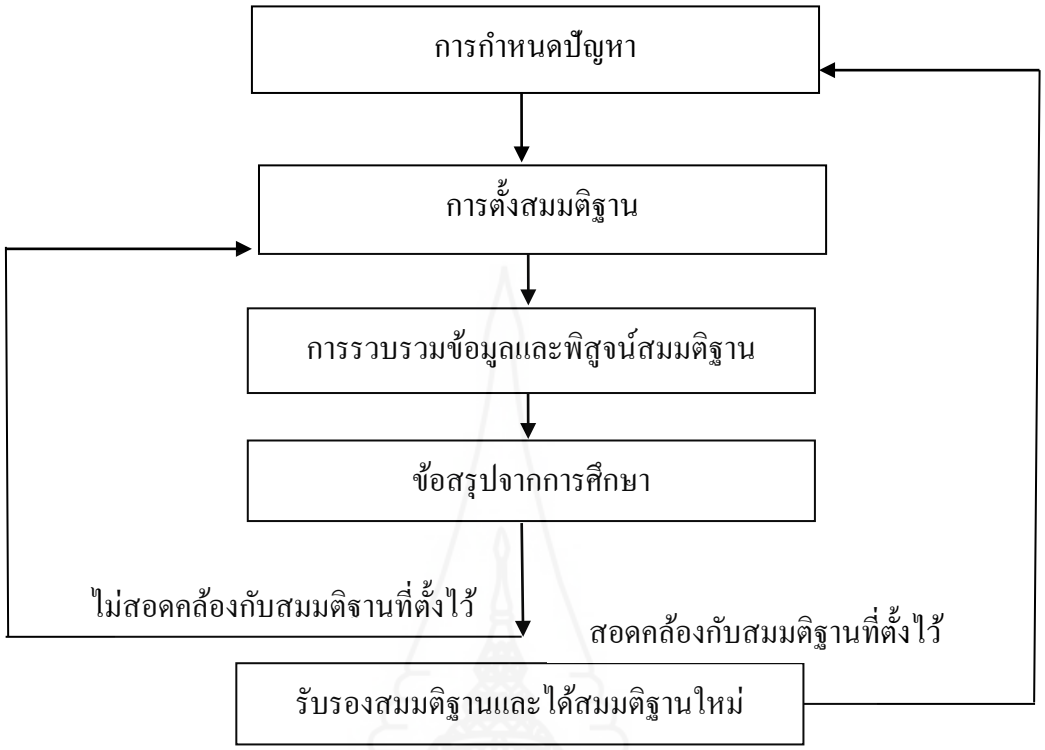
- ผังลำดับ (Sequential map) ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ

ขั้นตอนการเขียนผัง

1. เขียนคำสำคัญและเรียบเรียงขั้นตอน

2. นำคำสำคัญของขั้นตอนเป็นจุดตั้งต้น

3. นำคำสำคัญของขั้นตอนต่อไปมาเขียนต่อจากขั้นตอนแรก จนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างผังลำดับ

จากการศึกษารูปแบบของผังกราฟิกชนิดต่างๆ สรุปได้ว่า รูปแบบของผังกราฟิกแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ เช่น มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอความคิดรวบยอด เพื่อการเปรียบเทียบ เพื่อเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน หรือเพื่อเสนอขั้นตอน เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ผังกราฟิกในรูปแบบต่างๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เพื่อให้แสดงข้อมูลได้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

2.4 การสอนโดยใช้ผังกราฟิก

การสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม สร้างความหมาย ความเข้าใจในเนื้อหาสาระหรือข้อมูลที่เรียนรู้ และจัดระเบียบข้อมูลที่เรียนรู้ด้วยผังกราฟิก ซึ่งช่วยให้ง่ายแก่การจดจำ โดยทิศนา แขมมณี (2545) ได้สรุปรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกไว้ดังนี้

2.4.1 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกของโจนส์และคณะ (Jones et al.1989) ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้สอนเสนอตัวอย่างการจัดข้อมูลด้วยผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

2) ผู้สอนแสดงวิธีการสร้างผังกราฟิก

3) ผู้สอนชี้แจงเหตุผลของการใช้ผังกราฟิกนั้นและอธิบายวิธีการใช้

4) ผู้เรียนฝึกสร้างและใช้ผังกราฟิกในการทำความเข้าใจเนื้อหาเป็นรายบุคคล

5) ผู้เรียนเข้ากลุ่มและนำเสนอผังกราฟิกของตนแลกเปลี่ยนกัน

2.4.2 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกของคล้าก (Clark, 1991) ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญดังนี้

1) ผู้สอนพิจารณาลักษณะของเนื้อหาที่จะสอนสาระนั้นและวัตถุประสงค์ของการสอนเนื้อหาสาระนั้น

2) ผู้สอนพิจารณาและคิดหาผังกราฟิกหรือวิธีหรือระเบียบเนื้อหาสาระนั้นๆ ผู้สอนเลือกผังกราฟิก หรือวิธีการจัดระเบียบเนื้อหาที่เหมาะสมที่สุด

3) ผู้สอนคาดคะเนปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้เรียนในการสร้างผังกราฟิกนั้นในขั้นสอน

4) ผู้สอนเสนอผังกราฟิกที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาสาระแก่ผู้เรียน

5) ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและนำเนื้อหาสาระใส่ลงในผังกราฟิกตามความเข้าใจของตน

6) ผู้เรียนซักถาม แก้ไขความเข้าใจผิดของผู้เรียนหรือขยายเพิ่มเติม

7) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเพิ่มเติม โดยเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกเป็นกรอบในการคิดแก้ปัญหา

8) ผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับให้ผู้เรียน

2.4.3 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของจอยส์และคณะ (Joyce et al.1992) จอยส์และคณะได้นำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกของคล้ากมาพัฒนาและปรับใช้โดยเพิ่มเติมขั้นตอนเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้สอนชี้แจงจุดมุ่งหมายของบทเรียน

2) ผู้สอนนำเสนอผังกราฟิกที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหา

3) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

4) ผู้สอนเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

5) ผู้สอนเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับผังกราฟิกและให้ผู้เรียนนำเนื้อหาสาระใส่ลงในผังกราฟิกตามความเข้าใจของตนเอง

6) ผู้สอนให้ความรู้เชิงกระบวนการโดยชี้แจงเหตุผลในการใช้ผังกราฟิกและวิธีใช้ผังกราฟิก

7) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายผลการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหา

8) ผู้สอนซักถามปรับความเข้าใจและขยายความจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจ

2.4.4 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของสุปรียา ตันสกุล (2540) มีรูปแบบการเรียนการสอนดังนี้

1) การทบทวนความรู้เดิม

2) การชี้แจงวัตถุประสงค์ ลักษณะของบทเรียน ความรู้เดิมที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียน

3) การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนและจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพ

4) การนำเสนอตัวอย่างการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา ความรู้เดิมที่คาดหวัง

จากรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของนักการศึกษาสรุปได้ว่า การใช้เทคนิคผังกราฟิกในการจัดการเรียนการสอนจะต้องอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียนมาผนวกเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการคิด โดยใช้ผังกราฟิกนำเสนอความคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนั้นผู้สอนจะต้องเสนอตัวอย่างการจัดกระทำข้อมูลด้วยผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ชี้แจงเหตุผลในการใช้ผังกราฟิก อธิบายวิธีการใช้และสร้างผังกราฟิก และปรับความเข้าใจหรือขยายความจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหาสาระนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงผังกราฟิกกับข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและตรงตามเป้าหมาย

2.5 ประโยชน์ของการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก จะช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านของการเชื่อมโยงความรู้เดิมและประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากเรียนรู้ใหม่ มาผ่านกระบวนการคิด ทำให้สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านของความคิด โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เทคนิคผังกราฟิกไว้ ดังนี้

โนแวคและโกวิน (Novak and Gowin.1984 อ้างในศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์.2543: 36) กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิกไว้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็นแผนที่ แผนภาพ หรือแผนภูมิ เพื่อแสดงความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ

2. ช่วยในการสรุปประเด็นและช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นแบบกว้างๆ และเป็นการสะดวกในการใช้อ่านทบทวน ทำให้เป็นการประหยัดเวลา

3. ช่วยในการกำหนดแนวทางในการทำการปฏิบัติการทดลอง หรือกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

คาแกน (Kagan. 1998, น.1) กล่าวถึงเทคนิคในการใช้ผังกราฟิกไว้ดังนี้

1. การใช้ผังกราฟิกทำให้มองเห็นกระบวนการเรียนของผู้เรียนได้

2. การใช้ผังกราฟิกทำให้ผู้เรียนสามารถขยายทักษะความคิดเพิ่มขึ้น

3. การให้ผู้เรียนทำผังกราฟิกซึ่งเป็นลักษณะที่เป็นทั้งภาพและข้อความ เป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

4. ผู้สอนสามารถใช้ผังกราฟิกเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการสอน รวมทั้งใช้นำเสนอข้อความรู้ให้กับผู้เรียนได้

ทิศนา แขมมณี (2545) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกไว้ว่า

1. ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ดี

2. ผู้เรียนจะจดจำในสิ่งที่เรียนได้ดี

3. ได้เรียนรู้การใช้ผังกราฟิกในการเรียนต่างๆ ซึ่งสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระอื่นๆ ได้อีกมาก

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกไว้ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาการคิดระดับสูง

2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนยิ่งขึ้น

3. ช่วยให้ผู้เรียนจำข้อมูลได้ และเป็นการจำแบบถาวร

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิก สรุปได้ว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ที่อยู่อย่างกระจัดกระจายมาจัดระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายและความเข้าใจในเนื้อหาสาระ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิด ช่วยให้สรุปข้อมูลและสิ่งที่ได้เรียนรู้มาง่ายขึ้น และสามารถจดจำข้อมูลหรือสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีและคงทน ส่วนผู้สอนสามารถนำผังกราฟิกมาใช้ในการวางแผนการสอน นำเสนอสาระหรือข้อความรู้ให้แก่ผู้เรียนและสามารถใช้ผังกราฟิกในการประเมินผู้เรียนว่ามีความรู้ในเรื่องนั้นๆ เพียงใดได้อีกด้วย

3. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สภาการวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council. 1996 อ้างถึงใน Chiappetta and Koballa. 2010, p. 104) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ คำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกตและการทดลองในเชิงประจักษ์ คำอธิบายที่สร้างขึ้นนั้นต้องมาจากการให้เหตุผลในเชิงตรรกะและสอดคล้องกับหลักฐาน เป็นคำอธิบายที่เป็นสาธารณะและสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้กระบวนการพินิจพิเคราะห์ การรับรอง การปรับเปลี่ยนและการปฏิเสธจากสังคมวิทยาศาสตร์

คราจ์สิค (Krajcik, 2011) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการอภิปรายหรือโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เกิดขึ้นทำไม รวมทั้งเงื่อนไขและผลของเหตุการณ์ที่ทำการสังเกต

แกกนัน และ เอเบลล์ (Gagnon, M.J. & Abell, S.K. 2008) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่อธิบายถึงสาเหตุของปรากฏการณ์ โดยมีการระบุหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการอธิบาย

กิลเบอร์ต และ คณะ (Gilbert et al. 2000, p. 193-194) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ผลผลิตของสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และได้นำเสนอความหมายของคำอธิบายในวิทยาศาสตร์ (Explanation in Science) ว่ามี 5 ความหมาย ดังนี้

1. คำอธิบาย คือ การให้ความหมายของคำในบริบททางวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจน
2. คำอธิบาย คือ ประโยคที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำอย่างมีเหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์
3. คำอธิบาย คือ การอธิบายสาเหตุของสภาพ เหตุการณ์ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4. คำอธิบาย คือ การอธิบายลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
5. คำอธิบาย คือ การกล่าวอ้างทฤษฎีที่มาจากการนิรนัยจากกฎต่าง ๆ

จากการศึกษาความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำ ประโยค หรือข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไม โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบหรือข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานมาสนับสนุนมาอธิบาย

3.2 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มาสนับสนุน เพื่อให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีความน่าเชื่อถือและสมเหตุสมผล โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

แมคนีล และ คราจ์สิค (McNeil and Krajcik, 2011, p. 22 – 26) ได้กำหนดองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย

1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) คือ ข้อความที่เป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหา
2. หลักฐาน (evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยสามารถนำมาจากการที่ผู้เรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) หรือจากงานวิจัยและหนังสือที่ได้ให้ข้อมูลไว้
3. การให้เหตุผล (reasoning) คือ การอ้างเหตุผลว่าหลักฐานที่ใช้นั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร รวมถึงการนำหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ให้เกิดความเข้าใจในข้อมูล
4. ข้อคัดค้าน (rebuttal) คือ การบรรยายข้อกล่าวอ้างทางเลือก (Alternative claim) โดยให้หลักฐานและเหตุผลใหม่มาคัดค้านข้อกล่าวอ้างที่ไม่เหมาะสม

แซมสัน และ คล้าก (Sampson and Clark, 2009, p. 456 – 457) ได้อธิบายองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คำอธิบาย คือ ส่วนที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบจากคำถามในการสำรวจตรวจสอบ คำอธิบายนี้สามารถให้แนวทางในการแก้ปัญหา อธิบายความสัมพันธ์หรือกล่าวถึงสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น
2. หลักฐาน คือ ส่วนที่ต้องการให้ผู้เรียนรวบรวมสิ่งที่ได้จากการวัดหรือการสังเกตในการสนับสนุนความตรงหรือความถูกต้องของข้อความสรุปคำอธิบาย ซึ่งหลักฐานนี้มีได้หลายแบบ ตั้งแต่ข้อมูลเชิงปริมาณจนกระทั่งข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสังเกต อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ต้องพิจารณาให้เห็นหลักฐาน คือแนวโน้มตามช่วงเวลา ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3. การให้เหตุผล คือ การแสดงให้เห็นถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานสนับสนุนคำอธิบายและเหตุผลที่เลือกใช้จำนวนหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของปัญหาหรือข้อคำถามที่ได้จากการค้นคว้าหรือสำรวจตรวจสอบ

2. หลักฐาน คือ สิ่งที่รวบรวมได้จากการสังเกต การสืบค้น ทั้งข้อมูลในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผล คือ การแสดงเหตุผลที่ใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แนวทางสำคัญในการจัดการเรียนการสอนด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น คือ การสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การค้นคว้า การทดลอง แล้วผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลหรือเขียนเป็นคำอธิบายได้ โดยมีหลักฐานอ้างอิง ซึ่ง แมคนีล และ คราจ์สิค (McNeill and Krajcik, 2008, น.108-112) ได้เสนอแนวทางการดำเนินการไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุและคัดเลือกมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหา (Identify and Unpack the Content Standard) เป็นการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และระบุมโนทัศน์ที่ต้องการสอนให้ชัดเจน เช่น เลือกมาตรฐานช่วงชั้น เรื่อง การพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิต ที่ระบุมาตรฐานและเนื้อหาไว้ดังนี้

มาตรฐานช่วงชั้น เรื่อง การพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิต (ระดับเกรด 6 – 8) : สิ่งมีชีวิตสองชนิดมีปฏิสัมพันธ์กันได้หลายแบบ อาจเป็นความสัมพันธ์แบบผู้ผลิตกับผู้บริโภค แบบผู้ล่ากับเหยื่อ หรือแบบปรสิตกับผู้ถูกอาศัย หรือสิ่งมีชีวิตอาจเป็นผู้กินซากหรือผู้ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตอื่น ความสัมพันธ์อาจจะมีการแข่งขันหรือได้ประโยชน์ร่วมกัน สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพื่อให้อยู่รอดได้ (AAAS, 1993, p. 17 อ้างถึงใน McNeil and Krajcik, 2008, p. 108)

ขั้นที่ 2 คัดเลือกการปฏิบัติการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ (Unpack the Scientific Inquiry Practice) เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะเน้นการสืบสอบหาความรู้ เช่น การทดลอง เป็นต้น

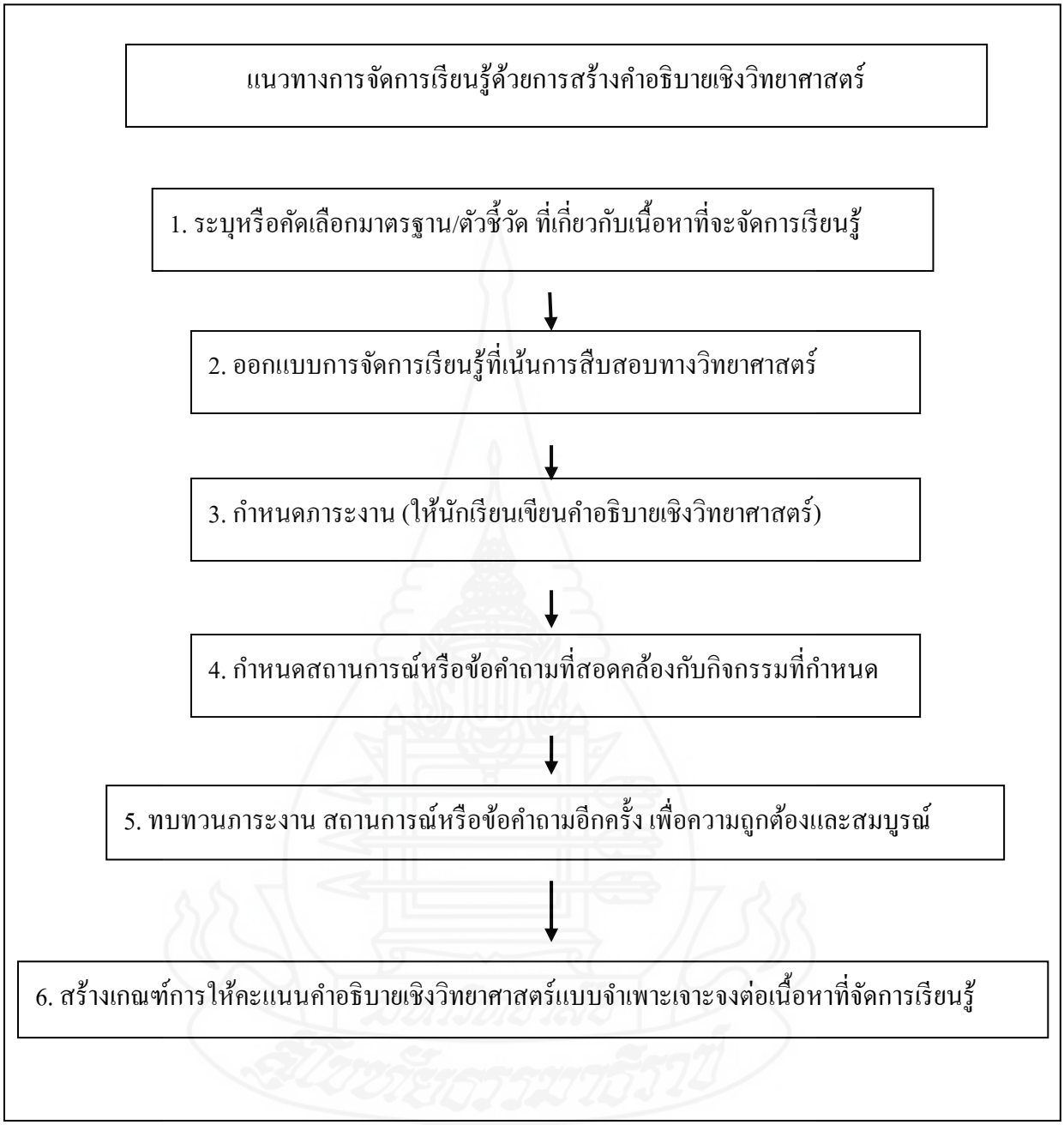
ขั้นที่ 3 การกำหนดการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Create Learning Performance) เป็นการกำหนดภาระงานที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติหลังการสืบสอบแล้ว ซึ่งนั้นก็คือ กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 สร้างภาระงานที่ต้องการประเมิน (Write the Assessment Task) เป็นการออกแบบสถานการณ์และข้อคำถามที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสืบสอบแล้วนำมาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ทบทวนภาระงานที่ต้องการประเมิน (Review the Assessment Task) หลังจากออกแบบสถานการณ์หรือข้อคำถามแล้วให้ทบทวนอีกครั้ง โดยใช้คำถามที่ปรับจากกรอบแนวคิดการประเมินตามโครงการ 2061 (Project 2061's Assessment Framework) เพื่อทบทวน (1) ความรู้ที่จำเป็นต่อการทำภาระงานนี้ถูกต้องหรือไม่ (2) ความรู้เพียงพอต่อการทำภาระงานนี้หรือไม่ หรือมีความรู้อื่น ๆ ที่จำเป็นกับการทำงานนี้อีกหรือไม่ และ(3) ภาระงานที่ต้องการประเมินกับเนื้อหานั้น มีความเป็นไปได้ที่ผู้เรียนจะทำความเข้าใจได้หรือไม่

ขั้นที่ 6 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ (Develop Specific Rubrics) เป็นการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะต่อคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างขึ้น

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.9 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ประเมินเกี่ยวกับความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ มีผู้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971) ได้กล่าวถึงความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้เกิดแก่ผู้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะการปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. แนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น.10) ผลสัมฤทิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง ความรู้ต่าง ๆ จาปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom, 1976) เชื่อว่า การเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน เพื่อให้ผู้สอนกำหนดและจัดกิจกรรมการเรียนรวมทั้งวัดประเมินผลได้ถูกต้อง โดยได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมในด้านความรู้และความคิด ระลึกได้และจำได้ ในความรู้ทั้งหลายที่เรียนมาแล้ว นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ สามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ รวบรวมและประมวลข้อมูลต่างๆ เป็นความรู้ใหม่ สามารถประเมินค่าในเรื่องต่างๆ ได้

จิตพิสัย (Affective Domain) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึกและเจตคติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสนใจ ค่านิยม การปรับตัว คุณค่าคุณธรรมและความดีงามโดยการปฏิบัติเป็นนิสัย

ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นพฤติกรรมที่เน้นทักษะขณะเคลื่อนไหวอวัยวะและกลไกต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งหมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้และการทำกิจกรรมต่างๆ ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง รวมถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ในที่นี้ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการใช้แบบทดสอบเป็นตัววัดทักษะหรือคุณลักษณะที่เกิดขึ้นในด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้ความจำและความคิดในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

