

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบาย  
เชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ  
และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี  
จังหวัดปทุมธานี

นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

**The Effects of Inquiry Learning Management (5Es) Emphasizing Provision of  
Scientific Explanation on Science Learning Achievement in the Topic of  
Weather and Scientific Explanation Creation of Matthayom Suksa I  
Students at Nawamintrachinuthit Suan Kularb Wittayalai  
Pathum Thani School in Pathum Thani Province**

**Miss Pattarasuda Hadkhuntod**



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

2018

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

**ชื่อและนามสกุล** นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด

**วิชาเอก** วิทยาศาสตร์ศึกษา

**สาขาวิชา** ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

**อาจารย์ที่ปรึกษา** 1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์  
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

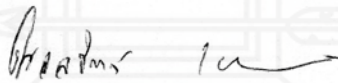
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



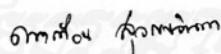
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)



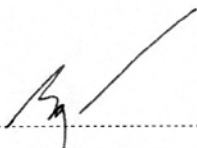
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วิชย์)

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

**ผู้วิจัย** นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด **รหัสนักศึกษา** 2602000081 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา **ปีการศึกษา** 2561

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ (2) เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ และ (3) เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 88 คน จาก 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (2.1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ (2.2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (2.3) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (2.4) บันทึกหลังสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ** การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

**Thesis title:** The Effects of Inquiry Learning Management (5Es) Emphasizing Provision of Scientific Explanation on Science Learning Achievement in the Topic of Weather and Scientific Explanation Creation of Matthayom Suksa I Students at Nawamintrachinuthit Suan Kularb Wittayalai Pathum Thani School in Pathum Thani Province

**Researcher:** Miss Pattarasuda Hadkhuntod; **ID:** 2602000081;

**Degree:** Master of Education (Science Education);

**Thesis advisors:** (1) Dr. Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor;

(2) Dr. Duongdearn Suwanjinda, Associate Professor; **Academic year:** 2018

### Abstract

The purposes of this research were (1) to compare the post-learning science learning achievement in the topic of Weather of Mathayom Suksa I students in the experimental group who learned under the inquiry learning management (5Es) emphasizing provision of scientific explanation with that of the students in the control group who learned under the conventional teaching method; (2) to compare the post-learning scientific explanation creation of the experiment group students who learned under the inquiry learning management (5Es) emphasizing provision of scientific explanation with that of the control group students who learned under the conventional teaching method; and (3) to compare the pre-learning scientific explanation creation and the post-learning counterpart creation of the experiment group students who learned under the inquiry learning management (5Es) emphasizing provision of scientific explanation.

The sample consisted of 88 Mathayom Suksa I students in two heterogeneous classrooms who were studying in the second semester of the 2018 academic year at Nawamintrachinuthit Suan Kularb Wittayalai Pathum Thani School in Pathum Thani province, obtained by cluster random sampling. Then one group was randomly assigned as the experimental group to learn under the inquiry learning management (5Es) emphasizing provision of scientific explanation; the other group, the control group to learn under the conventional teaching method. Research instruments comprised two categories: (1) the experimental instruments consisting of learning management plans for the inquiry learning management (5Es) emphasizing provision of scientific explanation, and learning management plans for the conventional teaching method; and (2) the data collecting instruments consisting of (2.1) a science learning achievement test on the topic of Weather, (2.2) a test on scientific explanation creation, (2.3) a scientific explanation creation recording form, and (2.4) a post-teaching note taking form. Statistics for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

Research findings revealed that (1) the post-learning science learning achievement in the topic of Weather of the experimental group students was significantly higher than the counterpart learning achievement of the control group students at the .05 level; (2) the post-learning scientific explanation creation of the experimental group students was significantly higher than the counterpart creation of the control group students at the .05 level; and (3) the post-learning scientific explanation creation of the experimental group students was significantly higher than their pre-learning counterpart creation at the .05 level.

**Keywords:** Inquiry learning management (5Es), Scientific explanation creation, Science learning achievement, Mathayom Suksa

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวีกรติพงษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน สุวรรณจินดา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาเป็นประธานสอบปกป้องวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำแนวทางแก้ไขปรับปรุงงานวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอบพระคุณ นายเอก ประดิษฐ์พงษ์ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี ดร. พรพกา หนูจันทร์ ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 จังหวัดขอนแก่น และนางสาวพัฒนิกา มีลา อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ฝายมัธยม มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้กรุณาตรวจเครื่องมือวิจัย ตลอดจนได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยที่มีคุณค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

ภัทรสุดา หาดขุนทด

มีนาคม 2562

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	8
สมมติฐานการวิจัย .....	8
ขอบเขตการวิจัย .....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	11
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	12
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ .....	13
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	25
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ .....	29
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	42
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	43
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	60
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	61

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	63
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ .....	64
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ .....	65
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน .....	80
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	83
สรุปการวิจัย .....	83
อภิปรายผล .....	86
ข้อเสนอแนะ .....	92
บรรณานุกรม .....	94
ภาคผนวก .....	100
ก รายชื่อผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	101
ข แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	103
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ .....	116
ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	125
ประวัติผู้วิจัย .....	147



สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	สรุปบทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	24
ตารางที่ 2.2	เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ (Mcneill and Krajcik , 2008) ....	35
ตารางที่ 3.1	ขั้นตอนการสอนตามลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	44
ตารางที่ 3.2	ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008).....	47
ตารางที่ 3.3	สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	47
ตารางที่ 3.4	คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) .....	48
ตารางที่ 3.5	สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น .....	50
ตารางที่ 3.6	เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม .....	52
ตารางที่ 3.7	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม.....	54
ตารางที่ 3.8	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ของ Sampson <i>et al.</i> (2010) และสันติชัย อนุวัชรชัย (2553).....	57
ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	64
ตารางที่ 4.2	เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	65
ตารางที่ 4.3	ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	66
ตารางที่ 4.4	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1 .....	69
ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1 .....	70
ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1 .....	71
ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 .....	74
ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 .....	75
ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 .....	77
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	80
ตารางที่ 4.12 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง .....	81
ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถในการสร้างคำ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง .....	82

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	46
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ.....	49
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น.....	51
ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ.....	57
ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	58



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมในปัจจุบันเป็นสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลง มีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างก้าวกระโดด เป็นสังคมแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างต่อเนื่อง วิทยาศาสตร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญอันเป็นพื้นฐานและมีอิทธิพลอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจในธรรมชาติและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป็นความรู้ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นองค์ประกอบ โดยอาศัยกระบวนการค้นหาความรู้อย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อน แดกแขนงเป็นหลายสาขาและมีการดำเนินงานร่วมกันในหลายองค์กร (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2556) เมื่อมนุษย์ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก มนุษย์จำเป็นต้องอาศัยทักษะต่างๆ ได้แก่ 1) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 2) ทักษะการคิดแก้ปัญหา ที่ประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างสร้างสรรค์ 3) ทักษะการแก้ปัญหา และ 4) ทักษะการสื่อสาร ทักษะดังกล่าวได้รับการเรียกว่า “ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท], 2556) ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นอีกหนึ่งเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความพร้อมสามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกตลอดจนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้การที่จะสามารถพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะดังกล่าวนี้ จำเป็นต้องเริ่มจากการพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างคำอธิบายโดยใช้หลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนผลการสังเกตและการทดลองเชิงประจักษ์ ซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องสร้างขึ้นมาจากการให้เหตุผลเชิงตรรกะและสอดคล้องกับหลักฐาน (สันติชัย อนุวัตรชัย, 2553) เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายนักเรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านองค์ความรู้และด้านทักษะกระบวนการ

อันเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณลักษณะ มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีทักษะและมีความรู้ตามความต้องการของสังคม

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ข่อมส่งผลต่อการประเมินและพัฒนาการจัดการศึกษาทั้งในระดับนานาชาติและระดับชาติ โดยการประเมินผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติที่ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 (PISA 2000) และดำเนินการต่อเนื่องมาใน PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009 และ PISA 2012 โดยจัดการประเมินต่อเนื่องทุกสามปี ซึ่งขณะนี้อยู่ในช่วงดำเนินงานในโครงการ PISA 2015 และ PISA 2018 โดยผลการประเมินในส่วนของความรู้วิทยาศาสตร์ PISA 2015 ในภาพรวมของทั้งประเทศ พบว่า นักเรียนเพียงหนึ่งในสามคิดเป็น ร้อยละ 36.1 สามารถตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ได้ถูก และอีกสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบ ในจำนวนนี้มีนักเรียนถึงร้อยละ 61 ตอบข้อสอบผิด เมื่อพิจารณาผลการประเมินตามกรอบโครงสร้างของการประเมิน พบว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งในห้าเท่านั้นที่สามารถทำข้อสอบในส่วนของ การเขียนตอบแบบใช้คนตรวจได้ โดยสัดส่วนของนักเรียนที่ทำได้ในปี 2015 ลดลงจากปี 2012 หากพิจารณาด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินในปี 2015 สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ลดลงจากปี 2012 (สสวท, 2560) ในส่วนของ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประเทศอยู่ที่ 32.28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ในขณะที่ผลของการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2560 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประเทศอยู่ที่ 29.37 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำเช่นเดียวกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินทางการศึกษาทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติรายวิชาวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่สัมฤทธิ์ผล และยังมีประสิทธิภาพที่ไม่เป็นไปตามความต้องการของสังคม รวมทั้งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นศูนย์กลาง นักเรียนเรียนรู้ผ่านการบรรยาย จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้อาจารย์เป็นการเรียนรู้แบบท่องจำโดยปราศจากการลงมือกระทำเพื่อความเข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง นักเรียนเรียนรู้เพื่อนำไปสอบวัดผลระดับ

ประจำภาคการศึกษาของโรงเรียนให้ผ่านเกณฑ์การทดสอบ เมื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นการเรียนเพียงเพื่อท่องจำไปทดสอบ ย่อมส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ขาดโอกาสในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์โดยมีพื้นฐานอยู่บนหลักของการให้เหตุผลและเชื่อมโยงไปกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Mcneill and Krajcik, 2008) และหากพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายหลักของ PISA จะพบว่า PISA ไม่ได้เน้นการประเมินความรู้ที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียน แต่เน้นสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะในจะใช้ในชีวิตจริง การประเมินผลตามแนวของ PISA จึงให้ความสำคัญกับกระบวนการคิด ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ ความสามารถที่จะเข้าใจประเด็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และสามารถใช้ในการจัดการสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท, 2555)

เมื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยนักเรียนและครูยังคงให้ความสำคัญกับการรู้ข้อเท็จจริง การรู้เนื้อหาสาระจากตำรา เน้นการเรียนรู้แบบท่องจำมากกว่าเข้าใจ การจัดการเรียนรู้ยังขาดการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ ตลอดจนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังคงเน้นการวัดเพียงความรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มีพื้นฐานอยู่บนองค์ความรู้ที่เป็นหลักการหรือทฤษฎีจากตำราวิชาการ ปราศจากการวัดและประเมินผลด้านทักษะหรือสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ย่อมสวนทางกับแนวทางการวัดและประเมินผลในระดับชาติและระดับนานาชาติที่เปลี่ยนแปลงไป ผลการทดสอบของรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชาติและระดับนานาชาติจึงยังอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเป็นห่วง และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และผลการประเมินในระดับชาติและระดับนานาชาติ ของนักเรียน โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี ที่ผ่านมายังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องได้รับการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ไม่ใช่เพียงเรียนเพื่อท่องจำนำไปสอบ รวมทั้งผลการประเมินในระดับชาติยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งการจะพัฒนาดังกล่าวนั้นจะต้องเริ่มจากกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้อย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้จึงต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย (สสวท, 2553) การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำตอบจากปัญหาโดยใช้ข้อมูลหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือการเปิดโอกาสให้สร้างคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์ อันเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งองค์ความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ไปพร้อมกันเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว กระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการปรับปรุงมาตรฐานการจัดการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนตามความเหมาะสมของช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ มุ่งพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศในด้านตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ตามความเหมาะสม ตลอดจนการเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนสำหรับการเติบโตเป็นพลเมืองของชาติในอนาคต การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง สามารถใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ (ทิสนา แจมมณี, 2560)

การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อสืบเสาะ สืบค้น ตรวจสอบ ทดลอง ด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และการดำเนินชีวิตประจำวันได้ (สุทธิดา จำรัส, 2556) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) (สสวท, 2556) ซึ่งกระบวนการ

การจัดการเรียนการสอน โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอันเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้คิด สังเกต นำเสนอ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

เมื่อการเรียนรู้อย่างแท้จริงของนักเรียน ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือความรู้ภาคทฤษฎี แต่เป็นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย อันเป็นความรู้ที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเองจนสามารถเก็บข้อมูลจากเรียนรู้ที่ได้ออกมาใช้ได้เมื่อพบเจอปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่ต่างไปจากเดิม แม้ว่าสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจและพัฒนากระบวนการคิดผ่านการจัดการเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry) มาอย่างต่อเนื่อง แต่อีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของไทยยังน่าเป็นห่วงและมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี คือ พฤติกรรมการสอนของครูส่วนใหญ่ยังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญมากกว่าเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญการเปิด โอกาสให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) ซึ่งปัจจัยดังกล่าว คือ หนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวการประเมินของ PISA

จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่สำคัญที่พลเมืองของชาติพึงมี วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานจากการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยข้อค้นพบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นสร้างข้อกล่าวอ้างและสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นพบและอธิบายข้อกล่าวอ้างนั้นโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถสร้างและพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วน ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นการตอบ การอ้าง หรือการสรุปจากคำถามหรือปรากฏการณ์ที่ได้พบ 2) หลักฐาน (evidence) เป็นการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และการค้นพบจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และ 3) เหตุผล (reasoning) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและการค้นพบโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Mcneill and Krajcik, 2008)