4.2 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์เป็นแนวทางเชื่อมโยงและความสอดคล้อง จากการวิเคราะห์ตามตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อระบุสัดส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบอิงมาตรฐาน (Standard based learning) โดยบูรณาการทฤษฎีการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy, 1956) ได้กำหนดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้) ว่า เป็นพฤติกรรมทางด้านความรู้และสติปัญญาของมนุษย์โดยผ่านกระบวนการทางสมอง ซึ่งความรู้ดังกล่าวประกอบด้วย ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอด ความรู้เกี่ยวกับวิธีและกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับทักษะหรือกระบวนการความคิดของตนเอง ซึ่งมีลำดับขั้น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ความรู้ (knowledge) หมายถึง ความสามารถในการที่จะจดจำ (memorization) และระลึกได้ (recall) เกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับไปแล้ว อันได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ที่เจาะจงหรือเป็นหลักทั่วๆ ไป วิธีการ กระบวนการต่าง ๆ โครงสร้าง สภาพของสิ่งต่าง ๆ และสามารถถ่ายทอดออกมาโดยการพูด เขียน หรือกิริยาท่าทาง แบ่งประเภทตามลำดับความซับซ้อนจากน้อยไปหามาก เช่น การเรียนรู้ว่าอาหารหลักมี 5 หมู่ เป็นต้น

2. ความเข้าใจ (comprehension) สามารถให้ความหมาย แปล สรุป หรือเขียนเนื้อหาที่กำหนดใหม่ได้ โดยที่สาระหลักไม่เปลี่ยนแปลง

3. การนำไปใช้ (application) สามารถนำวัสดุ วิธีการ ทฤษฎี แนวคิด มาใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่ได้เรียนรู้มา เช่น เรียนทำอาหารมาแล้ว สามารถประกอบอาหารได้หลายอย่างโดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ สามารถรู้ว่าอาหารปริมาณ แค่ไหนต้องใส่น้ำปลาเท่าใดเป็นต้น

4. การวิเคราะห์ (analysis) สามารถแยก จำแนก องค์ประกอบที่สลับซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยต่างๆ เช่น เรียนทำอาหารมาแล้ว พอมาพบกับอาหารที่ปรุงเสร็จแล้ว สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ประกอบด้วยอะไรบ้าง วิธีปรุงอย่างไร ใช้ไฟเบาหรือไฟแรง เป็นต้น

5. การสังเคราะห์ (synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม หรือนำองค์ประกอบหรือส่วนต่างๆ เข้ามารวมกัน เพื่อให้เป็นภาพพจน์โดยสมบูรณ์ เป็นกระบวนการพิจารณาแต่ละส่วนย่อยๆ แล้วจัดรวมกันเป็นหมวดหมู่ ให้เกิดเรื่องใหม่หรือสิ่งใหม่ สามารถสร้างหลักการกฎเกณฑ์ขึ้นเพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ ได้ เช่น สรุปเหตุผลตามหลักตรรกวิทยา การคิดสูตรสำหรับหาจำนวนที่เป็นอนุกรม

6. การประเมินค่า (evaluation) สามารถตัดสิน ตีราคาคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นเครื่องตัดสิน เช่น การตัดสินกีฬา ตัดสินคดี หรือประเมินว่าสิ่งนั้นดี ไม่ดี ถูกต้องหรือไม่ โดยประมวลมาจากความรู้ทั้งหมดที่มี

ต่อมาในช่วง ปี 1990s แอนเดอร์สัน และ แครทโวทล์ (Anderson & Krathwohl. 2001) ได้ปรับปรุงการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานและปรับปรุง และนำเสนอแนวคิดไว้ ในหนังสือเรื่อง “A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Outcomes” ในปี 2001 ซึ่งการปรับปรุงการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ที่นำเสนอโดย แอนเดอร์สัน และ แครทโวทล์ เป็นการปรับเปลี่ยนจุดประสงค์ทางการด้านพุทธิปัญญา ในสองประเด็น คือ การปรับเปลี่ยนขั้นตอนและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญา และเพิ่มโครงสร้างจากมิติเดียวเป็นสองมิติ (Krathwohl. 2002, น. 213-217) ดังนี้

1. การปรับเปลี่ยนลำดับขั้นและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญา ยังคงมี 6 กระบวนการเหมือนเดิม แต่ 3 กระบวนการแรกเปลี่ยนชื่อเป็น จำ (remember) เข้าใจ (understand) และประยุกต์ใช้ (apply) ส่วนสามกระบวนการหลังเปลี่ยนชื่อที่มีลักษณะเป็นคำนามไปเป็นคำกริยา และสลับที่กับระหว่างกระบวนการที่ 5 กับ 6 และสร้างสรรค์ (create) เปลี่ยนชื่อมาจาก การสังเคราะห์ (synthesis) (Krathwohl. 2002, น. 213-215) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 กระบวนการและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาของบลูมแบบดั้งเดิม และแบบปรับปรุงใหม่

กระบวนการและคำศัพท์เดิม	กระบวนการและคำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (knowledge)	1. จำ (remember)
2. ความเข้าใจ (comprehension)	2. เข้าใจ (understand)
3. การนำไปใช้ (application)	3. ประยุกต์ใช้ (apply)
4. การวิเคราะห์ (analysis)	4. วิเคราะห์ (analyze)
5. การสังเคราะห์ (synthesis)	5. ประเมินค่า (evaluate)
6. การประเมินค่า (evaluation)	6. สร้างสรรค์ (create)

กระบวนการและคำศัพท์ใหม่อธิบายได้ดังนี้

1. จำ (remember) หมายถึง ความสามารถในการดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวออกมา แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1 จำได้ (recognizing)

1.2 ระลึกได้ (recalling)

2. เข้าใจ (understand) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายของคำพูด ตัวอักษร และการสื่อสารจากสื่อต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการสอน แบ่งประเภทย่อยได้ 7 ลักษณะ คือ

2.1 ตีความ (interpreting)

2.2 ยกตัวอย่าง (exemplifying)

2.3 จำแนกประเภท (classifying)

2.4 สรุป (summarizing)

2.5 อนุมาน (inferring)

2.6 เปรียบเทียบ (comparing)

2.7 อธิบาย (explaining)

3. ประยุกต์ใช้ (apply) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการหรือใช้ระเบียบวิธีการภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 ดำเนินงาน (executing)

3.2 ใช้เป็นเครื่องมือ (implementing)

4. วิเคราะห์ (analyze) หมายถึง ความสามารถในการแยกส่วนประกอบของสิ่งต่างๆและค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ ความสัมพันธ์ระหว่างของส่วนประกอบกับโครงสร้างรวมหรือส่วนประกอบเฉพาะ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

4.1 บอกความแตกต่าง (differentiating)

4.2 จัดโครงสร้าง (organizing)

4.3 ระบุคุณลักษณะ (attributing)

5. ประเมินค่า (evaluate) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจโดยอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐาน แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

5.1 ตรวจสอบ (checking)

5.2 วิพากษ์วิจารณ์ (critiquing)

6. สร้างสรรค์ (create) หมายถึง ความสามารถในการรวมส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกันด้วยรูปแบบใหม่ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล หรือทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

6.1 สร้าง (generating)

6.2 วางแผน (planning)

6.3 ผลิต (producing)

2. เปลี่ยนโครงสร้างมิติเดียวเป็นสองมิติ แอนเดอร์สัน และ แครทโวทล์ ได้เพิ่มโครงสร้างในมิติด้านความรู้ (knowledge dimension) เข้ามาในโครงสร้างของจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิปัญญา ทำให้โครงสร้างใหม่มีลักษณะเป็นสองมิติที่ประกอบด้วยมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาและมิติด้านความรู้ รายละเอียดดังตารางที่ 2.5 (Krathwohl, 2002, p. 212-213)

ตารางที่ 2.5 มิติด้านความรู้และกระบวนการของความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

มิติด้านความรู้ (The Knowledge Dimension)	มิติด้านกระบวนการ (The Cognitive Process Dimension)					
	จำ (Remember)	เข้าใจ (Understand)	ประยุกต์ใช้ (Apply)	วิเคราะห์ (Analyze)	ประเมินค่า (Evaluate)	สร้างสรรค์ (Create)
A. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge)						
B. ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge)						
C. ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge)						
D. ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge)						

มิติด้านความรู้ที่เพิ่มเติมเข้ามา อธิบายความหมายได้ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) หมายถึง ส่วนประกอบพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องรู้เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับสาขาวิชาที่เรียน หรือใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ (Knowledge of Terminology)

2.1.2 ความรู้เฉพาะเกี่ยวกับรายละเอียดหรือส่วนประกอบ (Knowledge of Specific Details and Elements)

2.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบพื้นฐานภายใต้โครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีการทางานร่วมกัน แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

2.2.1 ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งชั้นและจำแนกประเภท (Knowledge of Classifications and Categories)

2.2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและการสรุปอ้างอิง (Knowledge of Principles and Generalizations)

2.2.3 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี โมเดล และโครงสร้าง (Knowledge of Theories, Models, and Structures)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับวิธีการทางาน เช่น วิธีการหาความรู้ด้วยการสืบสวนสอบสวน และหลักเกณฑ์ในการใช้ทักษะ ขั้นตอน เทคนิค และวิธีการ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

2.3.1 ความรู้เกี่ยวกับทักษะและขั้นตอนในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Subject-Specific Skills and Algorithms)

2.3.2 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Subject-Specific Techniques and Methods)

2.3.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ที่ใช้เป็นแนวทางในกาหนดระเบียบวิธีการทางานที่เหมาะสม (Knowledge of Criteria for Determining When to Use Appropriate Procedures)

2.4 ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทั่วไป มีความตระหนัก และมีความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเอง แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

2.4.1 ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธี (Strategic Knowledge)

2.4.2 ความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในงาน ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เหมาะสม ในการทางานและรู้เงื่อนไขในการทางาน (Knowledge About Cognitive Tasks, Including Appropriate Contextual and Conditional Knowledge)

2.4.3 ความรู้เกี่ยวกับตนเอง (Self-knowledge)

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971) กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองส่วน ดังนั้นการประเมินความสามารถจำแนกพฤติกรรมการวัดเป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ การจัดประเภท และการบรรยายลักษณะตามที่เคยได้เรียนมาแล้วอย่างตรงไปตรงมา พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ แบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการลำดับขั้น

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท การจัดประเภทและเกณฑ์

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินใจเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมด้านความเข้าใจแบ่งออกเป็น 2 ขั้น คือ

2.1 ความสามารถในการจำแนกและระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ เช่น กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นๆ หรือให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่กำหนด

2.2 กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้ว ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือระบุสถานการณ์อีกสถานการณ์หนึ่งที่เป็นไปตามวิธีการ หลักการ กฎหรือทฤษฎีเดียวกัน

1) กระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

(1) การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย

ก. การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ข. การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม

ค. การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

ง. การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม

จ. การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดเครื่องมือที่ใช้

(2) การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

ก. การมองเห็นปัญหา

ข. การตั้งสมมติฐาน

ค. การเลือกวิธีทดสอบมาตรฐานที่เหมาะสม

ง. การออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

(3) การตีความหมายของข้อมูลและการสรุป ประกอบด้วย

ก. การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ข. การนำเสนอข้อมูล

ค. การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกตสิ่งต่าง ๆ

ง. การตีความและขยายความจากข้อมูล

จ. การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ฉ. การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการเหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

(4) การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี ประกอบด้วย

ก. การตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลองทฤษฎี

ข. การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม

ค. การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี

ง. การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี

จ. การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี

ฉ. การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี

(5) ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา หาผลลัพธ์จากข้อมูล คาดคะเน

การใช้เครื่องมือปฏิบัติการได้ถูกต้อง และนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ได้ พฤติกรรมด้านการนำไปใช้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

ข. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน

ค. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2540, น. 6-7) กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3 ด้าน คือ

1. ด้านความคิด (Cognitive Domain) เป็นความสามารถทางสมองด้านการคิด (Thinking) เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งพฤติกรรมที่แยกย่อยออกเป็น 6 ขั้นได้แก่

1.1 ความรู้ความจำ (Memory) เป็นความสามารถการทรงไว้รักษาไว้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ในชีวิตได้รับรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ในชีวิต

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และหาความสัมพันธ์และหลักการของสิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เรื่องราวต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินประเมินค่าและสรุปในเรื่องราวต่างๆ

2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) สามารถแยกเป็นคุณลักษณะที่เข้าใจได้ง่ายได้แก่ ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติ ค่านิยมและการปรับตัวเป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

2.1 การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกฉับไวในการที่จะรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าด้วยความรู้สึกที่ยินยอม เต็มใจและพอใจ

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่การยอมรับ นิยมชมชอบและเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เป็นระบบโดยอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบและยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

3. ด้านทักษะ (Psychomotor Domain) เป็นทักษะในการปฏิบัติมี 3 ขั้นตอน คือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

3.3 การหาความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำสิ่งที่เห็นว่าถูกต้อง

3.4 การทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่ถูกต้องอย่างจริงจัง

3.5 การทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการปฏิบัติจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติและเป็นธรรมชาติ

จากการศึกษาพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ควรวัดพฤติกรรมของผู้เรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิด ด้านความรู้สึก และด้านทักษะ ซึ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นผู้วิจัยได้วัดในด้านความคิดตามแนวคิดของบลูมได้แบ่งพฤติกรรมออกเป็น 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์

4.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการวิทยาศาสตร์

เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นนั้น เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยโดยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ การออกข้อสอบและคำแนะนำในการเขียนข้อสอบจากนักวิชาการต่าง ๆ ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526) ได้กล่าวไว้ว่า การเขียนข้อสอบจะมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีหลักสำคัญที่ควรคำนึงดังนี้

1. ถามให้ครอบคลุม (comprehensive) คือ ถามได้ครบทุกเรื่องตามหลักสูตร ถามทุกพฤติกรรมการเรียนรู้ และถามแต่ละเรื่องและแต่ละเนื้อหาให้ได้สัดส่วนเหมาะสม นั่นคือ การเขียนข้อสอบต้องเขียนให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร หรือเขียนข้อสอบให้ตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่มีอยู่ของแต่ละเนื้อหา

2. ถามเฉพาะสิ่งที่สำคัญ (significance) ไม่ถามในสิ่งที่ไร้สาระ หรือเรื่องหยุมหยิม ควรถามแต่ในเรื่องที่เป็นประโยชน์เป็นพื้นฐานสำคัญ ถามในสิ่งที่เป็นคุณค่าที่ผู้เรียนควรทราบ ถามในสิ่งที่บอกความสามารถของผู้เรียนได้ และถามในสิ่งที่ถูกผิดตามหลักวิชาที่เป็นสากล

3. ถามให้ลึก (searching) นั่นคือควรถามให้ผู้เรียนได้คิด เช่น ไม่ถามตามตำรา ไม่ถามตามที่ครูเคยสอน ควรถามให้ครบทุกระดับพฤติกรรม ตั้งแต่ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. ถามในสิ่งที่เป็นแบบอย่างที่ดี (examplary) หมายถึงคำถามที่ใช้เป็นข้อสอบนั้นเป็นสิ่งที่ดีเป็นประโยชน์ ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้จากการทำข้อสอบด้วย

5. ถามให้จำเพาะเจาะจง (definite) หมายถึง ใช้คำถามที่ชัดเจนไม่คลุมเครือหรือตีความหมายได้หลายทาง

สมคิด พรมจุ้ย (2557) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวางแผนการออกข้อสอบด้านพุทธิพิสัยและข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบไว้ดังนี้

1. การวางแผนการออกข้อสอบด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1.1 การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบนี้ในงานใด เช่น เพื่อวินิจฉัย เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า เพื่อจัดตำแหน่ง เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน สิ่งเหล่านี้จะชี้แนะว่า ข้อสอบควรมีลักษณะอย่างไรเสมือนเป็นเข็มทิศที่บ่งทิศทางของชาวเรือ

1.2 การกำหนดลักษณะของข้อสอบ มีข้อควรคำนึงหลายประการ ได้แก่ การเลือกแบบข้อสอบ พิจารณาว่าควรจะเลือกออกข้อสอบแบบใดขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในเรื่องความเหมาะสมระหว่างแบบข้อสอบกับเนื้อหาวิชา สภาพการสร้างแบบทดสอบ ระบบการตรวจข้อสอบและการดำเนินการสอบ การกำหนดความยาวของข้อสอบและการกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ การกำหนดจำนวนข้อที่ใช้ในการทดสอบ จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดลองสอบตามปกติจะต้องสร้างให้มากกว่าที่จะสร้างฉบับจริง เพราะเมื่อนำไปทดลองสอบแล้ววิเคราะห์จะปรากฏว่ามีข้อสอบอยู่จำนวนหนึ่งที่ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป ดังนั้น ควรสร้างเผื่อไว้ประมาณ 20 – 30 % การกำหนดความยากของข้อสอบและการกำหนดวิธีดำเนินการสอบ

1.3 การกำหนดเนื้อหาของข้อสอบ เนื้อหาของข้อสอบในที่นี้หมายถึงเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรรวมทั้งวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดสมรรถภาพออกมา

1.4 การจัดทำแผนผังการสร้างข้อสอบ เป็นการวางแผนการสร้างข้อสอบโดยจัดเตรียมตารางการสร้างข้อสอบ ซึ่งเป็นตารางแบบ 2 ทาง ทางหนึ่งคือส่วนที่เป็นเนื้อหา และอีก

ทางหนึ่งคือส่วนที่เป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย การจัดทำแผนผังการสร้างข้อสอบเป็นการระดมความคิดเพื่อกำหนดว่า ข้อสอบฉบับที่ต้องการออกนั้นควรมีกี่ข้อ จะวัดเนื้อหา วัตถุประสงค์และพฤติกรรมใดบ้าง อย่างละกี่ข้อและจะใช้ข้อสอบประเภทใดบ้าง

2. ข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบ

เมื่อวางแผนในการข้อสอบแล้ว ขั้นต่อไปคือการลงมือเขียนข้อสอบ ข้อสอบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบให้เขียนตอบสั้น ๆ และข้อสอบแบบเขียนตอบยาว ข้อพึงระวังในการเขียนตอบมีดังนี้

2.1 ภาษาที่ใช้ต้องชัดเจนเข้าใจง่าย อ่านแล้วเข้าใจได้ตรงกัน

2.2 คำถามนิยมใช้เป็นประโยคที่สมบูรณ์มากกว่าประโยคไม่สมบูรณ์

2.3 หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ ทั้งในคำถามและตัวเลือก

2.4 คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นสูง เช่น กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ควรใช้คำ วลี ข้อความ แผนภาพ กราฟ หรือรูปภาพที่เหมือนกับที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียน

2.5 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากข้อมูลในหนังสือเรียนหรือเอกสารอื่นๆ จะต้องมีความยากเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

2.6 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่เชื่อได้ว่าเป็นจริงหรือเป็นไปได้

2.7 ศัพท์เทคนิคที่ใช้จะต้องไม่ยากเกินไปกว่าที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว

2.8 คะแนนที่จะให้สำหรับข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบตอบยาวต้องกำหนดให้ชัดเจน ในการตรวจให้คะแนนนั้นควรระลึกไว้ว่า คำตอบที่ผู้เรียนตอบนั้นอาจจะไม่ตรงตามที่เฉลยหรือคาดหวังไว้เสมอไป ถ้าผู้เรียนตอบเป็นอย่างอื่นนอกจากที่เฉลยไว้แต่เป็นคำตอบที่มีเหตุผลถูกต้องหรือเป็นไปได้ก็ต้องให้คะแนน และในการออกข้อสอบทุกครั้งจะต้องทำเฉลยไว้ให้ชัดเจนด้วย

2.9 ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

2.9.1 คำและภาษาสำหรับตัวเลือกที่ถูกต้องไม่ซ้ำกับคำและภาษาในตัวคำถาม

2.9.2 ข้อความในตัวเลือกที่ถูกไม่ควรสั้นหรือยาวกว่าข้อความในตัวเลือกอื่น ๆ มากนัก

2.9.3 ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงนั้นจะต้องไม่เป็นข้อความที่ผิด หรือไม่สมเหตุสมผลในตัวของมันเอง

2.9.4 ตัวเลือกควรจัดเรียงลำดับอย่างมีระบบ เช่น เรียงตามตัวเลขจากน้อยไปหามาก หรือเรียงจากคำตอบสั้นไปหาคำตอบยาว

2.9.5 คำถามชัดเจน เหมาะกับผู้เรียนและระดับชั้น

2.9.6 ถามเน้นเรื่องที่ต้องการถามให้ชัดเจน ไม่ถามคลุมเครือ

2.9.7 เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ เป็นพวกเดียวกัน

2.9.8 ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกหรือตัวผิดจะต้องถูกผิดตามหลักวิชา

2.9.9 ตัวลวงแต่ละตัวมีความเป็นไปได้ จากการคิดผิด เข้าใจผิดของผู้เรียนในแบบต่าง ๆ

2.9.10 พยายามใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” ให้น้อยที่สุด

2.9.11 ข้อที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษก็คือ ทั้งตัวคำถามและตัวเลือกของข้อใดข้อหนึ่งจะต้องไม่แนะหรือเป็นคำตอบของข้ออื่นๆ

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายวิธีการ ซึ่งในการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยจะใช้ข้อสอบเป็นส่วนใหญ่ โดยในการสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงจุดประสงค์ของการใช้ผลการสอบ สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย รัดกุม สื่อความหมายตรงกันและมีความเฉพาะเจาะจง การสร้างเครื่องมือวัดที่ดีนั้นจะทำให้ผลการประเมินมีความถูกต้องและเป็นจริง

5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามความหมายของการคิดไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติพุทธศักราช 2530 (2530:429) ระบุไว้ว่า คำว่า คิด หมายถึง นึกคิด ระลึก ตรึกตรอง ส่วนคำว่า วิเคราะห์ หมายถึง ดู สังเกต ใคร่ครวญอย่างละเอียดรอบคอบ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือจุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้นๆ แล้ว เสนอแนะสิ่งที่ดีที่เหมาะสมอย่างยุติธรรม

บลูม (Bloom, 1956) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการของอะไร

ดิวอี้ (Dewey, 1933) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัสเซล (Russel, 1956) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดต้องใช้การพิจารณา ตัดสินในเรื่องราวต่างๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อนๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสินใจ

มาร์ซาโน (Marzano, 2001) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การขยายความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะของข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเดิมที่สะสมอยู่ในความจำระยะสั้นในรูปแบบโครงสร้างขนาดเล็กของสติปัญญาเพื่อสร้างข้อมูลใหม่อย่างอิสระและสามารถสรุปลักษณะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของข้อมูลได้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, น.251) ให้ความหมายคำว่า คิด หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูป หรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาดคะเน คำนวณ มุ่ง จงใจ ตั้งใจ ส่วนคำว่า วิเคราะห์ มีความหมายว่า ใคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้น คำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการใคร่ครวญ ตรึกตรองอย่างละเอียดรอบคอบ แยกเป็นส่วนๆ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาจุดเด่น จุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ และเสนอสิ่งที่เหมาะสมอย่างมีความเป็นธรรมและเป็นไปได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น.24) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการจำแนก แจกแจง และแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น.9) ให้ความหมายของการวิเคราะห์และการคิดวิเคราะห์ว่า การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร การคิดวิเคราะห์ (Analysis Thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ชาตรี สำราญ (2548, น.40-41) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การรู้จักพิจารณา ค้นหาใคร่ครวญ ประเมินค่าโดยใช้เหตุผลเป็นหลัก ในการหา

ความสัมพันธ์เชื่อมโยง หล่อหลอมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์แบบ อย่างสมเหตุสมผลก่อนตัดสินใจ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549, น.5) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาความหมายในข้างต้นพอสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การจำแนกแยกแยะส่วนย่อยๆ ของวัตถุสิ่งของหรือเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างละเอียดรอบคอบ แล้วหาความสำคัญและความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้น เพื่อใช้ในการสรุปหรือตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล

5.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

5.2.1 การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม

ความสามารถทางการคิดของบุคคลของบลูมในระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของผู้เรียนสู่ความสามารถทางการคิดระดับสูง เพราะผู้เรียนเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างชัดเจนผ่านกระบวนการวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ โดยผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการ โดยมีเหตุผลรองรับตามรายละเอียดดังนี้ (Bloom, 1954)

1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่างๆตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ จำแนกออกเป็น

(1) การวิเคราะห์ชนิด หมายถึง ความสามารถในการจำแนก บอกชนิด ลักษณะ ประเภท ของบรรดาข้อความ เรื่องราว วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ และการกระทำต่างๆ ตามกฎเกณฑ์และหลักการใหม่ที่เรากำหนดให้

(2) การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมาย นัยสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่างๆ เช่น ให้จับความสำคัญที่เป็นเนื้อหาสาระและแก่นสารของเรื่องราว วิเคราะห์หาผลลัพธ์ผลสรุป ความเด่นที่มีคุณค่า และความด้อยที่ไร้สาระ หรือสิ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อเรื่องราวนั้นในทางใดทางหนึ่ง

(3) การวิเคราะห์เลศนัย หมายถึง ความสามารถในการแยะแยะ ค้นหาเจตนา ความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างคุณลักษณะสำคัญใดๆ ของบรรดาเรื่องราวต่างๆ เช่น โคลง กลอน บทความ ฯลฯ

3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาโครงสร้างและระบบของบรรดาเรื่องราวและสิ่งต่างๆ ตลอดจนการกระทำต่างๆว่า สิ่งเหล่านั้นรวมกันโดยมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง หรือมีอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง จำแนกเป็น

(1) การวิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่างๆว่าสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมส่วนย่อยๆ เหล่านั้นเข้าเป็นเอกรูปเดียวกัน

(2) การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่างๆ ว่ายึดถืออะไรเป็นหลักการและเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

5.2.2 การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้เหตุผลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติที่กล่าวมาข้างต้น

จากผลการวิจัยต่างๆ วัตสันและเกลเซอร์ สรุปว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยความสามารถย่อยๆ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสิน จำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. การตั้งสมมติฐาน (Recognition of Assumption) เป็นการวัดในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3. การนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้าง โดยใช้หลักตรรกศาสตร์

4. การแปลความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูล/หลักฐาน เพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป

5. การประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดมีความสมเหตุสมผล

5.2.3 การคิดวิเคราะห์ตามแนวของมาร์ซาโน

มาร์ซาโน (Marzano, 2001) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบตนเอง (self-system) ระบบอภิปัญญา (metacognitive system) และระบบความรู้ (cognitive system)

เมื่อเผชิญกับทางเลือกของการเริ่มต้นภาระงานใหม่ ระบบตนเองจะตัดสินใจว่าจะทำตามพฤติกรรมเช่นปัจจุบัน หรือเข้าร่วมในกิจกรรมใหม่ ระบบอภิปัญญาจะกำหนดเป้าหมายและติดตามว่าจะทำได้ดีเพียงใด ส่วนระบบความรู้จะจัดทำกระบวนการให้ข้อมูลที่จำเป็นและขอบเขตความรู้จัดเตรียมเนื้อหาให้

ระบบความรู้ แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. การเรียกใช้ความรู้ การเรียกใช้ความรู้เกี่ยวข้องกับการทวนซ้ำข้อมูลจากความทรงจำถาวร นักเรียนเพียงแค่เรียกข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ หรือกระบวนการตามที่เก็บไว้ได้อย่างถูกต้อง

2. ความเข้าใจ ในระดับที่สูงขึ้น ความเข้าใจต้องระบุสิ่งที่สำคัญที่จะจำและวางข้อมูลนั้นไว้ในหมวดหมู่ที่เหมาะสม ดังนั้น ทักษะแรกของความเข้าใจต้องระบุองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของแนวคิดรวบยอดและตัดทิ้งส่วนที่ไม่สำคัญ ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการเดินทางของเลวิสและคลาด (Lewis and Clark) ควรที่จะจำเส้นทางซึ่งนักสำรวจใช้ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนอาวุธที่พวกเขานำติดตัวไป

3. การวิเคราะห์ คือ การจับคู่ การแยกแยะหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การกำหนดเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป การกำหนดเฉพาะเจาะจง ด้วยการเข้ามีส่วนร่วมในกระบวนการนี้ผู้เรียนสามารถใช้สิ่งที่กำลังเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และคิดค้นวิธีการใช้สิ่งที่เรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่

4. การนำความรู้ไปใช้ เป็นระดับสุดท้ายของกระบวนการความรู้สอดคล้องกับการใช้ความรู้ประกอบด้วย การตัดสินใจ เป็นกระบวนการความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนักทางเลือกเพื่อกำหนดการกระทำที่เหมาะสมที่สุด การแก้ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อต้องเผชิญกับอุปสรรคที่ขัดขวางการไปสู่เป้าหมาย การสืบค้นจากการทดลองเกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานต่อปรากฏการณ์ทางจิตวิทยาและทางกายภาพ และการสำรวจสืบค้น คล้ายคลึงกับการสืบค้นจากการทดลอง แต่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในอดีต ปัจจุบันหรืออนาคต ไม่เหมือนการสืบค้นจากการทดลองซึ่งมีกฎที่เฉพาะเจาะจงเพื่อเป็นหลักฐานที่อยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ

การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

มาร์ซาโน (Marzano. 2001, น.30 – 60) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภทและกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ประเภทของความรู้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็นจากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยากเป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผลเฉพาะเรื่องและหลักการ

2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติอันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อจากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น

กระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลมี 6 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุป สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมุติฐานและการทดลองสมมุติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (2001) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. การจับคู่ (matching) หมายถึง ความสามารถในการระบุความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือนและความต่างได้

2. การจัดหมวดหมู่ (classification) หมายถึง ความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดเรียงลำดับและประเภทของแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน

3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่าง ๆ

4. การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (generalizing) หมายถึง ความสามารถในการอุปมาน คือการใช้เหตุผลจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่ว ๆ ไป และการอนุมาน คือการใช้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงถึงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้ เป็นความสามารถในการสร้างหลักการเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนด

5. การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (specifying) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง และสรุปได้ว่าหลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของบุคคลสู่ความสามารถทางการคิดระดับสูง ซึ่งนำข้อมูลที่ได้รับรู้มาผ่านกระบวนการวิเคราะห์หลักการ หาความสัมพันธ์ของข้อมูล หาความเหมือนความต่าง แสดงการจัดหมวดหมู่ หรือนำข้อมูลต่าง ๆ มาสรุป โดยการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สนใจและนำแนวคิดทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโนมาใช้ในการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

(Marzano. 2001, p.71-83)

กระบวนการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) แบ่งเป็น 5 ด้าน คือ ด้านการจับคู่ (matching) ด้านการจัดหมวดหมู่ (classification) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (generalizing) และด้าน

การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (specifying) โดยการะบวนการคิดแต่ละด้านอาศัยขอบเขตความรู้ 3 ประการ คือ ด้านข้อมูล (information) ด้านกระบวนการคิด (mental procedures) และด้านกระบวนการปฏิบัติ (psychomotor procedures) มีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 ด้านการจับคู่

การจับคู่ คือ ความสามารถในการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือน ความแตกต่างได้ ตัวอย่างเช่น ถ้า “เฟรด” จะระบุความรู้เกี่ยวกับสงครามเมืองเกตติสเบิร์กได้ต้องสามารถแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสงครามเมืองเกตติสเบิร์กและสงครามอื่นๆ ได้ โดยคำถามที่ส่งผลต่อการคิด คือ จงระบุว่าสงครามเมืองเกตติสเบิร์กเหมือนและต่างจากสงครามแอทแลนต้าอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการจับคู่

1) ด้านข้อมูล: ผู้เรียนสามารถระบุรายละเอียด ข้อสรุปหรือหลักสำคัญของข้อมูลต่างๆ ได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างคำถาม

จงอธิบายว่า สิ่งต่างๆ ที่พบในธรรมชาติ 2 กลุ่มนี้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ?

2) ด้านกระบวนการคิด: ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่า ทักษะต่าง ๆ เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างคำถาม

จงอธิบายว่า การระบายสีโดยการใช้สีน้ำกับสีน้ำมันเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร?

3) ด้านกระบวนการปฏิบัติ: ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าทักษะและกระบวนการปฏิบัติการต่างๆ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างคำถาม

จงอธิบายว่าในการเล่นกีฬาเทนนิส การเปลี่ยนเสิร์ฟเหมือนและต่างกับการเปลี่ยนคอร์ดการเล่นอย่างไร?

จากการกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ข้างต้น พอสรุปได้ว่า การจับคู่เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนพื้นฐานที่แสดงการจับคู่ คือ ระบุสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

ระบุคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่จะวิเคราะห์ กำหนดว่าคุณลักษณะหรือคุณสมบัตินั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และระบุหรือบอกความเหมือนและความแตกต่างได้ถูกต้อง

5.3.2 ด้านการจัดหมวดหมู่

ด้านการจัดหมวดหมู่ (classification) คือ ความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดเรียงลำดับและประเภทของแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน

วัตถุประสงค์ของการจัดหมวดหมู่

1) ด้านข้อมูล: ผู้เรียนสามารถระบุรายละเอียดเฉพาะของหมวดหมู่หรือสามารถจัดประเภทข้อมูลให้เป็นข้อสรุปและหลักการ

ตัวอย่างคำถาม

ให้อธิบายว่าหลักการและทฤษฎีทั่ว ๆ ไปใดบ้างเป็นของเบอร์นูยี และแต่ละหลักการนั้นอยู่ในกลุ่มทฤษฎีเหล่านั้นได้อย่างไร

2) ด้านกระบวนการคิด: ผู้เรียนสามารถจัดประเภทของทักษะกระบวนการต่าง ๆ ได้

ตัวอย่างคำถาม

ทักษะใดบ้างที่เป็นการอ่านกราฟแท่ง จงอธิบาย

3) ด้านกระบวนการปฏิบัติ: ผู้เรียนสามารถจัดประเภทของทักษะกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ ได้

ตัวอย่างคำถาม

ให้จัดประเภทของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะการบริหารกล้ามเนื้อเอ็นใต้หัวเข่า

จากการกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ สรุปได้ว่า การจัดหมวดหมู่เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียงลำดับแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย โดยมีส่วนประกอบของการแยกแยะหมวดหมู่ คือ ระบุสิ่งที่ต้องการจัดหมวดหมู่ ระบุคุณลักษณะที่สำคัญของสิ่งที่ต้องการจัดหมวดหมู่ จำแนกหมวดหมู่ย่อยที่จะจัดสิ่งต่าง ๆ ลงไปและอธิบายว่า ทำไมจึงจัดสิ่งนั้นไว้ในหมวดหมู่นั้น จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ย่อย ๆ และอธิบายได้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.3.3 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) คือ ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่างๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องจากสถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

1) ด้านข้อมูล: ผู้เรียนสามารถสรุปเหตุผลจากรายละเอียดของข้อมูลและสรุปเหตุผลของตัวอย่างหรือสถานการณ์ใหม่ได้

ตัวอย่างคำถาม

ข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในสงครามของหมู่เกาะชิลี ให้อธิบายว่าข้อมูลใดที่เป็นเหตุเป็นผลกันและไม่เป็นเหตุเป็นผลกัน เพราะเหตุใด

2) ด้านกระบวนการคิด: ผู้เรียนสามารถประยุกต์ทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อระบุข้อผิดพลาดในการดำเนินการตามกิจกรรมต่าง ๆ ได้

ตัวอย่างคำถาม

จอห์นได้บวกเลข 3 สองตัว เลข 4 สามตัว ได้เท่ากับ เลข 7 ห้าตัว จงอธิบายข้อผิดพลาดในการคำนวณของเขา

3) ด้านกระบวนการปฏิบัติ: ผู้เรียนสามารถประยุกต์ทักษะกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ เพื่อระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติ

ตัวอย่างคำถาม

ฉันกำลังสาธิตการตีแบคแฮนด์ในกีฬาเทนนิส แต่ฉันทำผิด จงอธิบายว่าทำอะไรผิด อย่างไร

จากกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด สรุปได้ว่าการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและการประยุกต์ในความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่งซึ่งประกอบด้วย การตัดสินแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ อย่างระมัดระวังโดยคำนึงถึงเกณฑ์ที่ชัดเจนและจำแนกข้อผิดพลาดต่าง ๆ ด้วยการให้เหตุผล

5.3.4 ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป

ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (generalizing) หมายถึง ความสามารถในการอุปมาน (induction) คือการให้เหตุผลจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่ว ๆ ไป และการอนุมาน (deduction) คือการให้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงถึงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้

วัตถุประสงค์ของการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป

1) ด้านข้อมูล: ผู้เรียนสามารถสร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานความรู้เดิม

ตัวอย่างคำถาม

พวกเรากำลังศึกษาการลอบสังหารนักการเมืองที่เกิดขึ้น จากตัวอย่างเหล่านี้ ข้อสรุปอะไรที่สามารถเกิดขึ้นได้เกี่ยวกับการลอบสังหาร? จงหาหลักฐานอ้างอิง

2) ด้านกระบวนการคิด: ผู้เรียนสามารถสร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานข้อมูลเกี่ยวกับทักษะที่กำหนด

ตัวอย่างคำถาม

นักเรียนสรุปจากความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะที่มีผลต่อการอ่านชนิดของแผนภูมิและกราฟ

3) ด้านกระบวนการปฏิบัติ: ผู้เรียนสามารถสร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานข้อมูลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการปฏิบัติที่กำหนด

ตัวอย่างคำถาม

จงสรุปหลักการตีลูกเบสบอลแบบการตีลูกโค้ง

จากกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป สรุปได้ว่า การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป เป็นกระบวนการอุปมาน คือการใช้เหตุผลจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่ว ๆ ไป และการอนุมาน คือการใช้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้

5.3.5 ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ

ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (specifying) ความสามารถในการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง และสรุปได้ว่าหลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป

1) ด้านข้อมูล: ผู้เรียนสามารถระบุลักษณะที่ถูกต้องหรือต้องถูกต้องภายใต้เงื่อนไขที่สัมพันธ์กับข้อสรุปที่ได้รับ และสามารถทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่สัมพันธ์กับหลักการที่ได้รับ

ตัวอย่างคำถาม

เราทราบว่า วงโคจรของโลกมีรูปไข่ ซึ่งมีสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก โลกโคจรเป็นวงกลม สิ่งใดบ้างที่ควรจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง อธิบายเหตุผล

2) ด้านกระบวนการคิด: ผู้เรียนสามารถปรับทักษะกระบวนการต่าง ๆ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องการเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้

ตัวอย่างคำถาม

นักเรียนจะต้องปรับกระบวนการอ่านกราฟแท่งอย่างไร ถ้าไม่มีหัวข้อที่ถูกกำหนดไว้ อธิบายว่าทำไมจึงจำเป็นต้องมีการปรับกระบวนการดังกล่าว

3) ด้านกระบวนการปฏิบัติ: ผู้เรียนสามารถปรับทักษะกระบวนการปฏิบัติและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้

ตัวอย่างคำถาม

อธิบายว่าอะไรจะเกิดขึ้นระหว่างการเตะกวาดแบบราวด์เฮ้าท์ (Roundhouse) ในกีฬาคาราเต้ ถ้าการเคลื่อนที่ครั้งแรกเตะขึ้นเข่าสูงเท่ากับหน้าอกของคุณ

จากกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ สรุปได้ว่าการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ เป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง โดยมีขั้นตอน คือ บ่งชี้สถานการณ์เฉพาะที่จะนำมาวิเคราะห์ ระบุหลักการและข้อสรุปทั่วไปที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์เฉพาะ พิจารณาว่าสถานการณ์เฉพาะนั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขของหลักการหรือข้อสรุปทั่วไปที่นำมาใช้หรือไม่ และทำข้อสรุปและคาดการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์เฉพาะนั้น

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของมาร์ซาโน จะเห็นว่า การสร้างแบบทดสอบทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านการจับคู่ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไปและด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะอาศัยขอบเขตความรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านข้อมูล ด้านกระบวนการคิดและด้านกระบวนการปฏิบัติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเอาแนวทางการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของมาร์ซาโนมาใช้การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างแบบทดสอบที่ได้มาตรฐาน ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการหาคุณภาพเครื่องมือซึ่งได้จากการศึกษาทฤษฎีการทดสอบซึ่งเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบ วิธีการ

แก้ปัญหาการทดสอบ และพัฒนาเครื่องมือการทดสอบได้มีการพัฒนาขึ้นมาตามแนวคิดที่นักทฤษฎีพิจารณาขึ้นมาว่าสมเหตุสมผล สำหรับสนองความต้องการในการวัดคุณลักษณะเฉพาะเจาะจงต่างๆ ของบุคคล การหาคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

6.1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นรายข้อ

6.1.1 ความยาก (Difficulty)

ความยาก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้น มีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีคนตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544)

สรุปได้ว่า ความยากของข้อสอบ หมายถึง จำนวนร้อยละหรือสัดส่วนของคนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด วิเคราะห์โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบที่ถูก

T แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$0.80 < P \leq 1.00$ แสดงว่าเป็นข้อสอบง่ายมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

$0.60 < P \leq 0.80$ แสดงว่าเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ดี)

$0.40 < P \leq 0.60$ แสดงว่าเป็นข้อสอบง่ายปานกลาง (ดีมาก)

$0.20 < P \leq 0.40$ แสดงว่าเป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ดี)

$0.00 < P \leq 0.20$ แสดงว่าเป็นข้อสอบยากมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

สรุปได้ว่า ความยากของข้อสอบ หมายถึง จำนวนร้อยละหรือสัดส่วนของคนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ดังนั้นค่าความยากควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ถ้ามีค่าความยากน้อยกว่า 0.20 หรือมากกว่า 0.80 ควรตัดทิ้งหรือมีการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้น

6.1.2 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่า คนเก่ง

จะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544, น. 142–154)

การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2555, น. 9-59)

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

หรือ

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

โดยทั่วไปแล้ว ค่าอำนาจจำแนกจะพิจารณาระดับอำนาจจำแนก ดังนี้

$r \geq 0.40$	ความหมาย	ดีมาก
$0.30 \geq r \geq 0.39$	ความหมาย	ดี
$0.20 \geq r \geq 0.29$	ความหมาย	ปานกลาง
$0.00 \geq r \geq 0.19$	ความหมาย	ปรับปรุง
$r < 0.00$	ความหมาย	ตัดทิ้ง

สรุปได้ว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบในการแบ่งผู้สอบออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงหรือกลุ่มเก่งกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำหรือกลุ่มอ่อน ซึ่งข้อสอบที่ดีนั้นคนเก่งจะต้องตอบถูกและคนอ่อนจะต้องตอบผิดในข้อนั้น โดยค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

6.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทั้งฉบับ

6.2.1 ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น (reliability) คือ ความแน่นอนของผลของการวัด ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งผลจะต้องเท่ากัน ภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์เดียวกัน (กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540, น. 157)

เครื่องมือที่เชื่อมั่นได้หมายถึงเครื่องมือนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผันเปลี่ยนไปมา การวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำกี่ครั้งก็ได้ผลเหมือนเดิม หรือการวัดแต่ละครั้งจะให้ผลสอดคล้องต้องกัน (ชวาล แพรัตกุล. 2516, น. 136)

แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้จะสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ปกติในการสอบแต่ละครั้งคะแนนที่ได้มักไม่คงที่ แต่ถ้าอันดับที่ของผู้สอบยังคงที่เหมือนเดิมก็ยังถือว่าข้อสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากความเชื่อมั่นของข้อสอบ หมายถึงความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบของคนกลุ่มเดิมหลายๆ ครั้ง การหาค่าความเชื่อมั่นจึงยึดหลักการสอบหลายๆ ครั้ง แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการสอบหลายครั้งนั้น ถ้าคะแนนของผู้สอบแต่ละคนคงที่หรือขึ้นลงตามกันแสดงว่า ข้อสอบนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง

วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Procedure) เป็นวิธีที่นิยมกันมากเนื่องจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว โดยมีข้อตกลงของแบบทดสอบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจะต้องวัดลักษณะเดียวหรือวัดองค์ประกอบเดียวร่วมกัน มีความยากง่ายเท่ากันและมีระบบการให้คะแนนเป็น Dichotomous คือ คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน มีวิธีการดังนี้

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในเครื่องมือวิจัย

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 – p

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับนั้น เป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่นได้ว่าไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนี้มาใช้วัดผลกี่ครั้งยังให้ผลคงที่ ผู้เข้าสอบยังทำคะแนนในแต่ละครั้งของการสอบไม่แตกต่างกัน

6.2.2 ความเที่ยงตรง

การทำให้เครื่องมือมีความเที่ยงตรง ต้องมาจากกระบวนการสร้างคือ ผู้สร้างเครื่องมือต้องกำหนดเป้าหมายของการสร้างเครื่องมือนั้นให้ชัดเจนว่า มีวัตถุประสงค์อะไร เช่น ต้องการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องใด ระดับใด การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความตั้งใจในการใช้เครื่องมือนั้น ประเภทของความเที่ยงตรงที่สำคัญมี 3 ประการคือ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539, น. 177)

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้ตรงในขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ว่าเครื่องมือวัดนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมและเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดจริง การพิจารณาว่าเครื่องมือที่สร้างมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่ จึงจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ทั้งในประเด็นความเหมาะสมของขอบเขตของเนื้อหา และความสอดคล้องของข้อสอบที่สร้างขึ้นว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาและมีคุณลักษณะเหมาะสม ตรงกับประเด็นที่ต้องการวัดหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือจึงจำเป็นต้องตรวจสอบใน 2 ประเด็นหลักโดยผู้เชี่ยวชาญ (สุธรรม์ จันทร์หอม, 2549)

(1) การตรวจสอบว่าข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนของขอบเขตเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดหรือไม่ ควรเริ่มจาการตรวจสอบโครงสร้างของตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการวางแผนการสร้างข้อสอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นตารางสองทางที่ประกอบด้วยเนื้อหาและพฤติกรรมที่เป็นขอบเขตที่แบบสอบมุ่งวัด ในการนี้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาหรือครูผู้สอนในรายวิชาและในระดับเดียวกันควรตรวจสอบความเหมาะสมของการกำหนดการสร้างข้อสอบว่าครอบคลุมระดับผลการเรียนรู้ที่สำคัญและเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และควรตรวจสอบน้ำหนักหรือจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดว่ากำหนดไว้เหมาะสมหรือไม่

(2) การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบ แต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยใช้วิธีของโรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (Rovinell และ Hambleton) คือ นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่า แต่ละข้อวัดตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ โดยให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดวัตถุประสงค์นั้น

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดวัตถุประสงค์นั้นหรือไม่

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่วัดวัตถุประสงค์นั้น

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของโรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (กัญจนา ลินทรัตน ศิริกุล, 2555 น. 9-53) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น-1

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับข้อสอบมีค่าระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ค่า -1.0 แสดงถึงการขาดความสอดคล้องในการวัดของข้อสอบข้อนั้นกับวัตถุประสงค์ ส่วน +1.0 แสดงถึงความสอดคล้องระหว่างข้อสอบข้อนั้นที่วัดวัตถุประสงค์นั้นอย่างสมบูรณ์ ค่าดัชนีความสอดคล้องต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 ค่าที่ได้นี้เรียกว่า ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective congruence) (กรมวิชาการ, 2524, น.147-148)

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นและสำคัญของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นใช้วัดผลและประเมินผลการเรียนของนักเรียนทั้งนี้เพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนในระยะเวลาที่กำหนด เครื่องมือวัดที่เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงต้องแสดงถึงความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion Related Validity) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงถึงความแม่นยำของคะแนนที่ได้ในการใช้เป็นตัวทำนายผลการปฏิบัติของผู้ตอบตามเกณฑ์บางประการ เช่น ในการสอบข้อเขียนเพื่อให้ใบอนุญาตขับรถแก่บุคคล หากบุคคลตอบข้อสอบได้คะแนนสูงและสามารถขับรถได้อย่างถูกต้องตามกฎจริง มีความปลอดภัยในการขับรถ แสดงว่า ผลการสอบข้อเขียนนั้นมีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ ในการปฏิบัติการหาความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ต้องการหลักฐานที่ว่า คะแนนจากการสอบข้อเขียนมีความสัมพันธ์กับ

ผลการวัดตามเกณฑ์ที่แบบสอบต้องการนำไปใช้ทำนายหรือไม่ ในกรณีที่เกณฑ์ที่เครื่องมือวัดต้องการทำนาย เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่นเดียวกับการสอบจากเครื่องมือนั้น เราเรียกว่าเครื่องมือนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) เช่น แบบสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ จะมีความเที่ยงตรงตามสภาพ ก็ต่อเมื่อคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์สูงกับผลการปฏิบัติของผู้เรียนเมื่อนำความสามารถในการคำนวณไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง หรือเมื่อต้องเผชิญกับสภาพการณ์ในการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยความสามารถในการคำนวณจริง หากนักเรียนทำคะแนนจากการสอบแบบทดสอบความสามารถในการคำนวณได้คะแนนสูง แต่ในสภาพการณ์จริงไม่สามารถนำหลักการคิดคำนวณดังกล่าวไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แบบทดสอบความสามารถในการคำนวณจะขาดความเที่ยงตรงตามสภาพ (สุธรรม์ จันทร์หอม, 2549, น. 124)

ดังนั้น การหาค่าความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ จึงสามารถคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือนั้น กับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือวัด ตามเกณฑ์ที่แบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นมุ่งทำนาย หากเกณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ที่เกิดในเวลาเดียวกับการสอบด้วยเครื่องมือนั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะแสดงความเที่ยงตรงตามพยากรณ์ (Predictive Validity)

แบบทดสอบวัดความถนัดโดยทั่วไป ควรมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ เพราะความถนัดเป็นสมรรถภาพที่แสดงถึงความสำเร็จในการเรียนรู้ ในเรื่องที่วัดในอนาคต คนที่ถนัดจะมีโอกาสสูงกว่าคนที่ไม่ถนัด ในขณะเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีความเที่ยงตรงตามสภาพปัจจุบันนั่นคือ ผลของการตอบของผู้เรียนควรสะท้อนถึงความสามารถในการปฏิบัติจริงเมื่อผู้เรียนนำไปใช้ในสถานการณ์จริงด้วย

3) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงได้ว่า วัดคุณลักษณะที่ต้องการและได้นิยามตามแนวคิดเชิงโครงสร้างของคุณลักษณะดังกล่าวนั้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หากสามารถวัดได้ตามโครงสร้างของพฤติกรรมที่แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ประกอบด้วยการแสดงความสามารถทางด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น จะแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โครงสร้าง คือ กรอบแนวคิดที่ใช้อธิบายคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่บุคคลครอบครองและเป็นสิ่งที่เครื่องมือต้องการวัด คุณลักษณะดังกล่าวนี้เป็นคุณลักษณะทางจิตวิทยา เช่น เจตคติต่อการเรียน บุคลิกภาพ แรงจูงใจ ความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องอาศัยแนวคิดในเชิงทฤษฎีที่อธิบายคุณลักษณะเหล่านี้ จะเรียกว่าเครื่องมือวัดดังกล่าวมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธีเชิงประจักษ์สามารถตรวจสอบได้หลายวิธีดังนี้ (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2545, น. 136-137)

1) วิธีใช้กลุ่มรู้ชัด (Known-Group Method) วิธีนี้จะกำหนดกลุ่มบุคคลที่จะตอบเครื่องมือตามเกณฑ์คุณลักษณะที่วัดไว้ก่อน เช่น ต้องการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามทฤษฎีของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน ถ้าสามารถกำหนดกลุ่มผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีเจตคติต่อการเรียนต่ำ และกลุ่มที่มีเจตคติต่อการเรียนสูงออกจากกันแล้วนำบุคคล 2 กลุ่มนี้มาสอบด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียน หากผู้ที่กำหนดไว้ว่ามีเจตคติต่อการเรียนสูงสามารถตอบแบบสอบได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ถูกกำหนดว่ามีเจตคติต่อการเรียนต่ำก็แสดงว่า แบบวัดเจตคติต่อการเรียนดังกล่าวแสดงความเที่ยงตรงตามทฤษฎี

2) วิธีตรวจสอบกับผลการสอบชุดอื่น (Interest Method) การหาสหสัมพันธ์ของคะแนนสอบจากเครื่องมือนั้นกับคะแนนสอบจากเครื่องมือต่างชุดที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน โดยเครื่องมือที่เป็นเกณฑ์ในการนำมาหาค่าสหสัมพันธ์นั้นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพแล้วว่าสามารถวัดคุณลักษณะนั้นได้จริง เช่น แบบสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

3) การใช้วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือข้อสอบแต่ละข้อว่าสามารถวัดองค์ประกอบร่วมเดียวกันหรือไม่ และองค์ประกอบร่วมที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความสัมพันธ์กันสูงในองค์ประกอบนั้นเป็นไปตามแนวคิดในการสร้างเครื่องมือนั้นหรือไม่ เช่น แบบวัดเจตคติต่อการเรียน หากประกอบด้วยข้อกระทงที่วัดองค์ประกอบร่วม 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบทางด้านความเชื่อความศรัทธาต่อการเรียน และองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกต่อการเรียนแล้ว เมื่อนำผลการวัดจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนนั้น ไปวัดบุคคลที่ต้องการจะวัด แล้วนำผลการวัดมาวิเคราะห์ตัวประกอบ ผลที่ได้ควรได้องค์ประกอบร่วม 2 องค์ประกอบ ที่ข้อกระทงที่วางแผนไว้มีน้ำหนักอยู่บนองค์ประกอบส่วนนั้นๆ

4) การใช้วิธีลักษณะหลากวิธีหลาย (Multitrait-Multimethod Technique) เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามทฤษฎีด้วยวิธีเชิงประจักษ์ตามแนวความคิดของแคมพ์เบลล์และ ฟิสค์ (Campbell and Fiske, 1959) ว่า เครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงตามทฤษฎี จะแสดงผลการวัดที่มีความสอดคล้องกันในการวัดคุณลักษณะเดียวกันด้วยเครื่องมือที่ต่างกันและในขณะเดียวกันจะแสดงผลการวัดที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์ต่ำกับผลการวัดที่วัดคุณลักษณะต่างกัน แม้จะวัดด้วยวิธีเดียวกัน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ของการวัด ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC)

จากการศึกษาข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อโดยการหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกและคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับโดยการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 และค่าความเที่ยงตรงด้วยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) นั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเอาการตรวจสอบเครื่องมือมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.3 คุณลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี

เครื่องมือวัดผลที่ดี นอกจากจะต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น มีความยากง่ายพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด รายละเอียดดังกล่าวข้างต้นแล้ว เครื่องมือวัดผลที่ดียังต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. *ความเป็นปรนัย (Objectivity)* หมายความว่า ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลครั้งนั้นมีความเห็นสอดคล้องกันในเรื่องของคำถาม ค่าของคะแนนหรืออันดับที่ที่วัดได้ตลอดจนการแปลงค่าคะแนนเป็นผลประเมินในการตัดสินคุณค่าก็สอดคล้องตรงกัน (ภัทรา นิคมานนท์, 2543, น. 133)

การพิจารณาความเป็นปรนัยของแบบทดสอบมีหลายประการ คุณสมบัติความเป็นปรนัยของแบบทดสอบที่สำคัญ ได้แก่ คุณสมบัติ 3 ประการ คือ

1) ชัดแจ้งในความหมายของคำถาม ข้อสอบที่เป็นปรนัย ทุกคนที่อ่านข้อสอบไม่ว่าจะเป็นผู้สอบหรือผู้ตรวจข้อสอบย่อมจะเข้าใจตรงกันไม่ตีความไปคนละแบบ

2) ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย ไม่ว่าจะเป็นผู้ออกข้อสอบหรือใครก็ตามสามารถตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน ข้อสอบที่ผู้ตรวจเฉลยไม่ตรงกัน แสดงให้เห็นถึงความไม่ชัดเจนในคำถามหรือคำตอบ

3) แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน โดยทั่วไปข้อสอบปรนัยนั้นผู้ตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ตอบผิดจะได้ 0 คะแนน จำนวนคะแนนที่ได้จะแทนจำนวนข้อที่ถูก ทำให้สามารถแปลความหมายได้ชัดเจนว่าใครเก่ง อ่อนอย่างไร ตอบถูกมากน้อยต่างกันอย่างไรข้อสอบประเภทถูกผิด จับคู่ เติมคำ เลือกตอบที่ขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง อาจกล่าวได้ว่าเป็นข้อสอบปรนัยเฉพาะรูปแบบของข้อสอบเท่านั้น ส่วนคุณสมบัติยังไม่เป็นปรนัยค วามเป็นปรนัยของข้อสอบ จะทำให้

เกิดคุณสมบัติทางความเชื่อมั่นของคะแนน อันจะนำไปสู่ความเที่ยงตรง ของการวัดผลด้วย (ชวาล แพรัตกุล. 2516, น. 131)

2. ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพหมายถึง เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลได้ถูกต้องเชื่อถือได้โดยลงทุนน้อยที่สุดไม่ว่าจะเป็นการลงทุนในแง่เวลา แรงงาน และทุนทรัพย์ รวมทั้งความสะดวกสบายคล่องตัวในการรวบรวมข้อมูล ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดโดยใช้เวลาแรงงานและเงินน้อยที่สุด แต่ประโยชน์ที่ได้จากการสอบคุ้มค่า ข้อสอบที่พิมพ์ผิดตกหล่นมาก จำนวนหน้าไม่ครบ รูปแบบของแบบทดสอบเรียงไม่เป็นระเบียบทำให้ผู้สอนเกิดความสับสน มีผลต่อคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสิ้น การจัดรูปแบบของข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบเพื่อให้ดูง่ายมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย นิยมพิมพ์แบ่งครึ่งหน้ากระดาษ

3. ความยุติธรรม (Fair) ข้อสอบที่ดีต้องไม่เปิดโอกาสให้เด็กได้เปรียบเสียเปรียบกัน เช่น ข้อสอบบางฉบับครูไปเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งตรงกับเรื่องที่เด็กทำรายงานในบางกลุ่ม ทำให้กลุ่มนั้นได้เปรียบคนอื่นๆ ข้อสอบบางข้อใช้คำถามหรือข้อความที่แนะคำตอบ ทำให้นักเรียนใช้ไหวพริบเดาได้ การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเพียง 5 หรือ 10 ข้อมาทดสอบเด็กนั้นไม่อาจสร้างความยุติธรรมในการสอบให้แก่เด็กได้ เพราะผู้สอบมีโอกาสเก็งข้อสอบได้ถูกมากกว่าแบบปรนัยที่ถามถึง 100 ข้อ

4. คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ถามลึก ไม่ถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น แต่จะถามวัดความเข้าใจ การนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหา วิเคราะห์ ตลอดจนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา จนท้ายที่สุดคือ การประเมินผลคำถามที่ถามลึกนั้นผู้ตอบต้องคิดค้นก่อนจึงจะสามารถหาคำตอบได้ มิใช่เพียงแต่ระลึกถึงประสบการณ์ต่างๆ เพียงตื้น ๆ ก็ตอบปัญหาได้ แต่เป็นแบบทดสอบที่วัดความลึกซึ้งทางวิชาการตามแนวดิ่งมากกว่าจะวัดตามแนวกว้าง

5. คำถามยั่วยุ (Exemplary) ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะท้าทายให้เด็กอยากคิดอยากทำ มีลีลาการถามที่น่าสนใจ ไม่ถามวนเวียนซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย การใช้รูปภาพประกอบก็เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบน่าสนใจ ข้อสอบที่ยากเกินไปทำให้ผู้สอบหมดกำลังใจที่จะทำ ส่วนข้อสอบที่ง่ายเกินไปก็ไม่ท้าทายให้อยากทำ การเรียงคำถามจากข้อง่ายไปหายากเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบมีลักษณะท้าทายน่าทำ

6. จำเพาะเจาะจง (Definite) คำถามที่ดีต้องไม่ถามกว้างเกินไป ไม่ถามคลุมเครือหรือเล่นสำนวนให้ผู้สอบงง ผู้เรียนอ่านแล้วต้องเข้าใจชัดเจนว่าครูถามอะไร ส่วนจะตอบได้หรือไม่อยู่ที่ความสามารถของผู้ตอบเป็นสำคัญ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า คุณภาพเครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากและอำนาจจำแนกที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสม มีความเป็นปรนัย มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามยั่วยุและมีความจำเพาะเจาะจง จึงสามารถนำเครื่องมือมาวัดผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

รัฐชาติ แสงคง (2550) ศึกษาผลของการเรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความคิดเชิงมโนทัศน์ ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโตน อำเภอศรีนครินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพัทลุง พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีความคิดเชิงมโนทัศน์ ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อติพร สื่อสุทธิญา (2554) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้ว เขต 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเทคนิคผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประถมพร โคตา (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานพ สิงห์วี (2556) ศึกษาผลการสอนโดยใช้ผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เกศินี โกมล (2557) ศึกษาผลการใช้ผังกราฟิกประกอบกับการสอนแบบ 7 อี ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ผังกราฟิกประกอบกับการสอนแบบ 7 อี มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ศึกษาผลการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ฟอกซ์เวอร์ธี (Foxworthy, 1995) ศึกษาผลของการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะการสังเกต และทักษะคาดคะเนทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกรด 4 เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนเกรด 6 เป็นกลุ่มควบคุม การทดลองทำโดยให้ครูในแต่ละระดับชั้นที่อยู่ในกลุ่มทดลองนำเสนอมโนทัศน์หลักการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ผังกราฟิกแบบต่างๆ ส่วนครูในกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตและถ่ายภาพบรรยากาศในชั้นเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ ANCOVA ปรากฏว่า คะแนนการเรียนรู้หลังเรียนของกลุ่มที่ใช้ผังกราฟิกเกรด 4 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนการเรียนรู้ภายหลังของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้ผังกราฟิก คือ นักเรียนเกรด 6 เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้เกิดแก่ผู้เรียนได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง มีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง 15 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 265 คน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลของประชากร ปรากฏว่า มีสภาพบริบท พื้นฐานทางสังคม เช่น ครูผู้สอน สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ตลอดจนอาชีพของผู้ปกครอง ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มีอายุและประสบการณ์การสอนใกล้เคียงกัน เป็นโรงเรียนนอกเมือง ฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัวอยู่ในระดับปานกลาง ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม รวมทั้งผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ย้อนหลัง 3 ปี ไม่แตกต่างกัน เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ ถือว่าความแตกต่างในเรื่องครูผู้สอน สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ตลอดจนอาชีพของผู้ปกครองไม่มีผลกระทบต่อการทดลอง

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยสุ่มโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากหนังสือ เอกสาร บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล

2) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) ศึกษาเนื้อหาสาระ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสาร ตำราอื่น ๆ

4) กำหนดโครงการสอน โดยแบ่งออกเป็นสาระย่อย ๆ ให้ครอบคลุมตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 โครงการสอน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

ที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	สมบัติและสถานะของสาร	2
2	ความเป็นกรด – เบสของสาร	2
3	การเปลี่ยนสถานะของสาร	3
4	การละลายของสาร	2
5	การเปลี่ยนแปลงของสาร	2
6	การแยกสาร	3
7	สารเคมีในการดำรงชีวิตและการวิธีการใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	2
8	ผลการเปลี่ยนแปลงของสาร	2
	รวม	18

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน จำนวน 8 แผน เวลา 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

(1) มาตรฐานและตัวชี้วัด

(2) จุดประสงค์การเรียนรู้

(3) แนวคิด/สาระสำคัญ

(4) กระบวนการจัดการเรียนรู้

(5) สื่อ/แหล่งเรียนรู้

(6) การวัดผลประเมินผล

6) ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนและรูปแบบของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอน	รูปแบบของกิจกรรม
1. สร้างความสนใจ (Engage)	1. จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้อยากเห็น ขัดแย้ง หรือเกิดปัญหา เช่น ฉายวิดีทัศน์, สาธิต, นำเสนอข่าวหรือเหตุการณ์, แสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งประเด็นปัญหาที่สงสัย โดยการคิดวิเคราะห์ในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูเตรียมให้ข้างต้น 3. ให้เวลาผู้เรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร้าในการตอบคำถาม 4. ให้ความสนใจในทุกคำตอบของผู้เรียน โดยการจดลงบนกระดาน เพื่อเป็นการกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด 5. ให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ในแต่ละประเด็นปัญหาที่สมาชิกในห้องร่วมกันเสนอไว้ 6. ร่วมแสดงความคิดเห็นจากคำตอบของผู้เรียน โดยการชี้แนะแนวทาง เพื่อไม่ให้ผู้เรียนผิดประเด็นหรือจุดประสงค์ในการเรียน 6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกประเด็นปัญหาที่สนใจ เพื่อการสำรวจและค้นหาต่อไป
2. สำรวจและค้นหา (Explore)	1. จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ 2. ส่งเสริมการทำงานด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้คละความสามารถกัน 3. ให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ วางแผนการทำงานของกลุ่มในการสำรวจตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นปัญหาที่สนใจ 4. กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ 5. คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาแก่ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม 6. ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองอย่างทั่วถึง 7. สังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม 8. คอยแนะแนวทางการบันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบให้กับผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปแบบของกิจกรรม
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	1. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสำรวจตรวจสอบมาร่วมกันคิดวิเคราะห์ภายในกลุ่มและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอข้อมูล 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการตั้งประเด็นคำถามย่อยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากผังกราฟิกมาตอบคำถาม ซึ่งประเด็นคำถามย่อยที่ครูสร้างขึ้นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง (ผลการสำรวจตรวจสอบที่เกิดขึ้น) หลักฐาน (วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ได้ดำเนินการ) และเหตุผล (องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น) 3. ครูคอยสังเกตการณ์การทำงานกระบวนการกลุ่มของผู้เรียนและคอยให้คำแนะนำ 4. ให้เวลากับผู้เรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์ข้อมูล สร้างผังกราฟิกและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5. ให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานผังกราฟิกและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 6. นำผลงานของแต่ละกลุ่มติดบนกระดาน แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ผลงานของแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยของผลงานแต่ละกลุ่ม 7. ครูร่วมสรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อสร้างความเข้าใจในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	1. จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายเพิ่ม เติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระจ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น 2. ให้แต่ละกลุ่มได้วางแผนการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ได้ขยายเพิ่ม 3. คอยสังเกตการณ์ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาแก่ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม 4. ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองอย่างทั่วถึง 5. คอยแนะแนวทางการบันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบให้กับผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ 6. กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาใช้หรืออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปแบบของกิจกรรม
5. ประเมินผล (Evaluate)	1. ให้ผู้เรียนแต่ละคน/กลุ่มนำผลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมหรือสถานการณ์ใหม่มาคิดวิเคราะห์และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอข้อมูล 2. ให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการตั้งประเด็นคำถามย่อยที่เพิ่มเติมขึ้นให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากผังกราฟิกมาตอบคำถาม ซึ่งประเด็นคำถามย่อยที่ครูสร้างขึ้นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง (ผลการสำรวจตรวจสอบที่เกิดขึ้น) หลักฐาน (วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ได้ดำเนินการ) และเหตุผล (องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น) 3. ให้เวลากับผู้เรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์ข้อมูล สร้างผังกราฟิกและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อผู้เรียนได้ประเมินตนเองว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากน้อยเพียงใด 5. ให้แต่ละคน/กลุ่มออกมานำเสนอผลงานผังกราฟิกและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 6. นำผลงานของแต่ละคน/กลุ่มติดบนกระดาน แล้วให้ครูและผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ผลงานเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยของผลงาน เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียน 7. ครูเพิ่มเติม เติมเต็มในประเด็นที่ผู้เรียนไม่สมบูรณ์ เพื่อสร้างความเข้าในใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนในสาระนั้น ๆ