เนื่องจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นหนึ่งตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะความสามารถดังกล่าวสามารถสะท้อนภาพของสังคมวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสังคมโลก และยังเป็นการพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้ มีทักษะกระบวนการและมีคุณลักษณะของความเป็นนักวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) เมื่อการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ พัฒนากระบวนการคิด เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้จนเกิดเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยเอง ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอีกหนึ่งที่พัฒนาให้สร้างคำตอบจากปัญหาหรือคำถาม ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลหลักฐานจนเกิดเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการประเมินความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการประเมินระดับนานาชาติของ PISA เป็นตัวชี้วัดประการหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) แต่จากผลการประเมินความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยตามกรอบแนวคิดของ PISA พบว่ายังอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อเทียบกับนานาชาติประเทศ (สสวท, 2560) ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแน่นอนว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูที่มีเทคนิคการสอนที่ดี สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และสามารถให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้จะส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ (ไกรยศ ภัทรราช, 2559) แต่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยยังเน้นแค่ความรู้ในตำรา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญด้านความจำ ขาดการตั้งคำถามที่กระตุ้นความสนใจใคร่รู้ของนักเรียน ขาดการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ตลอดจนเป็นชั้นเรียนที่ขาดปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (สมเกียรติ ตั้งกิจวานิช, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่งขาดการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยยังขาดการเน้นให้

นักเรียนได้วิเคราะห์และแสดงออกทางความคิดอย่างสร้างสรรค์ ขาดการเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่อยู่รอบตัว (สสวท, 2560) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบาย ได้แสดงออกทางความคิดอย่างสร้างสรรค์เกิดเป็นชั้นเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อันประกอบไปด้วยสามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (claim) 2) หลักฐาน (evidence) 3) เหตุผล (reasoning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าวได้ เนื่องจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างคำตอบจากคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ข้อมูลหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น อันเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ เน้นการสำรวจ ตรวจสอบ ทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถาม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการ เป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีสมรรถนะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และจากการพิจารณาผลการประเมิน PISA 2015 ที่จำแนกตามเนื้อหา โดยการประเมินนั้นครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับโลก ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับระบบกายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบโลกและอวกาศ ซึ่งผลการประเมินเมื่อเทียบกับ PISA 2012 พบว่า ใน PISA 2015 สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบได้มีจำนวนน้อยกว่า PISA 2012 ทุกเนื้อหา รวมทั้งผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินในสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) ซึ่งสารระดังกล่าวประกอบไปด้วยองค์ความรู้ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ อันเป็นองค์ความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์เกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียน เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรอบตัวของนักเรียน ประกอบกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของการเข้าใจในวิทยาศาสตร์ การที่จะพัฒนาให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จึงต้องเริ่มต้นจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นระดับชั้นแรกของการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษา จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

## 3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.2 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.3 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 4.1.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ห้องเรียนปกติ จำนวน 315 คน 7 ห้องเรียน โดยคณะกรรมการของนักเรียน

#### 4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 17 คน และเพศหญิงจำนวน 27 คน และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติจำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 27 คน และเพศหญิงจำนวน 17 คน

### 4.2 ตัวแปรในการวิจัย

#### 4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 1) การจัดการจัดการเรียนรู้อย่างสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง)
- 2) การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

#### 4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ
- 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

**5.2 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้การสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และการลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นการตอบ การอ้าง หรือการสรุปจากคำถามหรือปรากฏการณ์ที่ได้พบ 2) หลักฐาน (evidence) เป็นการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และการค้นพบจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และ 3) เหตุผล (reasoning) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและการค้นพบโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถได้มาจากเครื่องมือ ดังนี้

**5.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** เป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบความเรียง ให้นักเรียนเขียนตอบ ประกอบด้วย 1) ข้อคำถามหรือสถานการณ์ 2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และ 3) ข้อคำถามที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**5.2.2 แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** เป็นใบกิจกรรมสำหรับให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเป็นแบบฝึกหัดสำหรับให้นักเรียนฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**5.2.3 บันทึกหลังสอน** เป็นแบบบันทึกสำหรับจดบันทึกข้อมูลโดยครูผู้สอนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น** โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ร่วมกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยสามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (claim) 2) หลักฐาน (evidence) 3) เหตุผล (reasoning) โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบ (claim) ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นักเรียนลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล หรือ

ทดลองเพื่อเก็บข้อมูลหรือหลักฐาน (evidence) เพื่อใช้ในการอ้างอิงคำกล่าวอ้างในขั้นขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ในขั้นขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการเชื่อมโยงคำกล่าวอ้างและหลักฐาน (reasoning) ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้ และในขั้น ประเมินผล (Evaluation) ครูกำหนดสถานการณ์หรือคำถามให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์

**5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ผลที่เกิดจากระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อันเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาและสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาให้ผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ มี ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี

6.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผลการทดสอบในระดับชาติและระดับ นานาชาติของนักเรียน

6.3 ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะ วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ PISA

6.4 ครูผู้สอนได้แนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่สามารถพัฒนา ให้นักเรียนสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศและมีความสามารถสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์

6.5 นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ ของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.3 ขั้นตอนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.4 บทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.3 การออกกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมาย และขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 4.1 การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 4.2 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2560) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบไว้ว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน โดยมีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่างๆ โดยคำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ได้

สมบัติ กาญจนารักพงษ์ (2549) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

Bybee (2009) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสำรวจตรวจสอบความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการหาคำตอบ กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ นักเรียนสร้างและเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาตอบคำถาม และการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอ รายงาน และอภิปรายผลจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2553) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถที่จะนำความรู้ออกมาใช้ได้เมื่อพบปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่

สุทธิดา จำรัส (2556) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ การใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อสืบเสาะ สำรวจ ทดลอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์



นิพนธ์ จันเลน (2557) ได้กล่าวถึง การสอนแบบเสาะไ้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกัน โดยเริ่มต้นจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบนั้น กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบผ่านการปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

## 1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้อย่างที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการตามลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

### 1.2.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน หรือ Constructivism เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญอีกหนึ่งอันหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีและมีประสิทธิภาพ โดยทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มีการพัฒนาและถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล ความรู้สร้างขึ้นได้จากนักเรียนที่มีความรู้และความเข้าใจ นักเรียนสามารถเป็นผู้สร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม แล้วนำมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์จากการได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม ข้อมก่อก่อให้เกิดการซึมซับเป็นความรู้ใหม่ที่ปรับเข้าหาประสบการณ์หรือความรู้เดิม

วรรณทิพา รอดแรงค่า (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทครูในการเรียนการสอนตามแนว Constructivism ว่า ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ครูมีบทบาทในการช่วยให้นักเรียนพิจารณาในสิ่งที่ถูกต้องจากสิ่งเร้าและความหมายที่หลากหลาย จัดหาโอกาสในการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงความคิดและสื่อความคิดของตนเองออกมา ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสร้างความหมายจากเรียนรู้และสร้างคำอธิบายจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สสวท. (2553) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนว่า นักเรียนทุกคนมีความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมมาแล้วไม่มากก็น้อย ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็น

ปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้อย่างแท้จริงของนักเรียนเป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำนวตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ที่มีความหมาย สามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้จึงต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

อนุชา โสมาบุตร (2556) สรุปเป็นสาระสำคัญของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน หรือ Constructivism ไว้ดังนี้ 1) ความรู้ของบุคคลใด คือ โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่นๆ ได้ 2) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม รวมทั้งความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น 3) ครูมีหน้าที่จัดนวัตกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้เกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติ (Active process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเป็นความหมายในการเรียนรู้ของตนเองจะใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม

กล่าวโดยสรุป ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน หรือ Constructivism จัดเป็นรากฐานสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการ สำนวตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ที่มีความหมายและสามารถสร้างคำอธิบายจากการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเกิดมาจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติที่ทำให้ให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงเป็นความรู้ของตนเอง

### 1.2.2 หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของบรูเนอร์

เจอโรม เอส บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) เป็นนักการศึกษาและนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้มนมคติและหลักการที่มีอยู่ในเนื้อหาวิชานั้นๆ ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะวิชาเพื่อช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและมีความหมาย กิงฟ้า สินธุวงษ์ (2556) ดังนี้

1) การจัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า โดยสร้างเป็นสภาพการณ์การเรียนรู้ที่ต้องคำนึงถึงชนิดของประสบการณ์ตามความต้องการและความสามารถของนักเรียน

2) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความเหมาะสมกับความสามารถในการรับรู้ของนักเรียน

3) จัดลำดับของความรู้ที่เหมาะสมและมีเหตุผล

4) ระบุลักษณะและวิธีการเสริมแรงให้กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนด้วยตนเอง

5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการชี้แนะของผู้สอนน้อยที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการค้นพบด้วยตนเอง

บรูเนอร์เชื่อว่า การเรียนรู้ที่แท้จริงขึ้นมากจากการค้นพบด้วยตนเองของแต่ละบุคคล กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับนักเรียน การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เมื่อนักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาที่ไม่รู้ ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญหาและผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา ครูสามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความพร้อมได้ โดยไม่ต้องรอเวลา ซึ่งสามารถที่จะสอนได้ในทุกช่วงของอายุ การเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Learning Approach) มีแนวคิดที่เป็นพื้นฐาน (สสวท, 2553) ดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง

2) นักเรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเกิดจากการที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับความรู้เดิมแล้วนำมาสร้างเป็นความหมายใหม่

3) พัฒนาการทางเขาว์ปัญญาจะเห็นได้ชัด โดยที่นักเรียนสามารถรับสิ่งเร้าที่ให้เลือกได้หลายอย่างพร้อมๆ กัน

ทิสนา แคมมณี (2560) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง และกล่าวถึงหลักการจัดการสอนตามแนวคิดของบรูเนอร์ ว่า กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับนักเรียน ก่อนจัดการสอนจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างของเนื้อหาสาระ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนควรส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

กล่าวโดยสรุป หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของบรูเนอร์ จัดเป็นอีกหนึ่งหลักการพื้นฐานสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อันเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน เป็นการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการค้นพบด้วยตนเอง ครูผู้สอนมีบทบาทเพียงชี้แนะแนวทางและให้การเสริมแรงให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูผู้สอนจัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้สำหรับนักเรียนไว้ล่วงหน้า จัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความเหมาะสมกับความสามารถในการรับรู้ของนักเรียน มีการจัดลำดับของความรู้ที่เหมาะสม และมีเหตุผล จากง่ายไปยาก จากซับซ้อนน้อยไปซับซ้อนมากกว่า ตลอดจนให้การเสริมแรงแก่นักเรียนอย่างเหมาะสม

### 1.2.3 หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของเพียเจต์

ฌ็อง เพียเจต์ (Jean Piaget) ยึดเอาแนวคิดของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้นิยม หรือ Constructivist มาเป็นพื้นฐานในการอธิบายการเรียนรู้ โดยมีหลักการสำคัญที่ว่า มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ และการได้ความรู้ขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของความรู้และความรู้ที่มนุษย์มีอยู่ก่อน ซึ่งความรู้ที่มีอยู่ก่อนจะช่วยในการแปลความหมายของความรู้ใหม่ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2556)

ทฤษฎีการเรียนรู้ ตามแนวคิดของ เพียเจต์ อธิบายถึงความสัมพันธ์ของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งการเรียนรู้ของเด็กจะมีพัฒนาการไปตามวัยเนื่องมาจากพัฒนาการทางสติปัญญาและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีความแตกต่างกัน การรับรู้ เข้าใจ หรือความสามารถในการเรียนรู้จะทำให้มนุษย์มีสติปัญญาเพิ่มพูนขึ้น แนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Intellectual Development) กล่าวถึงความสามารถในการรับรู้เข้าใจที่มีความแตกต่างกันตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ขั้นของเพียเจต์ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2556) สามารถสรุปได้ ดังนี้

- 1) ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว เป็นขั้นที่สำคัญและเป็นรากฐานของการพัฒนาในขั้นถัดไป พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่
- 2) ขั้นก่อนปฏิบัติการ เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถจะโยนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน สามารถเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รู้จักแยกประเภทตลอดจนเข้าใจความหมายของจำนวนเลข

3) ชั้นปฏิบัติการรูปธรรม สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดลอมออกเป็นหมวดหมู่ได้ ตลอดจนสามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้

4) ชั้นปฏิบัติการนามธรรม สามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมุติฐานและทฤษฎี

ทิสนา แคมมณี (2560) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ ว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ ทฤษฎีดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้โดยการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงมีความสัมพันธ์กับความสนใจของนักเรียน ผ่านกระบวนการสำรวจวิเคราะห์ ทดลอง

กล่าวโดยสรุปหลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของเพียเจต์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการใช้คำถามหรือกิจกรรมสำรวจตรวจสอบที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบของคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ในระหว่างการทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันลงมือกระทำ ตลอดจนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนในแต่ละช่วงวัย

#### 1.2.4 หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดออสซูเบล

เดวิด พี ออสซูเบล (David P. Ausubel) กิ่งฟ้า ลินทรวงษ์ (2556) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) โดยชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบท่องจำซึ่งเป็นการรับรู้สิ่งที่เรียน และพยายามจดจำให้ได้ กับการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นการนำสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม โดยวิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมีเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

- 1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุและผลต่อเนื่องกับความรู้เดิม
- 2) โครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่
- 3) นักเรียนต้องมีความสนใจ และมีเจตนาที่แน่วแน่ที่จะเรียนรู้

ทิสนา แชมมณี (2560) ได้กล่าวถึง หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดออสซูเบล เกี่ยวกับ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) กล่าวโดยสรุปว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน ดังนั้นการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบความคิด ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่นักเรียนก่อนเรียนเนื้อหาสาระนั้นๆ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

กล่าวโดยสรุปหลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของออสซูเบลเกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความเชื่อมโยงของความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายเกิดความเข้าใจเนื้อหาใหม่ได้ดี