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาและนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขในด้านความถูกต้องของภาษา และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

8) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์แปลความหมายไว้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึงเหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึงเหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึงเหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึงเหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 0.00 – 1.49 หมายถึงเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (X= 4.64 ,S.D.=0.34) และมีข้อเสนอแนะว่า สาระสำคัญในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ควรครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเข้าใจง่าย เหมาะสมกับนักเรียน รูปแบบของตัวอย่างผังกราฟิกบางแผนยังไม่ชัดเจน และการสะกดคำผิด

9) นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยตรวจสอบและได้ปรับปรุงสาระสำคัญ รูปแบบของผังกราฟิกและการสะกดคำผิดในแผนจัดการเรียนรู้บางแผน เพื่อให้การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

10) ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

2.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนบ้านสามแยก พ.ศ.2553 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2555)

2) ศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง สารในชีวิตประจำวัน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสาร ตำราอื่น ๆ ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปกติ

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องรายละเอียดเกี่ยวกับการสอนแบบปกติ กำหนดกรอบแนวคิดขั้นตอนการสอนแบบปกติ รวมทั้งบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนตามรูปแบบการสอนแบบปกติ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนและรูปแบบของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

ขั้นตอน	รูปแบบของกิจกรรม
1. ขั้นก่อนการทดลอง	ครูเป็นผู้ดำเนินการอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเรียน ปัญหา วิธีการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
2. ขั้นทำการทดลอง	ผู้เรียนศึกษาหรือทดลองตามแนวที่ครูกำหนด
3. ขั้นสรุปการทดลอง	ผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาหรือผลการทดลอง

2.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มีดังนี้

1) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ จากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และจุดประสงค์การเรียนรู้

3) ศึกษาระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการประเมินค่า และระดับการคิดสร้างสรรค์

4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีการวิเคราะห์ข้อสอบที่แสดงระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม (Bloom Taxonomy) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผังการสร้างแบบทดสอบ

เรื่อง	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	
<u>เรื่องที่ 1</u>	**ว3.1 ป.6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส**							**6**
สมบัติและ	1. อธิบายสมบัติของของแข็ง	2	-	-	-	-	-	2
สถานะของ	2. อธิบายสมบัติของของเหลว	-	2	-	-	-	-	2
สาร	3. อธิบายสมบัติของแก๊ส	-	-	1	-	-	-	1
	4. อธิบายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ	1	-	-	-	-	-	1
	ว3.1 ป.6/2 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง							**2**
	5. จำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์	-	-	-	2	-	-	2
<u>เรื่องที่ 2</u>	**ว3.1 ป.6/2 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง**							**5**
ความเป็น	6. ทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารแต่ละชนิด	-	-	2	-	-	-	2
กรด – เบส	7. อธิบายสมบัติความเป็นกรด – เบส ของสาร	1	-	-	-	-	-	1
ของสาร	8. ยกตัวอย่างสารที่มีความเป็นกรด – เบส	-	2	-	-	-	-	2

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	
<u>เรื่องที่ 3</u> การเปลี่ยนสถานะของสาร	**ว 3.2 ป.6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ**							**7**
	9. ทดลองการเปลี่ยนสถานะของสาร	-	1	-	-	-	-	1
	10. อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อสารได้รับพลังงานความร้อน (เพิ่มอุณหภูมิ)	-	-	2	-	-	-	2
	11. อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อสารคายพลังงานความร้อน (ลดอุณหภูมิ)	-	-	-	2	-	-	2
	12. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนสถานะของสารในแต่ละแบบ	-	-	1	1	-	-	2
<u>เรื่องที่ 4</u> การละลายน้ำของสาร	**ว 3.2 ป.6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ**							**4**
	13. บอกคุณสมบัติของตัวทำละลายและตัวละลาย	-	-	-	1	-	-	1
	14. บอกชนิดตัวทำละลายและตัวละลายในสารละลาย	-	2	-	-	-	-	2
	15. อธิบายสมบัติการละลายของสาร	1	-	-	-	-	-	1

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	
<u>เรื่องที่ 5</u> การเกิดสารใหม่	**ว 3.2 ป.6/2 วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป**							**4**
	16. อธิบายลักษณะการเกิดสารใหม่	-	-	-	1	-	-	1
	17. ยกตัวอย่างการเกิดสารใหม่	-	-	2	1	-	-	3
<u>เรื่องที่ 6</u> การแยกสาร	**ว 3.1 ป.6/3 ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด และการระเหยแห้ง**							**7**
	18. อธิบายหลักการและยกตัวอย่างการแยกสารที่ผสมกันโดยการร่อน	-	1	-	1	-	-	2
	19. อธิบายหลักการและยกตัวอย่างการแยกสารที่ผสมกันโดยการตกตะกอน	-	-	1	-	-	-	1
	20. อธิบายหลักการและยกตัวอย่างการแยกสารที่ผสมกันโดยการกรอง	-	1	-	-	-	-	1
	21. อธิบายหลักการและยกตัวอย่างการแยกสารที่ผสมกันโดยการระเหิด	1	-	-	-	-	-	1
	22. อธิบายหลักการและยกตัวอย่างการแยกสารที่ผสมกันโดยการระเหยแห้ง	-	1	-	-	-	-	1
	23. อธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกันด้วยวิธีการต่าง ๆ	-	-	-	1	-	-	1

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	
<u>เรื่องที่ 7</u> สารรอบตัวและการเลือกใช้สารอย่างถูกต้องและปลอดภัย	**ว3.2 ป.6/4 สำรวจและจำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์**							**5**
	24. อธิบายลักษณะของสารแต่ละประเภทตามประโยชน์การใช้งาน	2	-	-	-	-	-	2
	25. ยกตัวอย่างสารแต่ละประเภทตามประโยชน์การใช้งาน	-	-	2	1	-	-	3
	ว3.2 ป.6/5 อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย							**5**
	26. อธิบายวิธีการเลือกใช้สารที่ถูกต้องและปลอดภัย	-	2	2	1	-	-	5
	28. อภิปรายผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	-	-	1	1	-	-	2
	29. บอกแนวทางในการป้องกันผลกะทบทีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสาร	-	-	-	1	-	-	1

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	
<u>เรื่องที่ 8</u> ผลการเปลี่ยนแปลงของสาร	**ว3.2 ป.6/3 อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม**							**5**
	27. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของสารที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	-	2	-	-	-	-	2
	28. อภิปรายผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	-	-	1	1	-	-	3
	29. บอกแนวทางในการป้องกันผลกะทบทีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสาร	-	-	-	1	-	-	2
	รวม	8	14	15	16	-	-	50

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่ สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจพิจารณา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) พิจารณาว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

+1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์

0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

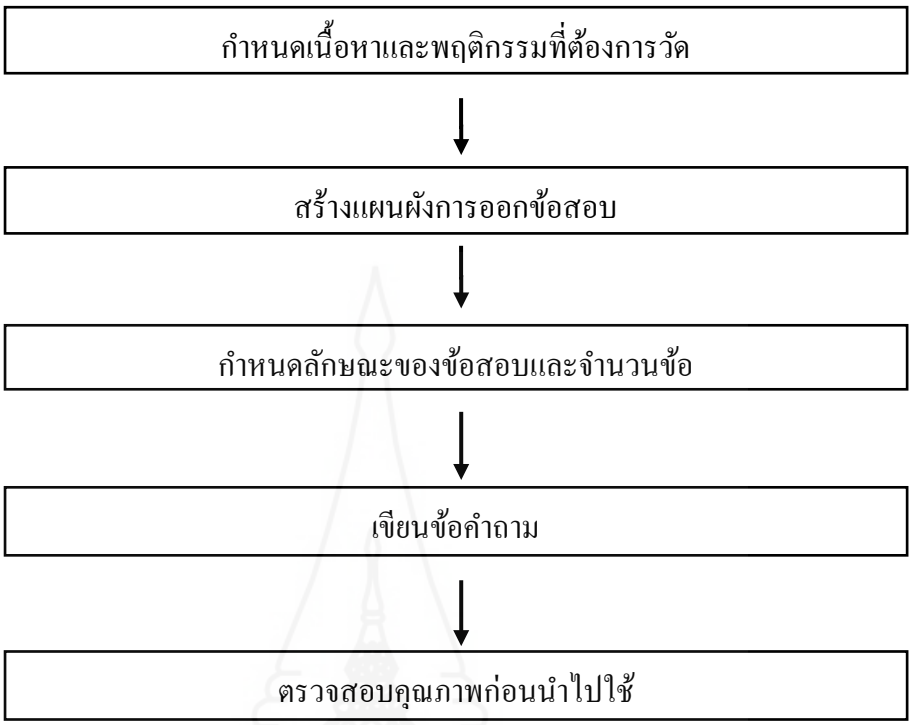
นำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณแต่ละข้อ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 และมีข้อเสนอแนะว่า ควรตรวจสอบข้อคำถามว่าตรงกับเนื้อหาสาระหรือจุดประสงค์และการสะกดคำผิด

7) นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยตรวจสอบและได้ปรับปรุงสาระในข้อคำถามให้ตรงกับจุดประสงค์ และแก้ไขการสะกดคำผิด เพื่อให้การนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตรังรังสฤษดิ์ จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มาแล้ว

9) นำผลการสอบมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อเพื่อหาระดับความยากและค่าอำนาจจำแนก ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 โดยคัดเลือกเอาข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.15 – 0.53 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้ 40 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก) ได้ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ได้เท่ากับ 0.91

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างได้ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.4 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2) สร้างกรอบแนวคิดการคิดวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กรอบการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน

กระบวนการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน	ด้านข้อมูล (Information)	ด้านกระบวนการคิด (Mental Procedures)	ด้านกระบวนการปฏิบัติ (Psychomotor Procedures)
การจับคู่ (Matching) หมายถึง ความสามารถในการระบุความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือนและความต่างได้	ระบุรายละเอียดข้อสรุปหรือหลักสำคัญของข้อมูลต่างๆ ได้ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	ระบุได้ว่าทักษะต่าง ๆ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร	ระบุได้ว่าทักษะและกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
การจัดหมวดหมู่ (Classification) หมายถึง ความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดเรียงลำดับและประเภทของแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน	ระบุรายละเอียดเฉพาะของหมวดหมู่หรือสามารถจัดประเภทข้อมูลให้เป็นข้อสรุปและหลักการ	จัดประเภทของทักษะกระบวนการต่าง ๆ	จัดประเภทของทักษะกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่าง ๆ	สรุปเหตุผลจากรายละเอียดของข้อมูลและสรุปเหตุผลของตัวอย่างหรือสถานการณ์ใหม่	ประยุกต์ทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อระบุข้อผิดพลาดในการดำเนินการตามกิจกรรมต่าง ๆ	ประยุกต์ทักษะกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ เพื่อระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติ

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

กระบวนการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน	ด้านข้อมูล (Information)	ด้านกระบวนการคิด (Mental Procedures)	ด้านกระบวนการปฏิบัติ (Psychomotor Procedures)
การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) หมายถึง ความสามารถในการอุปมาน คือการใช้เหตุผลจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่ว ๆ ไป และการอนุมาน คือ การใช้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงถึงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้ เป็นความสามารถในการสร้างหลักการเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนด	สร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานความรู้เดิม	สร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานข้อมูลเกี่ยวกับทักษะที่กำหนด	สร้างและปรับหลักการและข้อสรุปใหม่บนฐานข้อมูลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการปฏิบัติที่กำหนด
การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง และสรุปได้ว่าหลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร	ระบุลักษณะที่ถูกต้องหรือต้องถูกต้องภายใต้เงื่อนไขที่สัมพันธ์กับข้อสรุปที่ได้รับ และสามารถทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่สัมพันธ์กับหลักการที่ได้รับ	ความสามารถในการปรับทักษะกระบวนการต่าง ๆ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ความสามารถในการปรับทักษะกระบวนการปฏิบัติและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้

3) สร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ตามที่นิยามไว้ แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ จากสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) 5 ด้าน คือ ด้านการจับคู่ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป และด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ โดยยึดตามจำนวนข้อให้ครอบคลุมทฤษฎี ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผังการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

กระบวนการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน	ด้านข้อมูล	ด้านกระบวนการคิด	ด้านกระบวนการปฏิบัติ	รวม (ข้อ)
การจับคู่	1	1	2	4
การจัดหมวดหมู่	1	2	1	4
การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด	2	1	1	4
การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป	2	1	1	4
การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ	1	1	2	4

4) นำแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) นำแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

+1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์

0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์

-1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์

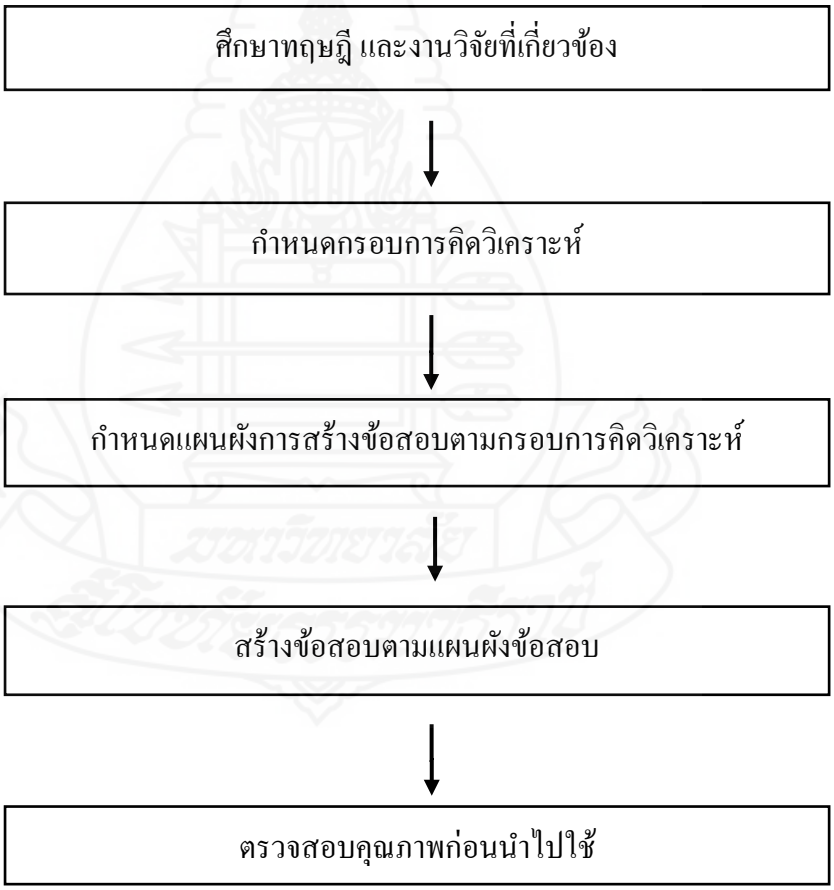
นำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณแต่ละข้อ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม (IOC) พบว่า ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6) นำแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนตรังรังสฤษดิ์ อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรังจำนวน 30 คน

7) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อเพื่อหาระดับความยากและอำนาจจำแนก ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.34 – 0.59 ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) เท่ากับ 0.85

8) ปรับปรุงแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สรุปการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นำเสนอเป็นแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนในการสร้าง ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน จำนวน 40 ข้อ เวลา 60 นาที และแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ เวลา 40 นาที ตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3.3 ผู้วิจัยทำการสอนรูปแบบต่าง ๆ ของผังกราฟิก และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่กลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้สอนรูปแบบของการจดบันทึกและสรุปความจากการฟังการบรรยาย

3.4 จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้แก่กลุ่มทดลอง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น และผู้วิจัยได้ประสานงานทำความเข้าใจกับครูผู้สอนกลุ่มควบคุมตลอดระยะเวลาการทดลอง

3.5 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับทดสอบก่อนเรียน

3.6 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น ผู้วิจัยได้นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติดังต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติพื้นฐาน

4.1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean)

4.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test for independent samples)

4.3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test for independent samples)

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน

การเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียน โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

5.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2551, น. 176)

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

เมื่อ x แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล (นักเรียน)

5.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2551, น. 186)

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนข้อมูล (นักเรียน)

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนแต่ละคนที่ได้

$\sum x^2$ แทน ผลรวมคะแนนยกกำลังสอง

5.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ ใช้สถิติในการคำนวณ ดังนี้

5.2.1 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) คำนวณได้จากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. 2555, น. 9-53)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น-1

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

* ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5.2.2 ค่าความยาก (difficulty) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คำนวณได้จากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2559, น. 9-58)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบที่ถูก

T แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

5.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (discriminant) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คำนวณได้จากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2555, น. 9-59)

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

หรือ

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

5.2.4 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2555, น. 9-74)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในเครื่องมือวิจัย

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 – p

5.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

5.3.1 สถิติในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test for dependent samples (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 109) ดังนี้

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

df = N – 1

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

N แทน จำนวนข้อมูล (นักเรียน)

$\sum D$ แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง

5.3.2 สถิติในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สูตร t-test for independent samples (บุญชม ศรีสะอาด. 2553, น. 113) ดังนี้

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

df = $n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ x_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกล่มตัวอย่างที่ 1

x_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกล่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

s_1^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

s_2^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 0.665$; $df = 38$; $p = 0.510$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 2.588$; $df = 38$; $p = 0.029$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	SD	N	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	15.60	4.581	20	0.010	0.920	0.665	38	0.510
	ควบคุม	14.70	3.962	20					
หลังเรียน	ทดลอง	24.10	4.983	20	2.147	0.151	2.588	38	0.029
	ควบคุม	20.95	3.734	20					

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มาเปรียบเทียบกันโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test dependent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของผลต่างค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ (H_0 : § < 0) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (t = 14.810; df = 19; p = 0.000) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	Mean	S.D.	$S.D_D$	t	df	p
ก่อนเรียน	9.40	2.48	1.59	14.810	19	.00
หลังเรียน	14.65	3.23				

n = 20

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 0.468$; $df = 38$; $p = 0.643$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 3.856$; $df = 38$; $p = 0.000$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	9.40	3.235	20	0.723	0.401	0.468	38	0.643
	ควบคุม	8.95	2.837	20					
หลังเรียน	ทดลอง	14.65	2.477	20	0.179	0.675	3.856*	38	0.000
	ควบคุม	11.50	2.685	20					

นอกจากการวิเคราะห์ผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติแล้วนั้น ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนในด้านต่าง ๆ ทั้ง 5 ด้านตามแนวคิดของมาร์ซาโน ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านการจับคู่ 2) ด้านการจัดหมวดหมู่ 3) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป และ 5) ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการ

สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 1.576$; $df = 38$; $p = 0.123$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่หลังเรียนพบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 2.084$; $df = 38$; $p = 0.044$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	2.90	0.718	20	0.197	0.660	1.576	38	0.123
	ควบคุม	2.55	0.686	20					
หลังเรียน	ทดลอง	3.60	0.598	20	0.153	0.698	2.084	38	0.044
	ควบคุม	3.20	0.616	20					

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 0.954$; $df = 38$; $p = 0.346$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ หลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 2.366$; $df = 38$; $p = 0.023$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	2.25	0.639	20	0.142	0.708	0.954	38	0.346
	ควบคุม	2.05	0.686	20					
หลังเรียน	ทดลอง	3.05	0.605	20	1.934	0.172	2.366*	38	0.023
	ควบคุม	2.60	0.598	20					

3.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 1.731$; $df = 38$; $p = 0.092$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด หลังเรียน พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 2.503$; $df = 38$; $p = 0.017$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	2.15	0.745	20	0.002	0.969	1.731	38	0.092
	ควบคุม	1.75	0.716	20					
หลังเรียน	ทดลอง	2.65	0.745	20	1.661	0.205	2.503*	38	0.017
	ควบคุม	2.10	0.641	20					

3.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไปของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไปของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 0.943$; $df = 38$; $p = 0.352$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป หลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 4.972$; $df = 38$; $p = 0.000$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	1.15	0.671	20	0.423	0.519	0.943	38	0.352
	ควบคุม	1.35	0.671	20					
หลังเรียน	ทดลอง	3.00	0.725	20	0.604	0.442	4.972*	38	0.000
	ควบคุม	1.95	0.605	20					

3.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test independent samples) ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ก่อนและหลังเรียนพบว่า 1) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ก่อนเรียน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 0.000$; $df = 38$; $p = 1.00$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และ 2) ผลการทดสอบตัวแปรความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ หลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 2.626$; $df = 38$; $p = 0.012$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	สถิติบรรยาย			การทดสอบเลอวีน		การทดสอบค่าเฉลี่ย		
		Mean	S.D.	n	F	Sig.	t	df	p
ก่อนเรียน	ทดลอง	1.25	0.851	20	1.881	0.178	0.000	38	1.000
	ควบคุม	1.25	0.639	20					
หลังเรียน	ทดลอง	2.30	0.571	20	10.650	0.002	2.626*	38	0.012
	ควบคุม	1.60	1.046	20					

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง 15 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 265 คน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยสุ่มโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

(1) แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

(1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.23 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.53 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

(2) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบวัดแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามแนวคิดของมาร์ซาโน มีค่าความยากระหว่าง 0.32 - 0.74 ค่าอำนาจจำแนก 0.34 – 0.59 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.3.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน จำนวน 40 ข้อ เวลา 60 นาที และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ เวลา 40 นาที ตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

1.3.3 ผู้วิจัยทำการสอนรูปแบบต่าง ๆ ของผังกราฟิก และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่กลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้เรียนรูปแบบการจดบันทึกและสรุปความจากการฟังการบรรยาย