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน หรือ Constructivism หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของบรูเนอร์ หลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดของเพียเจต์ และหลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิดออสซูเบล กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน กระบวนการสืบเสาะเป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนลงมือกระทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการค้นพบด้วยตนเอง ครูผู้สอนมีบทบาทเพียงชี้แนะแนวทางและให้การเสริมแรง รวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการใช้คำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ตลอดจนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ทั้งนี้การเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นยังเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คำนึงถึงโครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อการเรียนรู้ในเรื่องใหม่

### 1.3 ขั้นตอนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ทิสนา แชมมณี (2560) ได้กล่าวถึง กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัยโดยใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียน เป็นคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนได้

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด อันนำไปสู่ความพยายามเสาะแสวงหาความรู้หรือพิสูจน์ข้อเท็จจริง

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ อันเป็นกระบวนการฝึกทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้วางไว้

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป จากการทำกิจกรรมสืบเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการข้างต้นแล้วนั้น นักเรียนอาจพบประเด็นปัญหาที่น่าสนใจอันนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป กลายเป็นวงจรการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง

สสวท. (2553) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ใช้เรื่องที่น่าสนใจเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีเรื่องที่น่าสนใจ อาจใช้สื่อต่างๆหรือกระตุ้นด้วยการเสนอประเด็น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจอย่างถ่องแท้แล้ว นำไปสู่การวางแผนทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการสำรวจตรวจสอบสามารถทำได้อย่างหลากหลายวิธี เช่น การทดลอง การทำภาคสนาม รวมทั้งการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

Bybee (2009) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ ที่ช่วยตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการจัดประสบการณ์เรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่างๆ โดยใช้ทักษะและกระบวนการต่างๆเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้องค์ความรู้

3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นชั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายและนำเสนอเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ในชั้นสำรวจและค้นหา เป็นชั้นที่นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของตนเอง

4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำประสบการณ์เรียนรู้ไปเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้

5) ชั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยรูปแบบและกระบวนการประเมินที่หลากหลาย

สุทธิดา จำรัส (2556) ได้สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นที่นิยมและมีการใช้กันมาก คือ การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน ดังนี้

1) ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และเกิดคำถาม

2) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทำกิจกรรมลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบและได้ใช้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายรวมทั้งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา

4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยลงรายละเอียดในแนวคิดนั้นหรือขยายแนวคิดออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องได้

5) ชั้นประเมิน (Evaluation) สามารถทำการประเมินได้ทุกๆ ขั้นตอนของ 5E ทำให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งเปิดโอกาสผู้สอนประเมินพัฒนาการของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยเนื่องมีรูปแบบขั้นตอนที่ชัดเจน รวมทั้งเป็นจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นที่นิยมและมีการใช้กันมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ การศึกษาและค้นคว้าด้วยกระบวนการและวิธีต่างๆ จนเกิดเป็น



ความเข้าใจอันเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้น ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เกิดคำถามในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) การทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบค้นมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกัน และนำเสนอข้อมูลที่ได้
- 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) การนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนหรือการเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้เกิดความรู้ที่กว้างมากขึ้น
- 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่หลากหลายว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างมากน้อยเพียงใด

#### 1.4 บทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

##### 1.4.1 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุวิมล เขียวแก้ว (2540) สสวท. (2553) สุทธิดา จำรัส (2556) และ Bybee (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกัน ดังนี้

ผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีบทบาทเป็นผู้วางแผน และจัดเตรียมกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจสงสัยใคร่รู้ เกิดการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหาอันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบโดยตัวนักเรียนเอง กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบของคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้น ให้การเสริมแรงแก่นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เป็นผู้ให้คำแนะนำ คอยตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยตลอดจนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างแท้จริง

ทศนา แคมมณี (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

- 1) สร้าง โอกาสให้นักเรียน ได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการท้าทายทางความคิดและกระตุ้นความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 2) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้เกิดความแตกต่างทางความคิดอันนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบ

3) อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบการทำงานร่วมกันเป็นทีม รวมทั้งคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนการสำรวจตรวจสอบแหล่งข้อมูล และการทำงานร่วมกัน

4) อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำให้กับนักเรียนในการดำเนินการแสวงหาความรู้ รวมทั้งติดตามการทำงานของนักเรียน

5) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล รวมทั้งการอภิปรายและการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ

#### 1.4.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) สสวท. (2553) สุทธิดา จำรัส (2556) และ Bybee (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกันสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กำหนดปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ วางแผนและออกแบบการศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง อภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

ทิสนา เข้มมณี (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ให้ความสนใจกับสถานการณ์หรือปัญหาอันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
- 2) แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา
- 3) ร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ตลอดจนทำงานร่วมกันเป็นทีมในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
- 4) ดำเนินการสำรวจตรวจสอบตามแผนงานที่ได้วางไว้
- 5) รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
- 6) วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาเอกสารของสุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) สสวท. (2553) สุทธิดา จำรัส (2556) Bybee (2009) และทิสนา เข้มมณี (2560) สามารถสรุปบทบาทของผู้สอนและนักเรียนได้ โดยสรุปตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้ดัง ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปบทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนการ  
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนการสอน	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของนักเรียน
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1) กระตุ้นให้นักเรียนให้เกิดความสนใจ โดยใช้คำถาม สถานการณ์ ปัญหา 2) กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ของนักเรียน	ให้ความร่วมมือในการตอบ คำถามจากปัญหาหรือ สถานการณ์ ตลอดจนแสดงความ ใจต่อกิจกรรม
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	1) ส่งเสริม สร้างแรงจูงใจให้ นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบร่วมกันให้คำแนะนำใน การทำกิจกรรม 3) กำหนดเวลาให้เพียงพอต่อ กิจกรรมสำรวจตรวจสอบของ นักเรียน	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ สังเกต สืบค้น เก็บ รวบรวมข้อมูล เพื่ออธิบาย คำตอบรวมถึงสถานการณ์ปัญหา
3) ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป (Explanation)	เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบาย ความรู้ ข้อมูล หรือนิยามที่ได้รับ จากการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้ง การอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่ ข้อสรุปของบทเรียน	อธิบาย นำเสนอข้อมูลหรือผลที่ ได้จากการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งอภิปรายและแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกัน
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	จัดกิจกรรมหรือนำพานักเรียนให้ สามารถนำความรู้ ข้อมูล หรือ หลักการที่ได้รับจากการสำรวจ ตรวจสอบมาประยุกต์ใช้ หรือ เชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใหม่	ประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ ใหม่ ผ่านกระบวนการสังเกต อธิบาย และอภิปรายร่วมกัน
5) ขั้นประเมิน (Evaluation)	จัดการประเมินผลการเรียนรู้ของ นักเรียนด้วยกระบวนการประเมิน ที่หลากหลาย	ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้ ข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้และการ ทำกิจกรรม

## 2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Mcneill and Krajcik (2008) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบรรยายถึงเหตุผลของปรากฏการณ์