1.3.4 จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้แก่กลุ่มทดลอง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.3.5 ดำเนินการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

1.3.6 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ใช้สถิติพื้นฐาน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

1.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test for independent samples)

1.4.3 เปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

1.4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่สัมพันธ์กัน (t-test for independent samples)

1.5 สรุปผลการวิจัย

1.5.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้ได้แยกประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะ สำรวจ ตรวจสอบเพื่อค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ในการค้นหาคำตอบของสิ่งที่สงสัยหรือสนใจหรือปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยสร้างสถานการณ์ ชี้แนะแนวทางและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบทุกขั้นตอน (Eisenkraft, 2003, p. 57-59) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ได้จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นยั่วยุหรือท้าทายผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ ข่าว สื่อ หรืออุปกรณ์ที่เป็นของจริง มาให้ผู้เรียนตั้งเป็นประเด็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ ทำให้ผู้เรียนสนใจ สงสัย เกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากเรียนรู้ต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงมีความตั้งใจที่จะเรียนรู้และพร้อมรับการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงสามารถเรียนรู้องค์ความรู้ได้ดีและง่ายขึ้น

2.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) มีการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจและค้นหา เพื่อตรวจสอบปัญหาที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการฟังหรือการมองเห็นภาพ ซึ่งสอดคล้องแนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner, 1961) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนเริ่มต้นเรียนรู้ด้วยการกระทำเพื่อให้สามารถจินตนาการหรือสร้างภาพในใจหรือสร้างความคิดขึ้นเองได้ แล้วจึงค่อยพัฒนาถึงขั้นคิดและเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมมากขึ้นตามลำดับ

2.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาอธิบายและสรุปเป็นองค์ความรู้ให้ได้ การให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลจากการสำรวจและตรวจสอบมาจัดความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ผังกราฟิกรูปแบบต่าง ๆ ในการนำเสนอข้อมูล ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ได้ จากนั้นก็นำข้อมูลจากผังกราฟิกที่สร้างขึ้นนั้นมาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนได้ใช้ประเด็นคำถามย่อย ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถบอกข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ถึงจุดประสงค์ของการทดลองสำรวจและค้นหา และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อจะนำเอาข้อมูลนั้นมาตอบประเด็นคำถาม แล้วสรุปเป็นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ บอกความหมายและยกตัวอย่างของข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผลให้นักเรียนได้เข้าใจ และฝึกการสร้างคำอธิบายเป็นระยะ จนผู้เรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้เทคนิคการสอนโดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนนี้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถนำข้อมูลมาสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง จึงสามารถเรียนรู้ จดจำและเข้าใจองค์ความรู้จากการเรียนรู้ได้ดี

2.1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากขั้นตอนที่ผ่านมาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ขยายองค์ความรู้เพิ่มเติมหรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่กว้างขวาง สมบูรณ์ ซึ่งส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้นๆชัดเจน กระจ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามแนวคิดของออซูเบล (Ausubel,1968) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้ หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน และการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2.1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่ได้ของผู้เรียน การวิจัยครั้งนี้ ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้หลังจากขั้น

ขยายความรู้ ต่อยอดจากความรู้ที่ได้เรียนรู้ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เกิดกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ และเมื่อผู้เรียนสามารถนำเอาข้อมูลผังกราฟิกมาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินความเข้าใจในองค์ความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งในการประเมินนี้จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจองค์ความรู้ที่ได้ขยายต่อยอดมา และครูสามารถประเมินผู้เรียนได้ว่ามีความเข้าใจในองค์ความรู้มากน้อยเพียงใด ครูจึงสามารถซ่อมเสริมหรือเติมเต็มในส่วนขององค์ความรู้ในประเด็นที่ผู้เรียนยังเข้าใจไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น

จากการวิเคราะห์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอติพร สื่อสุทธิญา (2553) และฟอกซ์เวอร์ธี (Foxworthy, 1995) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลปรากฏว่าผู้เรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กิจกรรมผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านต่างๆ ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001) ดังนี้ 1) การระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้ 2) การจัดอันดับและจัดประเภทของความรู้และจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ ได้ 3) การระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์หรือในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่าง ๆ และบอกเหตุผลได้ 4) การตีความและบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้นั้นได้ และ 5) การระบุเจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุผลในความรู้นั้นได้ จนกระทั่งสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้ และนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูได้จัดขึ้น ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นปัญหาหรือข้อสงสัยที่ต้องการหาคำตอบและร่วมกันคิดวิเคราะห์เพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหานั้นไว้ล่วงหน้า ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้านของการระบุข้อผิดพลาดของข้อมูล เพราะผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ว่าสถานการณ์นั้น ๆ มีประเด็นปัญหาใดที่ต้องการที่ค้นหาคำตอบเพิ่มเติมหรือยังสงสัย โดยให้ผู้เรียนร่วมกันเสนอประเด็นปัญหาที่ตนสนใจและเขียนไว้บนกระดาน เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นได้ร่วมกันวิเคราะห์และหาประเด็นที่เหมาะสมที่จะเรียนรู้ต่อไป จึงสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เกิดแก่ผู้เรียนได้

2.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) มีการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจและค้นหา เพื่อตรวจสอบปัญหาที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นว่าผลเป็นอย่างไร มีข้อมูลใดที่เหมือนหรือแตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้านการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ และได้คิดวิเคราะห์ว่าผลที่เกิดขึ้นนั้นเกี่ยวข้องกับตัวแปรใด ตัวแปรใดที่มีผลต่อการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดในด้านการตีความและบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ คือผู้เรียนสามารถระบุสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่า มะนาวและน้ำส้มสายชูมีคุณสมบัติในการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานได้ว่า มะนาวและน้ำส้มสายชูมีคุณสมบัติบางประการที่เหมือนกันจึงสามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสได้เหมือนกัน นอกจากนี้ ในขั้นสำรวจและค้นหานั้นได้ใช้กระบวนการกลุ่มซึ่งผู้เรียนจะได้ช่วยกันคิดวิเคราะห์ วางแผนการทำงานและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นอย่างไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกผล มีการโต้เถียงกันในบางประเด็นที่เห็นต่าง เช่น การสังเกตผลการทดลองที่แต่ละคนเห็นไม่เหมือนกันมาร่วมกันวิเคราะห์ว่าผลที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นอย่างไร ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ในด้านการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์หรือในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่างๆ และบอกเหตุผลได้

2.2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้จะเป็นการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ดี กล่าวคือ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้านการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ และสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ โดยมีการนำเอาเทคนิคผังกราฟิกที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นข้างต้นจากการทดลอง สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูลมาสร้างเป็นผังกราฟิกได้ว่า ประเด็นใดเหมือนกันมาจัดกลุ่มอยู่รวมกันและสิ่งที่แตกต่างกันแยกออกไปอีกประเด็น และสามารถจัดกลุ่มของข้อมูลได้ อีกทั้งการนำเอาข้อมูลจาก

ประเด็นคำถามย่อย ๆ มาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ทำให้ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ว่าคำตอบของประเด็นคำถามย่อย ๆ ในแต่ละประเด็นนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จนสรุปเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยเมื่อแต่ละกลุ่มสรุปเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มแล้ว จะมีการนำเสนอผลของแต่ละกลุ่มแล้วมาร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการเรียนรู้อีกครั้งที่สมบูรณ์และถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้านการการตีความและบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้นั้นได้ จะเห็นว่า ขั้นตอนนี้มีการนำเอาเทคนิคผังกราฟิกมาร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก่ผู้เรียนได้มาก และตลอดเวลาในการทำกิจกรรมด้วยกระบวนการกลุ่ม นอกจากนี้ มีการนำเสนอผังกราฟิกและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มได้ร่วมกันคิดวิเคราะห์ผลงานและความถูกต้องของผังกราฟิกของแต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร มีประเด็นใดที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่นบ้าง และในแต่ละกลุ่มมีประเด็นใดควรปรับปรุง เพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในด้านการระบุข้อผิดพลาดของข้อมูลอีกด้วย

2.2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมในขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนจะต้องคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ นับว่าเป็นการฝึกคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ หรือสรุปเป็นหลักการใหม่อย่างมีเหตุผลในความรู้นั้นได้จนสามารถตกผลึกเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เพิ่มขึ้น โดยการที่ผู้เรียนต้องนำองค์ความรู้เดิมมาผนวกในสถานการณ์ใหม่จนสรุปเป็นหลักเกณฑ์ใหม่ได้ กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนมีองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว สามารถวิเคราะห์และนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมตามแนวคิดของแต่ละคน แล้วร่วมแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

2.2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่ได้ของผู้เรียน ซึ่งจะสะท้อนได้ว่าผู้เรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด โดยให้ผู้เรียนได้นำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านผังกราฟิกที่ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาขยายต่อยอดและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดให้กว้างขวางและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยในการทำผังกราฟิกนั้นผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะในการคิดวิเคราะห์ด้านการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งต่างๆ และสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ นอกจากนี้ ยังมีการนำเอาข้อมูลจากผังกราฟิกมาสรุปเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผ่านประเด็นคำถามย่อย ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ได้ว่า อะไรเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผลที่สามารถนำมาสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ในด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานได้และการระบุเจาะจงหรือสรุปเป็นหลักการอย่างมีเหตุผลในความรู้นั้นได้จนสามารถสรุปจนตก

ผลึกเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เพิ่มขึ้น และยังส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านการระบุข้อผิดพลาดของข้อมูล โดยการหาข้อผิดพลาดของผลงานของแต่ละกลุ่มที่ออกมานำเสนอด้วย จะเห็นว่าในขั้นประเมินนี้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโนได้ครบทุกด้าน

และเมื่อนำคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ผลเป็นรายด้าน ปรากฏว่า การวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน ตามแนวคิดของมาร์ซาโน นั้น กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ดังรายละเอียด

1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจับคู่ (Matching) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย เนื่องจากความสามารถในด้านการจับคู่เป็นความสามารถในการระบุความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือนและความต่างได้ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานทางการคิดวิเคราะห์ซึ่งมีอยู่ในตัวผู้เรียนอยู่แล้ว แต่การสอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการเน้นย้ำการคิดวิเคราะห์ในด้านการจับคู่ โดยเฉพาะในการสร้างผังกราฟิกที่ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่เหมือนกันมาอยู่กลุ่มเดียวกันและข้อมูลที่ต่างกันอยู่ต่างออกไป

2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากความสามารถในด้านการจัดหมวดหมู่เป็นความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดเรียงลำดับและประเภทของแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยในการสร้างผังกราฟิกนั้นผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการจัดหมวดหมู่โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกันมาอยู่ด้วยกัน และข้อมูลต่างประเภทกันก็อยู่ต่างออกไป และในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลหลักฐานที่สนับสนุนกันมาอธิบายข้อกล่าวอ้างที่เกิดขึ้นหลายๆ ข้อมูล เพื่อความน่าเชื่อถือของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากความสามารถในด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาด เป็นความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นในขั้นสร้างความสนใจผู้เรียนได้ค้นหาปัญหาหรือข้อบกพร่องจากสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อ

นำไปสู่การสำรวจและค้นหา และในขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป ผู้เรียนแต่ละคนได้คิดวิเคราะห์หาข้อผิดพลาดของกลุ่มอื่น ทำให้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี

4) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเด่นชัด เนื่องจากความสามารถในด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่ว ๆ ไป และการใช้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงถึงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้ เป็นความสามารถในการสร้างหลักการเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนด โดยการที่ผู้เรียนจะฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องนำเอาองค์ความรู้ที่ได้จากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ และการใช้ข้อมูลจากผังกราฟิกมาคิดวิเคราะห์จนสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผลมาประกอบกัน

5) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมค่อนข้างมาก เนื่องจากความสามารถในการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ เป็นความสามารถในการนำหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้วไปสรุปเป็นหลักการใหม่ที่เฉพาะเจาะจง และสรุปได้ว่าหลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้เพราะในวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นขยายความรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน จึงฝึกให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจและสรุปได้ว่าหลักการใหม่นั้นเป็นข้อควรปฏิบัติหรือไม่ อย่างไร ตลอดจนการสร้างผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้มาใช้ในการวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นหลักเกณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงได้ดีขึ้น

จากการวิเคราะห์ดังกล่าว จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโนได้ครบทุกด้านและฝึกอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ จึงทำให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกศินี โกมล (2557) และประถมพร โคตา (2554) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยที่พบและการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนควรศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนเพื่อนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเลือกใช้เทคนิคผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใช้ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

3.1.2 ครูผู้สอนควรอธิบายและให้ความรู้เกี่ยวกับผังกราฟิกก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำผังกราฟิกไปใช้ได้อย่างเหมาะสมตามวัตถุประสงค์

3.1.3 ครูผู้สอนควรตั้งประเด็นคำถามย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มาอธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและไม่ผิดประเด็น

3.1.4 ครูผู้สอนควรมีวิธีการกระตุ้นหรือเสริมแรง เช่น การแข่งขันกันระหว่างกลุ่ม การกล่าวชื่นชม มีรางวัลหรือคะแนนความสำเร็จให้ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงออกหรือมีพฤติกรรมไปในทางที่จะบรรลุผลการเรียนรู้และสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องทันเวลา

3.1.5 ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ครูผู้สอนจึงต้องเตรียมผู้เรียนให้รู้บทบาทหน้าที่ของตนเองและมีความกระตือรือร้นในการสำรวจ ค้นหา และร่วมกันอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาหรือวิจัยผลการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อหาสาระอื่น

3.2.2 ควรมีการศึกษาหรือวิจัยผลการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ส่งผลต่อตัวแปรอื่นอีกหรือไม่ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ควรมีการศึกษาหรือวิจัยการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2545 และ(ฉบับที่ 3)พ.ศ.2553*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

_____. (2559). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการใช้มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

_____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. (2540). *การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือเสริมกรุงเทพ.

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2555). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทันธรรมาธิราช.

เกศินี โกมล. (2557). *ผลการใช้ผังกราฟอกประกอบการสอนแบบ 7 อี ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *ภาพอนาคตและคุณลักษณะคนไทยที่พึงประสงค์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ชวาล แพรัตกุล. (2516). *เทคนิคการวัดผล*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ชาตรี สำราญ. (2548). *สอนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์อย่างไร*: สานปฏิรูป 8 (83).

ชูศิลป์ อัตชู. (2550). *การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเพื่อพัฒนาการคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวนทางนิติศาสตร์และการสอนตามคู่มือครู*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เอดะมาสเตอร์กรุ๊ป.

_____. (2545). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2548). *ศาสตร์การสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทกา คันธิยงค์. (2547). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E's BSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยสาส์น.

ปิยะมาศ อาจหาญ. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ประถมพร โคตา. (2554). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมติ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). *หลักการประเมินวิทยาศาสตร์แผนใหม่*. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ กรมการฝึกหัดครู.

พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์. (2547). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ด้ยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้:ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ:แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2545). *สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภพ เลาหไพบูรณ์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มานพ สิงห์วี. (2556). ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและสังคมศึกษา. 8*(23).

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลปละการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐชาติ แสงคง. (2550). *ผลการเรียนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความคิดมโนทัศน์ความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุคส์พับลิเคชันส์.

ล้วน สายยศ และอังคนา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. (2543). *ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีสุดา อนันต์เพ็ชร. (2548). *ผลการสอนโดยใชเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสุขศึกษาและความอดทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

_____. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สมจิต สวธนไพบูลย์และคณะ. (2546). *การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมจิตร ผอมเซ้ง. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 7(1), 106-173.

สมบูรณ์ ชิดพงษ์. (2540). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือด้านพุทธิพิสัย. นนทบุรี: *เอกสารการสอนชุดวิชาสถิติและการประเมินผลการศึกษา*. หน่วยที่ 10 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สันติชัย อนุวรชัย. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*. 7(2).

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเพื่อพัฒนาการคิดระดับสูง*. สืบค้นจาก www.ipst.ac.th/biology/Articles-pic/year4th/no35/5Es thaiBio/cass24 Nov.2004 pdf.

สุธรรม์ จันทร์หอม. (2549). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). *การส่งเสริมศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ครบเครื่องเรื่องการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). *19 วิธีจัดการเรียนรู้:เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

_____. (2542). การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.

อติพร สื่อสุทธิญา. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้ว เขต 1. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 5(1), 87-97.

อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt- Rinehart and Winston.

Bromley, K., Irwin-De Vitis, L., and Modlo, M. (1995). *Graphic Organizers: Visual Strategies for Active Learning.* New York: Scholastic Professional Books.

Bruner, Jerome. (1961). *The Percess of Education International*. Cambridge : Harvard University Press.

Budnitz, N. (2003*). What do We Mean by Inquiry?*. Retrieved from http://biology .duke.edu/cibl/inquiry//what_is_inguiry.htm.

Chiappetta, E.L. and Koballa, T.R. (2010). *Science Instruction in tha Middle and Secondary School: Developing Fundamental Knowledge and Skills.* (7th edition). USA: Pearson Education.

Clark, J.H. (1991). *Using visual organizer to focus on thinking.* Boston: Journal of reading.

Doug and Melissa. (1999). Write Design Online Cerebral flatulence. 2005: (Online) Available: http://www.Writedesignonline.com/organizers/cerebralflatulence.html.

Eisenkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Education*, 5(6), 57-59.

Educational Broadcasting Corperation . (2004). *What is inquiry-based learning?*. Retrieved from www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html.

Foxworth, Denna, B. (1995). *The Effects of Modified Draphic Organizers on Knowledge a Cquisition and Science Skills.* Abstracs International.56-08, 2984.

Marzano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Education Objective.* California: Corwin Press.

McNeill, K.L. and Krajcik J. (2008). *Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teacher' Instructional Practices on Student Learning.* Journal of Research in Science Teaching. 45 (1), 53-78.

_____. (2011). *Inquiry and scientific explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning.* Retrieved from www.nsta.org/permissions.

Goldston, M. et al. (2009). *Psychometric Analysis of A 5E Learning Cycle Plan Assessment instrument.* International Journal of Science and Mathematic Education.

Jones. B. F.; Pirece J. S. (1989). *Teaching Students to Construct Graphic Organizers.* New York: McGraw Hill.

Joyce, B., & Weil, M. (1986). *Model of teaching. 3rd ed.*. London: Prentice-Hall.

Novak, J. D. and Gowin D. B. (1984). *Learning how to learn.* London: Cambridge University Press.

Piaget. J. and Inhelder, B. (1964). *The Growth of Logic: From childhood to adolescence*. New York: Basic Book.

Ruiz-Primo, M. A. et al. (2008). *Testing One Premise of Scientific Inquiry in Science Classroom: A Study That Examines Student's Explanation.* Research Report Graduate School of Education & Information Science. University of California. Los Angeles.

Sampson, V. et al. (2009). *The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation*. Science Education. 93. (3) :448-484.

Sund, R. B. and Trowbridge, L. W. (1967). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School.* Ohio: Charles E. Merrill Publishing.

Szesze, M. J. (2001). 5E's Activities. Retrieved from http://www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/instr/5Esactivities.htm.

Tisher, R. P., et al. (1972). *Fundamental Issues in Science Education.* Sydney: John Wiley & Sons.

Trowbridge and Bybee. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy.* 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. Inc. A Simon & Schuster.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือในการวิจัย

1. ชื่อ ดร.สุพรชัย ชัยฤกษ์
   สถานที่ทำงาน เจ้าของโรงเรียนกวดวิชาวิทยาศาสตร์ ดร.กิต หาดใหญ่
   วุฒิการศึกษา วท.บ.(ศึกษาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
   มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
   การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์
   มหาวิทยาลัยทักษิณ
   ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ
   - อาจารย์พิเศษ โปรแกรม IEP และ SME โรงเรียนแสงทองวิทยา หาดใหญ่
   - ครูผู้สอนและพัฒนาหลักสูตร วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสงทองวิทยา
   - ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพลวิทยา
   - ผู้ช่วยสอนรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. ชื่อ นางพัทธกานต์ หนูนารถ
   ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
   สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตรัง เขต 1
   วุฒิการศึกษา ป.กศ.สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) วิทยาลัยครูสงขลา
   กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา
   ศษ.ม. สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ
   - ศึกษานิเทศก์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   - ศึกษานิเทศก์ประจำการศึกษาเรียนร่วม
   - ศึกษานิเทศก์ประจำกลุ่มโรงเรียนทุ่งยาว อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

3. ชื่อ นางธนัชชา ศรีสวัสดิ์
   ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านในควน
   วุฒิการศึกษา ค.บ. (วิทยาศาสตร์) สถาบันราชภัฏสงขลา
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ

- ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 – 6
- หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- ผลงานวิชาการ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้(5E) บูรณาการการแสดงทางวิทยาศาสตร์(Science Show)

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่องที่ 2 ความเป็นกรด – เบสของสาร จำนวน 2 ชั่วโมง

****

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. มฐ.ว 3.1 ป.6/2 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารแต่ละชนิดได้
2. อธิบายสมบัติความเป็นกรด – เบสของสารได้
3. ยกตัวอย่างสารที่มีความเป็นกรด – เบส ได้

แนวคิด/สาระสำคัญ

การจำแนกประเภทของสารเมื่อใช้ความเป็นกรด – เบส เป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารได้เป็น 3ประเภท โดยใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ ได้ดังนี้

1. สารที่เป็นกรด : สารทีเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
2. สารที่เป็นเบส : สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
3. สารที่เป็นกลาง : สารที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ

- ครูเล่าเรื่องจากสถานการณ์/ข่าว

"มีเด็กคนหนึ่งอายุ 5 ขวบ กำลังวิ่งเล่นอยู่คนเดียวข้างบ้าน สักพักก็เหนื่อยและกระหายน้ำ และในขณะนั้นเด็กคนนั้นก็หันไปเห็นขวดน้ำขวดหนึ่ง ซึ่งในขวดนั้นมีน้ำที่มีลักษณะใสเหมือนน้ำเปล่าวางอยู่ข้างบ้านใกล้ ๆ เขา เด็กคนนั้นเลยยกขึ้นดื่มรวดเดียวเพื่อดับความกระหาย ทันใดนั้นเรื่องเลวร้ายก็เกิดขึ้น เด็กคนนั้นก็รู้สึกปวดไปทั่วภายในอกและช่องท้อง ปากก็มีแผลเกิดขึ้น ไม่นานเด็กคนนั้นก็อาเจียรออกมาเป็นเลือด จึงร้องออกมาอย่างดังด้วยความเจ็บปวด แม่ของเด็กคนนั้นซึ่งทำกับข้าวอยู่ในครัวได้ยินเสียงลูกร้องจึงรีบวิ่งออกมาดู เมื่อเห็นสภาพอาการของลูกจึงรีบนำตัวส่งโรงพยาบาล คุณหมอและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลได้รักษาและช่วยเหลือเด็กคนนั้นไว้ได้อย่างปลอดภัย

- จากสถานการณ์ที่ครูเล่าให้นักเรียนฟัง ให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายว่า ทำไมเด็กคนนั้นจึงมีอาการดังกล่าว
- ครูเฉลยเรื่องราวให้นักเรียนฟังว่า

"ผลการรักษาของหมอทำให้ทราบว่าน้ำใสๆ ที่เด็กคนนั้นดื่มเข้าไป ไม่ใช่น้ำเปล่า แต่เป็นน้ำที่มีฤทธิ์กัดกร่อน จึงกัดทำลายเนื้อเยื่อในระบบทางเดินอาหาร ทำให้เด็กคนนั้นอาเจียนออกมาเป็นเลือด และจากการสอบถามแม่ของเด็ก ก็ทำให้ทราบว่า น้ำใสๆ ในขวดที่เด็กคนนั้นดื่มเข้าไปเป็นน้ำโซดาไฟ สำหรับใส่ในน้ำยาง เพื่อไม่ให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อนนั่นเอง

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องราวทั้งหมดที่เกิดขึ้นอีกครั้ง เพื่อนำไปสู่ประเด็นว่าสารที่มีลักษณะเหมือนกัน อาจมีสมบัติต่างกัน และสารบางชนิดก็มีฤทธิ์กัดกร่อน เป็นอันตรายได้
- จากประเด็นอภิปราย ครูตั้งคำถามว่า แล้วเราจะรู้ได้อย่างไรว่าสารชนิดใดมีฤทธิ์กัดกร่อน

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน
- ให้แต่ละกลุ่มทำการทดสอบตามใบกิจกรรมที่ 2 โดยครูอธิบายการใช้กระดาษลิตมัสอย่างถูกวิธีให้แก่นักเรียน

กิจกรรมที่ 2

เรื่อง ความเป็นกรด – เบสของสาร

ผู้ทดลอง : 1…….