Bayer and Davis (2008) กล่าวถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการรายงานถึงผลของปรากฏการณ์ ซึ่งเป็นการรายงานที่มีความเชื่อมโยงกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้อาจมาจากการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลรวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง

สันติชัย อนุวรชัย (2553) กล่าวถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย อธิบายและกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อความหรือคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกตและการทดลองเชิงประจักษ์ คำอธิบายต้องสร้างขึ้นมากจากการให้เหตุผลเชิงตรรกะและสอดคล้องกับหลักฐาน

Allen and Meredith (2015) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยสรุปเกี่ยวกับความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) หมายถึง การสร้างข้อความที่แสดงถึงคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ โดยมีพื้นฐานอยู่บนหลักของการให้เหตุผลและเชื่อมโยงไปกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้อาจมาจากการสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าคำตอบ

### 2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้พัฒนาและกำหนดกรอบแนวคิดขององค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Mcneill and Krajcik (2008) และ Sampson and Clark (2009) ได้กล่าวถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) โดยแต่ละองค์ประกอบมีลักษณะสำคัญคือ

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ

2) หลักฐาน (Evidence) เป็นการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากคำถาม โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์การสังเกต รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้สรุปความหมายและเลือกใช้คำแทนแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาปรากฏการณ์  
2) หลักฐาน ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ

3) การให้เหตุผล ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง Allen and Meredith (2015) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim), หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเรียกว่า กรอบแนวคิดซีอีอาร์ (CER Framework) ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อความหรือข้อสรุปของคำถาม  
2) หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลที่สนับสนุนข้อความที่กล่าวอ้าง  
3) การให้เหตุผล (Reasoning) การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน

ดังนั้น สรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) Claim (ข้อกล่าวอ้าง) เป็นข้อความที่เป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหา  
2) Evidence (หลักฐาน) ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

3) Reasoning (การให้เหตุผล) การเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของคำถามกับข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

### 2.3 การออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) กล่าวถึงแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) สร้างกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน
- 2) กำหนดแนวทางในการสร้างแบบจำลองของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 3) ให้คำแนะนำในการสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผล
- 4) เชื่อมโยงสู่คำอธิบายในชีวิตประจำวัน
- 5) ประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ระบุและกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นกระบวนการระบุมาตรฐานการเรียนรู้และคัดเลือกมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนให้มีความชัดเจน

2) กำหนดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคัดเลือกกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้หรือการสำรวจตรวจสอบ โดยการกำหนดกรอบที่ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือการกำหนดกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและมาตรฐานการจัดการเรียนรู้

3) กำหนดการปฏิบัติงาน เป็นการกำหนดภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบแล้ว โดยทางการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นการกำหนดภาระงานจึงเป็นการกำหนดให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4) ออกแบบภาระงานที่ต้องการประเมิน เป็นการสร้างหรือออกแบบคำถามหรือสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5) ทบทวนภาระงานที่ต้องการประเมิน เป็นการทบทวนภาระงานที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติหลังจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว

6) พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ เป็นการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความจำเพาะต่อการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2557) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ต้องการจัดการเรียนรู้
  - 2) ออกแบบภาระงานและกิจกรรมการเรียนรู้ มีแนวทางการออกแบบ คือ
    - (1) ระบุและคัดเลือกมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้
    - (2) คัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้มีการสืบสอบ รวมถึงกำหนดสื่อการเรียนรู้
    - (3) กำหนดภาระงาน คือกำหนดให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
    - (4) กำหนดหรือสร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่สอดคล้องกับกิจกรรมที่กำหนด
    - (5) ทบทวนภาระงาน สถานการณ์และข้อคำถามที่กำหนดไว้อีกครั้ง เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์
    - (6) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะต่อเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้
  - 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ออกแบบไว้
  - 4) วัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้
- ดังนั้น สรุปได้ว่าการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีแนวทางดังนี้
- 1) คัดเลือกมาตรฐานการเรียนรู้และกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความชัดเจน
  - 2) กำหนดกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 3) คัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง อันนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน และการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน
  - 4) กำหนดภาระงานให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 5) สร้างเกณฑ์ในการประเมินผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมาย และขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

##### 3.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนอันเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอน เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นมาจากเรียนรู้ของบุคคล

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สสวท. (2544) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้อันพึงประสงค์ด้านสติปัญญา รวมทั้งเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดยการประเมินทางด้านพุทธิพิสัยอันเป็นพฤติกรรมแสดงออกของนักเรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และประเมินค่า

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ลักษณะหรือขนาดที่บ่งบอกถึงความสำเร็จของนักเรียนที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนการสอน

จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นผลของการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นความรู้คิดหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์อันเป็นผลมาจากประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านสติปัญญาหรือความรู้คิดอันเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่นักเรียนแสดงออกมาและสามารถวัดได้



### 3.1.2 ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Bloom (อ้างถึงใน พัทธา ทิววงศ์ ณ อยุธยา, 2535) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน โดยมีการจัดจำแนกพฤติกรรมดังกล่าวออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านพุทธิพิสัย 2) ด้านจิตพิสัย และ 3) ด้านทักษะพิสัย โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

1) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนทางด้านความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด โดยมีการจัดลำดับขั้นของการใช้สมองเพื่อการเรียนรู้ออกเป็น 6 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) ความรู้-ความจำ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehension) 3) การนำไปใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 6) การประเมินค่า (Evaluation)

Anderson and Krathwohl (อ้างถึงใน กัญญา ลินทรต้นศิริกุล, 2550) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย โดยมีการปรับปรุงใหม่จากแนวคิดของ Bloom ในปี 1990 ซึ่งมีการจัดลำดับขั้นของการใช้สมองเพื่อการเรียนรู้ออกเป็น 6 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) ความจำ (Remembering) 2) ความเข้าใจ (Understanding) 3) การประยุกต์ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมิน (Evaluation) และ 6) การสร้างสรรค์ (Creating)

2) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านความสนใจ รวมทั้งเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

3) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านความชำนาญการในลงมือปฏิบัติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการดำเนินงานของนักเรียน

จากขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน สามารถออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านพุทธิพิสัย 2) ด้านจิตพิสัย และ 3) ด้านทักษะพิสัย โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มุ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย อันเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด โดยมีการจัดลำดับขั้นของการใช้สมองเพื่อการเรียนรู้ออกเป็น 6 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์

### 3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 3.2.1 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า การวัดความรู้ความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบต้องมีความเหมาะสมกับสภาพของการวัดผล สำหรับแบบทดสอบนั้นมีแนวทางในการถามเพื่อวัดสมรรถภาพของสมองในด้านพุทธิพิสัยแบ่งได้ 6 ชั้นตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า