2…….

3…….

4…….

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมให้เข้าใจ
2. ทำกิจกรรมและบันทึกผล

วัสดุอุปกรณ์ : น้ำเปล่า น้ำมะนาว น้ำปูนใส น้ำผงซักฟอก น้ำมันพืช น้ำส้มสายชู

วิธีทำ : 1. นำสารแต่ละชนิดหยดลงบนกระดาษลิตมัสสีแดงอย่างละ 1 แผ่น สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง แล้วนำผลที่เกิดขึ้นกับกระดาษลิตมัสไปติดในตางรางบันทึกผล

2. นำสารแต่ละชนิดหยดลงบนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินอย่างละ 1 แผ่น สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง แล้วนำผลที่เกิดขึ้นกับกระดาษลิตมัสไปติดในตางรางบันทึกผล

สาร	**การทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส**		**สมบัติของสาร**
	กระดาษลิตมัสสีแดง	กระดาษลิตมัสสีนำเงิน	
น้ำเปล่า			
น้ำมะนาว			
น้ำปูนใส			
น้ำผงซักฟอก			
น้ำมันพืช			
น้ำส้มสายชู			

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปผลกิจกรรมโดยการจัดกลุ่มของสารที่มีผลการทดสอบเหมือนกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสารที่มีผลการทดลองต่างกันออกจากกันโดยการเขียนผังกราฟิก

ผังกราฟิก : สมบัติความเป็นกรด – เบสของสาร

- นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตอบประเด็นคำถามย่อยในใบงานที่เกี่ยวข้องกับผลการทดลอง และร่วมกันถกเถียงหาข้อมูลมาสนับสนุนหรืออ้างอิงคำตอบ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

<u>ฉันรู้อะไร</u>

1. สิ่งที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารคืออะไร

   .....

2. ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระดาษลิตมัสมีกี่แบบ อย่างไรบ้าง

   .....

   .....

   .....

3. จงจำแนกสารที่ใช้ทดสอบออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามผลการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

   .....

   .....

   .....

4. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารใดที่มีสมบัติเป็นกรด และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

5. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารใดที่มีสมบัติเป็นกลาง และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

6. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารใดที่มีสมบัติเป็นเบส และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

7. จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ว่าอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

- แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน (ผังกราฟิกและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์) หน้าชั้นเรียน
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกันอีกครั้ง ดังนี้

  สารแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

  1. สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน จะมีสมบัติเป็น เบสสารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง จะมีสมบัติเป็น กรดสารที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน จะมีสมบัติเป็ กลาง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความเข้าใจ

- ครูซักถามนักเรียนว่าถ้าเราไม่มีกระดาษลิตมัสจะสามารถหาสิ่งใดมาใช้ในการทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารได้บ้าง
- ให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นข้างต้นจากอินเทอร์เน็ต
- แต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบตามข้อมูลที่แต่ละกลุ่มได้สืบค้นมา เช่น ใช้ดอกอัญชัน ใช้กะหล่ำปลีสีม่วง มาทดสอบ
- แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลและผลการทดสอบลงในตารางบันทึกผล

สาร	ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส		ทดสอบด้วย	สมบัติความเป็นกรด – เบสของสาร
	กระดาษลิตมัสสีแดง	กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน		

- แต่ละกลุ่มนำเสนอผลที่เกิดจากการค้นคว้าและทดสอบ
- ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปประเด็นของสิ่งที่สามารถนำมาใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบส ของสารซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติ จากที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

- แต่ละคนสรุปผลการทดลองผนวกรวมเข้ากับความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาจากการทดสอบความเป็นกรด – เบสของสาร โดยใช้ผังกราฟิก เพื่อตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของผู้เรียน

ผังกราฟิก

- แต่ละคนตอบประเด็นคำถามย่อยในใบงานที่เกี่ยวข้องกับผลการทดลองโดยหาข้อมูลมาสนับสนุนหรืออ้างอิงคำตอบ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

<u>สรุปแล้วฉันรู้อะไร</u>

1. สิ่งที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารนอกจากกระดาษลิตมัสคืออะไร

   .....

2. ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบสของสารนอกจากกระดาษลิตมัสมีกี่แบบ อย่างไรบ้าง

   .....

   .....

   .....

3. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารที่มีสมบัติเป็นกรด และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

4. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารที่มีสมบัติเป็นกลาง และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

5. จากการทดสอบ นักเรียนคิดว่าสารที่มีสมบัติเป็นเบส และมีคุณสมบัติอย่างไร

   .....

6. จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ว่าอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

- สุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอผังกราฟิกและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากการทำกิจกรรม
- ครูประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนจากการทำผังกราฟิกและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- ครูเพิ่มเติมประเด็นที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ
- ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมทั้งหมด

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
- สารต่าง ๆ
- กระดาษบรูฟ
- กกาเคมีชนิดต่าง ๆ

การวัดและประเมินผล

เป้าหมาย	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	- แบบบันทึกกิจกรรม - ผังกราฟิก - การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ตรวจสอบความถูกต้องของงาน	คะแนน 5 ขึ้นไป = ผ่าน
ด้านทักษะกระบวนการ	แบบสังเกตการทดลองและการนำเสนอ	สังเกตการทำการทดลองของนักเรียน	10 – 12 = ดี 6 – 9 = พอใช้ ต่ำกว่า 6 = ปรับปรุง

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีจำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้ว ให้กากบาท (×) ลงในช่อง ก, ข, ค, หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
   ดังตัวอย่างการตอบ ข้อ 0 ตัวเลือก ข

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		×		

4. คำถามในแต่ละข้อของแบบทดสอบมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
5. อย่าเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ
6. เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดทำแบบทดสอบทันที

1. สารในข้อใดที่มีรูปร่างและปริมาตรคงที่

ก. น้ำปลา

ข. น้ำตาลทราย

ค. น้ำเชื่อม

ง. น้ำมะนาว

เฉลย ข. น้ำตาลทราย

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

2. สารชนิดหนึ่งเมื่อนำมาใส่ในภาชนะ ทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่ และอนุภาคของสารมีช่องว่างสารมารถเคลื่อนที่ได้ สมบัติดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สารชนิดนี้อยู่ในสถานะใด

ก. แก๊ส

ข. ของแข็ง

ค. ของเหลว

ง. กึ่งของเหลว

เฉลย ค. ของเหลว

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

3. ตาราง การทดสอบสถานะของสาร A B และ C ทางด้านรูปร่างและปริมาตร

ชนิดของสาร	รูปร่าง		ปริมาตร	
	คงที่	ไม่คงที่	คงที่	ไม่คงที่
A	✓		✓	
B		✓	✓	
C		✓		✓

จากข้อมูลในตาราง สารชนิดใดที่อนุภาคของสารอยู่ห่างกันมาก ทำให้เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ก. สาร A

ข. สาร B

ค. สาร C

ง. สาร A และ สาร B

เฉลย ค. สาร C

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

4. ข้อใดกล่าวถึงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารในแต่ละสถานะได้ถูกต้อง

ก. ผงชูรส : อนุภาคเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ แต่เป็นระเบียบ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย

ข. ซีอิ๊ว : อนุภาคเรียงชิดติดกันแน่นอย่างเป็นระเบียบ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก

ค. น้ำส้มสายชู : อนุภาคเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ แต่ไม่เป็นระเบียบ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย

ง. เกลือ : อนุภาคของสารเรียงตัวกันอย่างกระจัดกระจาย มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก

เฉลย ค. น้ำส้มสายชู : อนุภาคเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ แต่ไม่เป็นระเบียบ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

5. สารในข้อใดมีสถานะแตกต่างจากพวก

ก. น้ำแข็ง

ข. น้ำเชื่อม

ค. น้ำส้มสายชู

ง. นมข้นหวาน

เฉลย ก. น้ำแข็ง

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

6. สารในข้อใดมีสถานะเดียวกันทั้งหมด

ก. ผงชอล์ก น้ำมัน น้ำอบ

ข. กาแฟ นมสด เต้าหู้ยี้

ค. ซีอิ๊ว น้ำปลา น้ำตาลทราย

ง. เกลือ น้ำแข็ง น้ำตาลทราย

เฉลย ง. เกลือ น้ำแข็ง น้ำตาลทราย

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

7. สารในข้อใดเมื่อใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินทดสอบจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

ก. น้ำมะขาม

ข. น้ำปูนใส

ค. น้ำผงซักฟอก

ง. น้ำสบู่

เฉลย ก. น้ำมะขาม

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

8. กรด มีสมบัติอย่างไร

ก. เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

ข. มีรสเปรี้ยว มีฤทธิ์กัดกร่อน

ค. ไม่ระคายเคืองต่อผิว

ง. สัมผัสแล้วรู้สึกลื่นมือ

เฉลย ข. มีรสเปรี้ยว มีฤทธิ์กัดกร่อน

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

9. สารคู่ใดมีสมบัติเป็นเบสทั้งคู่

ก. สบู่ น้ำอัดลม

ข. น้ำเกลือ น้ำเชื่อม

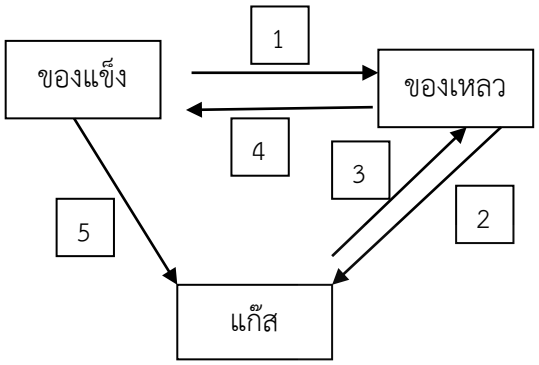
ค. น้ำโซดา น้ำปูนขาว

ง. น้ำปูนใส ผงซักฟอก

เฉลย ง. น้ำปูนใส ผงซักฟอก

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

10. พิจารณาแผนภาพข้างล่าง



ข้อใดอธิบาย<u>ไม่</u>ถูกต้อง

ก. 1 และ 2 กระบวนการดูดความร้อน

ข. 3 และ 4 เป็นกระบวนการคายความร้อน

ค. 1 เป็นการละลาย 2 เป็นการระเหย

ง. 3 เป็นการควบแน่น 5 เป็นการระเหิด

<u>เฉลย</u> ค. 1 เป็นการละลาย 2 เป็นการระเหย

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

11. จากข้อมูล

> สถบดีทำการทดลองโดยสังเกตลักษณะของเทียนไข จากนั้นจุดเทียนไขแล้วเอียงเทียนไข เขาสังเกตเห็นของเหลวสีเหลืองใส เมื่อดับไฟทิ้งไว้สักครู่ ของเหลวสีเหลืองใสมีการเปลี่ยนแปลงไป

ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงการเปลี่ยนสถานะของสารได้ถูกต้อง

ก. ของแข็ง แก๊ส ของเหลว

ข. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ค. แก๊ส ของแข็ง ของเหลว

ง. ของแข็ง ของเหลว ของแข็ง

<u>เฉลย</u> ง. ของแข็ง ของเหลว ของแข็ง

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

12. เพราะเหตุใดเวลาปั่นไอศกรีมต้องผสมเกลือลงในถังน้ำแข็งด้วย

ก. เพื่อลดการละลายของน้ำแข็ง

ข. เพื่อเพิ่มแรงตึงผิวของน้ำแข็งในถัง

ค. เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำแข็งในถังให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง

ง. เพื่อให้น้ำแข็งกระจายตัวได้ดีรอบถังปั่นไอศกรีม

<u>เฉลย</u> ค. เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำแข็งในถังให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

13. การทำฝนเทียมเป็นการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร

ก. ของแข็งเป็นของเหลว

ข. ของเหลวเป็นแก๊ส

ค. แก๊สเป็นของเหลว

ง. ของแข็งเป็นแก๊ส

<u>เฉลย</u> ค. แก๊สเป็นของเหลว

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

14. การตั้งน้ำแข็งทิ้งไว้จนน้ำแข็งกลายเป็นน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใด

ก. การระเหยของสาร

ข. การละลายของสาร

ค. การเปลี่ยนสถานะของสาร

ง. การเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร

เฉลย ค. การเปลี่ยนสถานะของสาร

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

15. เมื่อเติมเกลือป่นในน้ำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. เกิดการละลาย

ข. เปลี่ยนสถานะ

ค. เกิดปฏิกิริยาเคมี

ง. ตกตะกอน

เฉลย ก. เกิดการละลาย

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

16.

น้ำ + เกลือ = น้ำเกลือ

สิ่งใดคือตัวทำละลาย

ก. น้ำ

ข. เกลือ

ค. น้ำเกลือ

ง. น้ำและเกลือ

เฉลย ก. น้ำ

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

17. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติการละลายของสาร

ก. ความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและตัวละลาย

ข. สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้แตกต่างกัน

ค. สารละลายต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกันได้แตกต่างกัน

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย ง. ถูกทุกข้อ

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

18. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีแตกต่างกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างไร

ก. สมบัติของสารคงเดิม – สมบัติของสารเปลี่ยนไป

ข. เกิดสารใหม่ – ไม่เกิดสารใหม่

ค. องค์ประกอบของสารคงเดิม – องค์ประกอบของสารเปลี่ยนไป

ง. เปลี่ยนกลับเป็นสารเดิมได้ – เปลี่ยนกลับเป็นสารเดิมไม่ได้

เฉลย ข. เกิดสารใหม่ – ไม่เกิดสารใหม่

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

19. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใด เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
    ก. การเกิดสนิมเหล็ก
    ข. การระเหิดของน้ำแข็งแห้ง
    ค. การละลายของโซดาไฟในน้ำ
    ง. การเกิดผลึกของน้ำตาลในสารละลายน้ำตาลอิ่มตัว
    เฉลย ก. การเกิดสนิมเหล็ก
    (ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

20. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดทำให้เกิดสารใหม่
    ก. เทียนไขที่หลอมเหลว
    ข. กระดาษที่ฉีกขาด
    ค. น้ำที่แข็งตัว
    ง. กระดาษที่เผาไหม้
    เฉลย ง. กระดาษที่เผาไหม้
    (ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

21. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งหมด
    ก. การจุดไม้ขีดไฟ การกลายเป็นไอของน้ำ
    ข. การเผาถ่าน การสุกของผลไม้
    ค. การเกิดสนิมเหล็ก การเกิดเมฆฝน
    ง. การเกิดลูกเห็บ การหลอมเหลวของน้ำแข็ง
    เฉลย ข. การเผาถ่าน การสุกของผลไม้
    (ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

22. วิธีการใดเหมาะสมที่จะใช้แยกของผสมระหว่างเศษอิฐก้อนเล็ก ๆ กับทรายออกจากกัน
    ก. การร่อน
    ข. การกรอง
    ค. การระเหิด
    ง. การระเหยแห้ง
    เฉลย ก. การร่อน
    (ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

23. เครื่องแยกขนาดก้อนกรวด เกิดจากการนำตะแกรงที่มีรูมาซ้อนกันตามแนวตั้ง แล้วเทกรวดลงด้านบน เครื่องจะเขย่ากรวดลงมาจากชั้นบนลงมาชั้นล่าง ซึ่งจะแกรงแต่ละชั้นมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 , 0.20 , 0.10 เซนติเมตร และถาดทึบ ตามลำดับ เครื่องนี้สามารถแยกกรวดขนาดตามข้อใดออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์
    ก. 0.05 , 0.08 และ 0.15 เซนติเมตร
    ข. 0.05 , 0.25 และ 0.45 เซนติเมตร
    ค. 0.15 , 0.45 และ 0.55 เซนติเมตร
    ง. 0.10 , 0.35 และ 0.75 เซนติเมตร

เฉลย ข. 0.05 , 0.25 และ 0.45 เซนติเมตร

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

24. ยาลดกรดในกระเพาะอาหารจะนิยมรับประทานเมื่อมีอาการท้องอืด ยาชนิดนี้มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นข้น สีขาวคล้ายน้ำนมและต้องเขย่าก่อนรับประทานทุกครั้ง หากรับประทานยาบดกรดนี้แบบไม่เขย่าขวด อาจเกิดผลเสียตามข้อใด

ก. ได้รับตัวยามากเกินไป

ข. ได้รับตัวยาน้อยเกินไป

ค. ยาไม่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา

ง. ยาจะทำปฏิกิริยาในกระเพาะอาหารมากเกินไป

เฉลย ข. ได้รับตัวยาน้อยเกินไป

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

25. ขั้นตอนแรกของการบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายจะใช้การดักด้วยตะแกรง เพื่อเป็นการแยกเศษขยะที่มากับน้ำเสีย ขั้นตอนของการแยกนี้ ตรงกับวิธีแยกในข้อใด

ก. การดักจับ

ข. การกรอง

ค. การเขี่ยออก

ง. การตกตะกอน

เฉลย ข. การกรอง

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

26. สารในข้อใดที่ระเหิดได้

ก. น้ำตาลทราย

ข. ผงชอล์ก

ค. การบูร

ง. ขี้เถ้า

เฉลย ค. การบูร

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

27. สารผสมใดต่อไปนี้ที่แยกออกจากกันได้ด้วยวิธีการระเหยแห้ง

ก. เกลือป่นกับน้ำ

ข. น้ำมันพืชกับน้ำ

ค. ข้าวเปลือกกับแกลบ

ง. ผงตะไบเหล็กกับทราย

เฉลย ก. เกลือป่นกับน้ำ

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

28. ตาราง ผลการร่อนด้วยตะแกรงและการละลายในน้ำของสาร 4 ชนิด

ชนิดของสาร	การร่อนด้วยตะแกรง	การละลายในน้ำ
A	ผ่าน	ละลาย
B	ไม่ผ่าน	ละลาย
C	ผ่าน	ไม่ละลาย
D	ไม่ผ่าน	ไม่ละลาย

ถ้าสารทั้ง 4 ชนิด ผสมอยู่ด้วยกัน เมื่อร่อนด้วยตะแกรงแล้วนำสารที่ผ่านตะแกรงไปละลายน้ำ สารที่ไม่ละลายน้ำเหลือเป็นตะกอนอยู่ คือสารใด

ก. สาร A

ข. สาร B

ค. สาร C

ง. สาร D

เฉลย ค. สาร C

(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

29. ผงซักฟอกจัดเป็นสารประเภทใด

ก. ยารักษาโรค

ข. สารซักล้าง

ค. สารกำจัดแมลง

ง. สารปรุงแต่งอาหาร

เฉลย ข. สารซักล้าง

(ระดับพฤติกรรม: ความจำ)

30. ข้อใดจำแนกสารตามการใช้ประโยชน์ได้ถูกต้อง

ก. น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาฟอกขาว ตะไคร้หอมกันยุง น้ำใบเตย

ข. ซอสปรุงรส น้ำนมแมว สารกันบูด สบู่ก้อน

ค. สีผสมอาหาร ผงชูรส ยากันยุง น้ำตาลทราย

ง. ยาสีฟัน น้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก สบู่เหลว

เฉลย ง. ยาสีฟัน น้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก สบู่เหลว

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

31. สารในข้อใดที่พบตกค้างอยู่ตามพืชผัก

ก. สารกำจัดศัตรูพืช

ข. สารปรุงแต่งรสอาหาร

ค. สารทำความสะอาด

ง. สารกำจัดแมลงในบ้าน

เฉลย ก. สารกำจัดศัตรูพืช

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

32. ฉลากที่ติดข้างขวดยาชนิดหนึ่ง มีข้อความว่า “ยาชนิดนี้มีฤทธิ์กัดกระเพาะอาหาร” นักเรียนควรรับประทานยานี้เวลาใด จึงจะปลอดภัย

ก. รับประทานยาก่อนอาหาร

ข. รับประทานยาหลังอาหาร

ค. รับประทานยาทุกชั่วโมง

ง. รับประทานยาทุกครั้งที่มีอาการ

เฉลย ข. รับประทานยาหลังอาหาร

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

33. ในการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ควรปฏิบัติตนในลักษณะใดจึงจะมีความปลอดภัยมากที่สุด