สสวท. (2544) เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่มีองค์ประกอบสองส่วน ได้แก่ 1) ปัญหาหรือข้อความถาม และ 2) ตัวเลือกที่มีลักษณะเป็นคำตอบ โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นไปตามแนวคิดของโคลพเฟอร์ (Kolpfer) ซึ่งจำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้คิดเป็น 4 ลำดับชั้น ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นการวัดความรู้ ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ของบุคคล วิธีการที่นิยมและใช้กันมากที่สุด คือ การทดสอบ (Testing) ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ คือ แบบทดสอบ (Test) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวถูกเรียกว่า “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) ข้อคำถาม และ 2) ตัวเลือก โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางในการถามเพื่อวัดสมรรถภาพของสมองในด้านพุทธิพิสัยแนวคิดของบลูม (Bloom) ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์

#### 3.2.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ทำได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแนวทางเดียวกัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะนำผลการทดสอบไปใช้อย่างไร

2) การวิเคราะห์หลักสูตร เป็นกระบวนการแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงคือจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบที่ต้องมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน ทั้งนี้ต้องมีการกำหนดองค์ประกอบดังกล่าวอย่างชัดเจน

3) การออกแบบและการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมีแนวทาง ดังนี้

(1) วางแผนการทดสอบ เป็นการวางแผนก่อนการวัดผลว่าจะมีการทดสอบเวลาใด ทดสอบกี่ครั้ง

(2) กำหนดรูปแบบการทดสอบ เป็นการกำหนดว่าจะทดสอบอย่างไร เช่น การใช้แบบทดสอบเขียนตอบ การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นต้น

(3) การสร้างแผนผังการทดสอบ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด และการให้น้ำหนักของเนื้อหาที่ต้องการวัด

(4) สร้างตารางและกำหนดรายละเอียดของแบบทดสอบ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้กับเนื้อหาที่ต้องการวัด

4) จัดทำข้อสอบ สามารถทำได้โดย

(1) กำหนดแบบแผนข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่ต้องการวัดเพื่อให้มีความสอดคล้องกัน

(2) จัดทำร่างข้อสอบ เป็นกระบวนการร่างข้อสอบตามแบบแผนที่กำหนด

(3) ทบทวนร่างข้อสอบ เป็นการทบทวนข้อคำถาม ตัวเลือกของข้อสอบ ให้มีความถูกต้องแม่นยำมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่ต้องการวัด

(4) การตรวจสอบและจัดเรียงข้อสอบให้มีประสิทธิภาพ

(5) ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

(6) นำแบบทดสอบไปใช้

สสวท. (2544) ได้นำเสนอเกี่ยวกับแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2) สร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3) พิจารณาคุณภาพและความถูกต้องของข้อคำถาม และตัวเลือก

4) หาคุณภาพของข้อสอบ ได้แก่ ความเป็นปรนัย ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดแนวทางการสร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการสร้างข้อสอบแล้วทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ

### 3.2.3 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นต้องมีการตรวจสอบและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ความเที่ยง (Reliability) ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ไม่ว่าจะทำการทดสอบกี่ครั้งก็ยังคงมีผลเท่าเดิม

2) ความตรง (Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบในการวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) ความตรงเชิงเนื้อหา (2) ความตรงตามสภาพ (3) ความตรงเชิงพยากรณ์ และ (4) ความตรงเชิงโครงสร้าง

3) ความยากง่าย (Difficulty) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพควรมีความยากง่ายพอเหมาะ

4) อำนาจจำแนก (Discrimination) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพควรสามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวถึงการหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาโดยมีแนวทางการพิจารณาคุณภาพของแบบวัดผล ดังนี้

1) ความเที่ยง (Reliability) เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้งในแบบทดสอบชุดเดิม ค่าความเที่ยงมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ซึ่งแบบทดสอบที่มีคุณภาพคือมีค่าความเที่ยง มากกว่า 0.70

2) ความตรง (Validity) เป็นความถูกต้องที่ข้อสอบสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดหรือความถูกต้องของข้อสอบในการวัดตามจุดประสงค์ที่วางไว้ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

(1) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นความสามารถของข้อสอบที่จะวัดตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนและวัดตัวแทนของจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ ความตรงตามเนื้อหามีความสำคัญต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้ข้อสอบมีความตรงตามเนื้อหา สามารถทำได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาพิจารณาว่าข้อสอบในแบบทดสอบมีความตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่

(2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ

(3) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น

3) ความยากง่าย (Difficulty) เป็นค่าที่ใช้บอกคุณลักษณะของข้อสอบว่ายากหรือง่ายพร้อมทั้งสามารถของกลุ่มผู้สอบได้อีกด้วย ค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 1 ข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 หากค่าความยากง่ายมีค่าเกิน 0.80 หมายถึงข้อสอบนั้นมีความง่ายมากเกินไป แต่หากค่าความยากง่ายมีค่าน้อยกว่า 0.20 หมายถึงข้อสอบนั้นยากเกินไป

4) อำนาจจำแนก (Discrimination) เมื่อกล่าวถึงอำนาจจำแนกสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อนำข้อสอบข้อเดียวกันไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน เด็กกลุ่มเก่งจะสามารถตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้องมากกว่าเด็กกลุ่มอ่อน ค่าอำนาจจำแนกมีช่วงอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ความเที่ยง ความตรง ความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพต้องมีความเที่ยง มีความตรง มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

#### 4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

##### 4.1 การสร้างเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) ได้กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning Performance) และใช้วิธีการประเมินโดยการทดสอบ (Testing) ด้วยแบบสอบความเรียง (Essay Test) ซึ่งมีลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อคำถาม

แบบปลายเปิด (The Open-Ended Explanation Items) โดยมีองค์ประกอบของการวัดและการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบทดสอบ และ 2) เกณฑ์การให้คะแนน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบทดสอบหรือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

(1) ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถอยู่ในรูปของข้อความบรรยาย กราฟ รูปภาพ ตามความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงหรือเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(3) ข้อคำถามหรือข้อความที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการตรวจให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะใช้มาตราประมาณค่า ซึ่งเกณฑ์การประเมินดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ (Mcneill and Krajcik , 2008)

องค์ประกอบ	คะแนน		
	0	1	2
<b>ข้อกล่าวอ้าง (Claim)</b>	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง	เขียนข้อกล่าวอ้าง	เขียนข้อกล่าวอ้างได้
ข้อความที่แสดงถึงคำตอบของคำถาม	หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	ถูกต้องและชัดเจน
<b>หลักฐาน (Evidence)</b>	ไม่มีการแสดง	แสดงหลักฐานได้	แสดงหลักฐานได้
ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย	เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	คะแนน		
	0	1	2
<b>การให้เหตุผล (Reasoning)</b>	ไม่มีการแสดงเหตุผล	มีการแสดงเหตุผลที่	แสดงเหตุผลที่
ข้อความที่แสดงความ	หรือแสดงเหตุผลที่ไม่	เชื่อมโยงกับข้อกล่าว	เชื่อมโยงหลักฐาน
เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าว	เชื่อมโยงหลักฐานกับ	อ้าง แต่ไม่เพียงพอ	ไปสู่ข้อกล่าวอ้าง
อ้างกับหลักฐานอยู่บน	ข้อกล่าวอ้าง		รวมถึงใช้หลักฐานเชิง
พื้นฐานของหลักการ	มีการให้เหตุผลที่ไม่		วิทยาศาสตร์ได้อย่าง
วิทยาศาสตร์	เหมาะสม		เหมาะสม เพียงพอ