ก. พ่นสารเคมีทวนลม

ข. สูบบุหรี่ขณะพ่นสารเคมี

ค. แต่งกายมิดชิดขณะพ่นสารเคมี

ง. นำภาชนะที่ใส่สารเคมีที่ล้างแล้วกลับมาใช้งานใหม่

เฉลย ค. แต่งกายมิดชิดขณะพ่นสารเคมี

(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

34. หากภาชนะบรรจุสารที่นักเรียนหยิบมาใช้มีรูป หมายความว่าอย่างไร

ก. เป็นสารพิษ ห้ามซื้อขาย

ข. เป็นสารพิษ ห้ามนำมาใช้

ค. เป็นสารพิษ ห้ามรับประทาน

ง. เป็นสารพิษ ห้ามมีไว้ในบ้าน

เฉลย ค. เป็นสารพิษ ห้ามรับประทาน

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

35. การเก็บวัตถุมีพิษไว้ในบ้าน ควรปฏิบัติอย่างไรเพื่อความปลอดภัยของคนในบ้าน

ก. เก็บไว้ในห้องที่มีอากาศชื้นและมืดสนิท

ข. เก็บรวมไว้กับวัตถุอื่นในห้องที่มีแสงสว่างส่องถึง

ค. ถ่ายใส่ขวดไว้ต่างหากแล้วนำไปฝังไว้ในดิน

ง. แยกเก็บกับวัตถุอื่นและและให้อากาศถ่ายเทสะดวก

เฉลย ง. แยกเก็บกับวัตถุอื่นและและให้อากาศถ่ายเทสะดวก

(ระดับพฤติกรรม: ความเข้าใจ)

36. ตาราง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำปลา 4 ชนิด

ชนิดของน้ำปลา	**ส่วนประกอบ**				
	โปรตีน (%)	เกลือ (%)	น้ำตาล (%)	วัตถุกันเสีย (%)	สีสังเคราะห์ (%)
1	76	23	1	ใส่	ไม่ใส่
2	77	23	-	ไม่ใส่	ไม่ใส่
3	80	20	-	ใส่	ใส่
4	78	20	2	ไม่ใส่	ใส่

จากตาราง ถ้าน้ำปลาทั้ง 4 ชนิดมีราคาเท่ากัน ควรเลือกซื้อน้ำปลาชนิดใด จึงจะปลอดภัยมากที่สุด

ก. ชนิดที่ 1
ข. ชนิดที่ 2
ค. ชนิดที่ 3
ง. ชนิดที่ 4
เฉลย ข. ชนิดที่ 2
(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

37. การเกิดลูกเห็บขนาดใหญ่ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารในลักษณะใด
ก. การละลาย
ข. การเกิดสารใหม่
ค. การเปลี่ยนสถานะ
ง. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
เฉลย ค. การเปลี่ยนสถานะ
(ระดับพฤติกรรม: การประยุกต์ใช้)

38. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดเป็นการเปลี่ยนสถานะ และทำให้เกิดโทษต่อสิ่งมีชีวิต
ก. การเกิดฝนกรดในเขตอุตสาหกรรม
ข. การตากผ้าที่เปียกชื้นไว้กลางแดด
ค. การใช้ปุ๋ยเคมีบำรุงต้นไม้
ง. การเกิดพายุลูกเห็บ
เฉลย ค. การเกิดพายุลูกเห็บ
(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

39. ผลของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารที่มีผลมาจากอุณหภูมิโลกสูงขึ้น คือข้อใด
ก. การเกิดฝนกรด
ข. การเกิดระเบิดของสารเคมี
ค. น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย
ง. การเกิดมลพิษของน้ำจากน้ำทิ้งตามอาคารบ้านเรือน
เฉลย ค. น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย
(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

40. สารต่าง ๆ เมื่อทิ้งลงแหล่งน้ำ จะทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย เพราะอะไร
ก. สารตกตะกอนทับถมในแหล่งน้ำ
ข. แก๊สในน้ำทำปฏิกิริยาเคมีกับสาร
ค. จุลินทรีย์ย่อยสลายสารต่าง ๆ
ง. สารละลายลงในน้ำ
เฉลย ข. แก๊สในน้ำทำปฏิกิริยาเคมีกับสาร
(ระดับพฤติกรรม: การวิเคราะห์)

แบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 40 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ ตามทฤษฎีของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) ประกอบด้วยทักษะย่อย 5 ด้าน คือ ด้านการจับคู่ (Matching) ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) และด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ (Specifying)
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้ว ให้กากบาท (×) ลงในช่อง ก, ข, ค, หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
   ดังตัวอย่างการตอบ ข้อ 0 ตัวเลือก ข

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		×		

4. คำถามในแต่ละข้อของแบบทดสอบมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
5. อย่าเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ
6. เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดทำแบบทดสอบทันที

แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 1 – 5

ในการยืนเข้าแถวเคารพธงชาติของนักเรียนชายชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งมีนักเรียนชายทั้งสิ้น 5 คน เป็นดังนี้

- ด.ช.พีพี ยืนอยู่หน้า ด.ช.โจ๊ก แต่ยืนหลัง ด.ช.เช้ง
- ด.ช.โอ๊ต ยืนอยู่หน้าสุด
- ด.ช.ดัช ต่ำกว่า ด.ช.โอ๊ต แต่ยืนอยู่หลัง ด.ช.โจ๊ก

1. หลักการปฏิบัติในการจัดแถวเคารพธงชาติของนักเรียนโรงเรียนนี้เป็นอย่างไร

   ก. เข้าแถวตามลำดับจากต่ำไปสูง

   ข. เข้าแถวตามลำดับจากสูงไปต่ำ

   ค. เข้าแถวตามเลขที่ในห้องเรียน

   ง. เข้าแถวตามลำดับการมาโรงเรียน

   <u>เฉลย</u> ข. เข้าแถวตามลำดับจากสูงไปต่ำ

   (การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

2. ใครยืนอยู่ 2 ลำดับหลังของแถวตามลำดับ

   ก. โจ๊ก ดัช

   ข. พีพี โจ๊ก

   ค. ดัช โอ๊ต

   ง. ดัช โจ๊ก

   <u>เฉลย</u> ก. โจ๊ก ดัช

   (การจัดหมู่ : ด้านข้อมูล)

3. ข้อใดมีลำดับการยืนแถวเหมือน “พีพี กับ โจ๊ก”

   ก. เช้ง กับ ดัช

   ข. โอ๊ต กับ ดัช

ค. ดัช กับ พีพี

ง. โอ๊ต กับ เช้ง

<u>เฉลย</u> ง. โอ๊ต กับ เช้ง

(การจับคู่ : ด้านกระบวนการคิด)

4. ถ้าวันนี้ โอ๊ตไม่มาโรงเรียน ใครจะยืนอยู่หน้าสุดของแถว

ก. เช้ง

ข. พีพี

ค. โจ๊ก

ง. ดัช

<u>เฉลย</u> ก. เช้ง

(การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

5. นักเรียนเห็นด้วยกับหลักการการจัดแถวของนักเรียนโรงเรียนนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. เห็นด้วย เพราะเป็นหลักการที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

ข. เห็นด้วย เพราะนักเรียนที่สูงกว่าจะได้เป็นแบบอย่างให้เพื่อนที่ต่อหลังได้

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะนักเรียนตัวเล็กที่อยู่หลังจะมองไม่เห็นการจัดกิจกรรมหน้าเสาธง

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะควรใช้การเข้าแถวตามลำดับการมาเรียนเพื่อจะได้รู้ว่าใครมาก่อน – หลัง

<u>เฉลย</u> ค. ไม่เห็นด้วย เพราะนักเรียนตัวเล็กที่อยู่หลังจะมองไม่เห็นการจัดกิจกรรมหน้าเสาธง

(การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ : ด้านกระบวนการคิด)

คำชี้แจง จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 6 - 10

> วิธีการสังเกตน้ำส้มสายชูแท้กับเทียมอย่างง่าย ๆ คือ ดูที่พริกที่เขาใส่ไว้ ถ้ามันเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ ก็ให้สันนิษฐานว่าเป็นของปลอมไม่ควรรับประทาน น้ำส้มสายชูเป็นของจำเป็นที่เราต้องใช้ประจำ จึงมีผู้คิดหากำไรจากการขายน้ำส้มสายชูปลอม โดยใช้กรดกำมะถันเพียงเล็กน้อยผสมน้ำมาก ๆ ก็จะได้รสเปรี้ยวจัด เนื่องจากต้นทุนต่ำมากจึงขายได้ในราคาถูกกว่าน้ำส้มสายชูแท้ ขายเพียงขวดละ 2 – 3 บาท ก็ได้กำไรสูง ส่วนน้ำส้มสายชูแท้คือ กรดอะซิติก จะได้จากการหมักผลไม้ต่าง ๆ หรือการหมักอาหารที่มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต เช่น ข้าว น้ำมันมะพร้าว หรือกากน้ำตาล เป็นต้น บางครั้งจะเรียกว่า น้ำส้มสายชูหมัก

6. หากนักเรียนไม่มีพริกสด จะสามารถใช้สิ่งใดในการทดสอบแทน

   ก. พริกไทย

   ข. ผักชี

   ค. ข้าวสาร

   ง. เงินเหรียญ

   <u>เฉลย</u> ข. ผักชี

   (การจับคู่ : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

7. ถ้านักเรียนไปรับประทานราดหน้าในร้านแห่งหนึ่ง แล้วสังเกตเห็นว่าพริกในน้ำส้มสายชูมีสีคล้ำ นักเรียนจะทำอย่างไร

   ก. เลือกตักเฉพาะน้ำส้มสายชู เพราะพริกเน่าแล้ว

   ข. ไม่จ่ายเงินค่าราดหน้าแก่เจ้าของร้าน เพราะร้านนี้ใช้วัตถุดิบไม่มีคุณภาพ

   ค. เทน้ำส้มสายชูของร้านทิ้ง เพราะเป็นของปลอม

   ง. ขอมะนาวจากทางร้านใส่เพิ่มความเปรี้ยวให้กับราดหน้า เพราะน้ำส้มสายชูของร้านเป็นของปลอม

   <u>เฉลย</u> ง. ขอมะนาวจากทางร้านใส่เพิ่มความเปรี้ยวให้กับราดหน้า เพราะน้ำส้มสายชูของร้านเป็นของปลอม

   (การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

8. เพราะเหตุใด จึงมีการทำน้ำส้มสายชูปลอมขึ้น

ก. ผู้ผลิตคิดหากำไรจากผู้บริโภค

ข. เป็นการประหยัดเงิน

ค. การหมักผลไม้เพื่อทำน้ำส้มสายชู้แท้เป็นการสิ้นเปลือง

ง. จะทำให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีรสเปรี้ยวจัดเหมาะกับความต้องการของผู้บริโภค

<u>เฉลย</u> ก. ผู้ผลิตคิดหากำไรจากผู้บริโภค

(การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด : ด้านกระบวนการคิด)

9. อาหารในข้อใดสามารถนำมาหมักเป็นน้ำส้มสายชูแท้ได้ทั้งหมด

ก. สับปะรด ข้าว น้ำมันมะพร้าว

ข. ผักกาด สับปะรด แอบเปิ้ล

ค. ข้าว มะนาว เห็ด

ง. กากน้ำตาล ข้าว ทุเรียน

<u>เฉลย</u> ก. สับปะรด ข้าว น้ำมันมะพร้าว

(การจัดหมวดหมู่ : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

10. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1) น้ำส้มสายชูปลอม เป็นกรดอะซิติกที่ผสมน้ำมาก ๆ

2) น้ำที่ได้จากการหมักผลไม้ต่าง ๆ คือ น้ำส้มสายชูแท้

3) น้ำส้มสายชูแท้จะไม่เปลี่ยนสีของพริกที่ใส่ไว้

ก. เฉพาะข้อ 1)

ข. ข้อ 1) และ ข้อ 2)

ค. ข้อ 2) และ ข้อ 3)

ง. ข้อ 1) ข้อ 2) และข้อ 3)

<u>เฉลย</u> ค. ข้อ 2) และ ข้อ 3)

(การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป : ด้านกระบวนการคิด)

คำชี้แจง จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 11 – 15

> ผู้คนในยุคไอที คงคุ้นเคยกับอาหารถุงหรือกล่องโฟมในการบรรจุอาหาร อาจเป็นเพราะสะดวกและราคาไม่แพง โดยเฉพาะกล่องโฟมมักถูกนำไปใช้ในการบรรจุอาหารที่ร้อนและมีน้ำมัน อาจทำให้เกิดอันตรายจากสารปนเปื้อนที่แยกตัวออกมาจากภาชนะบรรจุได้ อาทิ เบนซิน และสไตรีน ซึ่งสารดังกล่าวจะละลายในอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมัน สำหรับเบนซิน หากได้รับเข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานานอาจทำให้เป็นโรคโลหิตจางหรือมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้ ส่วนสไตรีนมีผลต่อร่างกายเมื่อถูกผิวหนังหรือเข้าตาอาจทำให้ระคายเคือง หากสูดดมเข้าไปจะมีอาการไอและหายใจลำบาก เพราะไปทำให้เยื่อเมือกเกิดความระคายเคือง ปวดศีรษะ ง่วงซึม

11. วัสดุธรรมชาติใดสามารถนำมาใช้แทนกล่องโฟมได้

    ก. ใบไผ่

    ข. ใบตอง

    ค. ใบเตย

    ง. ใบตาล

    <u>เฉลย</u> ข. ใบตอง

    (การจับคู่ : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

12. อาหารชนิดใดที่ใช้กล่องโฟมในการบรรจุแล้วเกิดโทษน้อยที่สุด

    ก. ลูกชิ้นทอด

    ข. ข้าวผัดกะเพราไข่

    ค. ข้าวเปล่า

    ง. โรตีไข่

    <u>เฉลย</u> ค. ข้าวเปล่า

    (การจัดหมวดหมู่ : ด้านกระบวนการคิด)

13. จากบทความข้างต้น ไม่ได้กล่าวถึงประเด็นใด

ก. ราคากล่องโฟม

ข. ประโยชน์ของกล่องโฟม

ค. โทษของกล่องโฟม

ง. สารพิษในกล่องโฟม

<u>เฉลย</u> ข. ประโยชน์ของกล่องโฟม

(การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด : ด้านข้อมูล)

14. หากนักเรียนเป็นแม่ค้าร้านอาหารตามสั่ง นักเรียนจะเลือกใช้กล่องโฟมในการบรรจุอาหารหรือไม่ เพราะอะไร

ก. ไม่ใช้ เพราะเกิดสารพิษต่อผู้บริโภค

ข. ไม่ใช้ เพราะผู้บริโภคจะป่วยเป็นมะเร็งแล้วมาเรียกร้องค่าเสียหาย

ค. ใช้ เพราะไม่มีอะไรมาแทนกล่องโฟมได้

ง. ใช้ เพราะสะดวกและราคาถูก จะทำให้ได้กำไรจากการค้า

<u>เฉลย</u> ก. ไม่ใช้ เพราะเกิดสารพิษต่อผู้บริโภค

(การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ : ด้านข้อมูล)

15. จากบทความข้างต้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. ในกล่องโฟมจะมีสารปนเปื้อนสองชนิดคือเบนซินและสไตรีน

ข. สารสไตรีนจะทำให้เป็นโรคโลหิตจางหรือมะเร็งเม็ดเลือดขาว

ค. เบนซินและสไตรีน จะละลายในอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมัน

ง. กล่องโฟมเหมาะสำหรับการบรรจุอาหารที่ร้อนและมีน้ำมัน

<u>เฉลย</u> ค. เบนซินและสไตรีน จะละลายในอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมัน

(การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป : ด้านข้อมูล)

คำชี้แจง จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 16 - 20

> กระเจี๊ยบเขียวไม่ได้เป็นแค่ผักที่ใช้รับประทานกับน้ำพริกเพียงแค่อย่างเดียว แต่ยังเป็นพืชที่มีสรรพคุณทางยา ช่วยบำรุงรักษาและแก้อาการต่าง ๆ ได้สารพัด โดยเฉพาะยางเมือก ๆ ในผักจะมีสารแพ็กติน และกัม ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้เป็นอย่างดี หากรับประทานเป็นประจำอย่างต่อเนื่องจะช่วยรักษาความดันเลือดให้เป็นปกติ ลดอาการท้องผูก ช่วยกำจัดพยาธิตัวจี๊ด บำรุงตับ นอกจากนี้กระเจี๊ยบเขียวยังมีโฟเลตสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง บำรุงสมองและพัฒนาการแก่ทารกในครรภ์

16. การรับประทานกระเจี๊ยบเขียวเหมาะสมกับใครมากที่สุด

    ก. ผู้ป่วยเบาหวาน

    ข. ผู้ป่วยความดันเลือด

    ค. ผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหารอักเสบ

    ง. หญิงหลังคลอด

    <u>เฉลย</u> ค. ผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหารอักเสบ

    (การจับคู่ : ด้านข้อมูล)

17. ใครรับประทานกระเจี๊ยบเขียวแล้วได้ประโยชน์มากที่สุด

    ก. นัท นำกระเจี๊ยบเขียวสดมารับประทานกับน้ำพริก

    ข. นิด นำกระเจี๊ยบเขียวมาลวกแล้วรับประทานกับน้ำพริก

    ค. หน่อย นำกระเจี๊ยบเขียวมาใส่ในแกง

    ง. หนุ่ม นำกระเจี๊ยบเขียวมาผัดกับกุ้ง

    <u>เฉลย</u> ก. นัท นำกระเจี๊ยบเขียวสดมารับประทานกับน้ำพริก

    (การสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ : ด้านกระบวนการปฏิบัติ)

18. ข้อความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นสำคัญ

ก. วิธีการรับประทานกระเจี๊ยบเขียว

ข. สารที่อยู่ในกระเจี๊ยบเขียว

ค. ประโยชน์ของกระเจี๊ยบเขียว

ง. การปลูกกระเจี๊ยบเขียว

เฉลย ค. ประโยชน์ของกระเจี๊ยบเขียว

(การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด : ด้านข้อมูล)

19. กระเจี๊ยบเขียวช่วยบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ยกเว้นระบบใด

ก. ระบบย่อยอาหาร

ข. ระบบขับถ่าย

ค. ระบบหมุนเวียนเลือด

ง. ระบบหายใจ

เฉลย ง. ระบบหายใจ

(การจัดหมวดหมู่ : ด้านกระบวนการคิด)

20. ข้อใดเป็นคุณค่าทางอาหารของกระเจี๊ยบเขียว

ก. มีสารแพ็กติน ช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหาร

ข. มีโฟเลมสูง ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดแดง

ค. มีสารกัม ช่วยกำจัดพยาธิตัวจี๊ด

ง. มีเบตาแคโรทีน ช่วยบำรุงตับ

เฉลย ก. มีสารแพ็กติน ช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหาร

(การสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป : ด้านข้อมูล)

ภาคผนวก ง

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r)
และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			X	s.d.
	1	2	3		
1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
2. สาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
3. กระบวนการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
4. วิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5.00	0.00
5. สื่อสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58
6. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
7. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	5	5	5	5.00	0.00
8. การนำเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันเหมาะสมกับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	4	4	5	4.33	0.58
9. ความยากง่ายของภาษาที่ใช้	4	5	5	4.67	0.58
10. ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58
11. กระบวนการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	5	4	4	4.33	0.58
12. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์	5	5	5	5.00	0.00
รวม				4.64	0.34

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ค่าความเที่ยง (Reliability) KR-20 = 0.9179

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก		Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.37	ใช้ได้	0.43	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.60	ใช้ได้	0.41	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.53	ใช้ได้	0.42	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.73	ใช้ได้	0.28		0.13	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
5	0.63	ใช้ได้	0.47	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.57	ใช้ได้	0.50	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.47	ใช้ได้	0.27		0.15	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
8	0.60	ใช้ได้	0.43	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.50	ใช้ได้	0.42	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.43	ใช้ได้	0.37	*	0.05	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.33	ใช้ได้	0.21		0.26	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
12	0.37	ใช้ได้	0.42	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.53	ใช้ได้	0.37	*	0.05	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.77	ใช้ได้	0.36	*	0.05	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.43	ใช้ได้	0.23		0.21	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
16	0.67	ใช้ได้	0.48	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.57	ใช้ได้	0.45	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.57	ใช้ได้	0.50	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.47	ใช้ได้	0.23		0.22	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
20	0.63	ใช้ได้	0.34		0.06	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
21	0.47	ใช้ได้	0.49	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.70	ใช้ได้	0.45	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.33	ใช้ได้	0.39	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.50	ใช้ได้	0.50	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.60	ใช้ได้	0.40	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.77	ใช้ได้	0.35		0.06	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
27	0.53	ใช้ได้	0.31		0.10	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
28	0.50	ใช้ได้	0.32		0.08	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
29	0.70	ใช้ได้	0.41	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.50	ใช้ได้	0.39	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.70	ใช้ได้	0.44	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.53	ใช้ได้	0.15		0.42	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
33	0.63	ใช้ได้	0.41	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.60	ใช้ได้	0.44	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.67	ใช้ได้	0.42	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.57	ใช้ได้	0.43	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.57	ใช้ได้	0.51	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.40	ใช้ได้	0.39	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.50	ใช้ได้	0.43	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.50	ใช้ได้	0.44	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.60	ใช้ได้	0.51	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
42	0.33	ใช้ได้	0.44	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.37	ใช้ได้	0.44	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
44	0.53	ใช้ได้	0.48	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
45	0.47	ใช้ได้	0.49	*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
46	0.67	ใช้ได้	0.53	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
47	0.23	ใช้ได้	0.39	*	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
48	0.73	ใช้ได้	0.16		0.39	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
49	0.50	ใช้ได้	0.41	*	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.70	ใช้ได้	0.51	*	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์

ค่าความเที่ยง (Reliability) KR-20 = 0.8563

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.58	ใช้ได้	0.48 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.45	ใช้ได้	0.58 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.39	ใช้ได้	0.44 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.39	ใช้ได้	0.59 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.53	ใช้ได้	0.40 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.34	ใช้ได้	0.41 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.61	ใช้ได้	0.40 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.66	ใช้ได้	0.57 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.61	ใช้ได้	0.39 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.58	ใช้ได้	0.48 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.66	ใช้ได้	0.39 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.74	ใช้ได้	0.46 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.34	ใช้ได้	0.39 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.61	ใช้ได้	0.47 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.32	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.55	ใช้ได้	0.34 *	0.04	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.50	ใช้ได้	0.40 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.74	ใช้ได้	0.37 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.45	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.45	ใช้ได้	0.35 *	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสุกัลยา เวชสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	3 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(ศึกษาศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2548
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านสามแยก อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง
ตำแหน่ง	ครู คศ.1