Nitko and Brookhart (อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553) กล่าวถึงลักษณะของการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) ว่าเป็นการประเมินที่กำหนดให้มีการะงานที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ และมีการประเมินผลโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ซึ่งการประเมินปฏิบัติงานดังกล่าวประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ (Performance Task) คือ การประเมินกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะตามที่เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กำหนด อาจเป็นการประเมินผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงานสำเร็จซึ่งขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด 2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) คือ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นอย่างมีความสอดคล้องกับภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติอยู่ในรูปแบบของการประเมินแบบมาตรฐานค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ทำการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัด ดังนี้

- 1) ศักยภาพมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบข่ายของการสร้างเครื่องมือวัด
- 2) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) สร้างข้อสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยข้อสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ได้แก่ ตารางข้อมูลและแผนภาพ (3) ข้อคำถามให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4) ตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด

5) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างแบบวัดลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง มีแนวทางในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์

2) กำหนดขอบข่ายและโครงสร้างของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัด

4) สร้างแบบวัดที่มีข้อคำถามที่มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และ (3) ข้อคำถามให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5) สร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำเพาะตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และข้อสรุป

6) ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัด

7) หาคคุณภาพของแบบวัด

8) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## 5.2 การหาคคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) มีแนวทางการหาคคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ใช้แนวทางการหาคคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนนาร์ค

3) สอบถามนักเรียนที่ทดสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษาและความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ประกอบในข้อคำถามแต่ละข้อ



ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) กล่าวถึง ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ว่าเป็นความสามารถของข้อสอบที่จะวัดตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนและวัดตัวแทนของจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ ข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหาจะสามารถเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนได้ เมื่อข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาจึงสามารถวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย นักเรียนทำการตอบคำถามโดยการเขียนตอบแบบความเรียง ในการหาคุณภาพเครื่องมือจึงมีแนวทางทางโดยการใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาร์ค

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สันติชัย อนุราชย์ (2553) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และเปรียบเทียบเทียบความมีเหตุผลระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 66 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 33 คน และกลุ่มควบคุม 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบวัดความมีเหตุผล ประกอบด้วยแบบทดสอบความมีเหตุผล แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเหตุผล ผลการวิจัยสรุปได้ว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคะแนนสองส่วน ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยของกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนจัดอยู่ในระดับดี โดยคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความมีเหตุผลนักเรียนที่

เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยของความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อรยา แจ่มใจ (2557) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกล้างสอนของครู แบบสัมภาษณ์ และใบกิจกรรม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการระบุภาระงาน 2) ขั้นตอนการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นตอนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง 5) ขั้นตอนการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ณัฐวรรณ ศิริธรและเอกภูมิ จันทระขันตี (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนรายข้อในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมโดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จากนั้นทำการแบ่งอันดับตามหลักการทางสถิติ 3 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยในการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดที่ดี คือแบบทดสอบที่มีข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่ครบถ้วน สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้เป็นหลักฐานนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ และจากการวิจัยในครั้งนี้ยังพบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถแสดงแนวคิดของนักเรียนในเนื้อหานั้นได้อย่างชัดเจน

ศิรณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทระขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา (2560) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่

เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลกล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแบ่งระดับคำตอบตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0-2 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการใช้หลักฐานได้ดี โดยนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา นักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น หากนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น ๆ

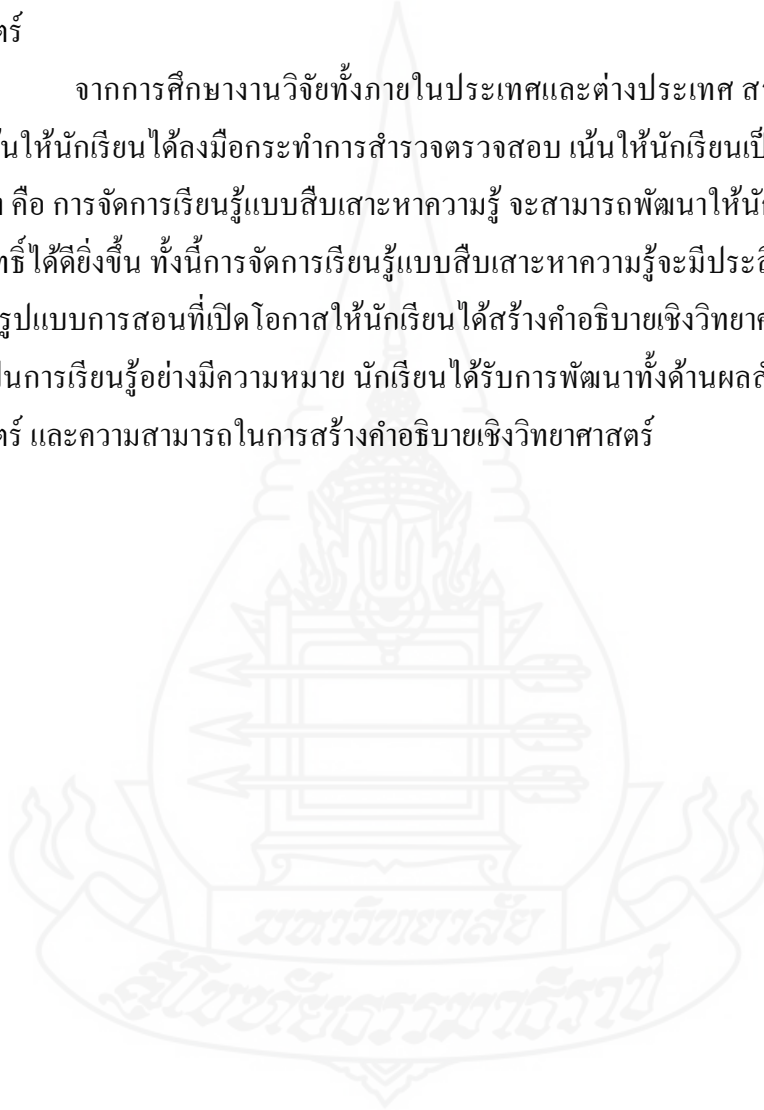
## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Mcneill and Krajcik (2006) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเสริมศักยภาพที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง คือ นักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 331 ในการดำเนินงานวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มที่เรียนแบบโครงการด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่อง และกลุ่มที่เรียนแบบโครงการด้วยการลดการเสริมศักยภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง สารและสมบัติของสาร และเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 8 สัปดาห์ โดยครูผู้สอนจำนวน 6 คน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงการด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่องกับนักเรียนที่เรียนแบบโครงการด้วยการลดการเสริมศักยภาพมีคะแนนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนทดสอบหลังเรียน ไม่แตกต่างกัน โดยจากองค์ประกอบทั้งสามองค์ประกอบนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลต่ำที่สุด

Peker and Wallace (2009) ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับเกรด 10 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการชีววิทยา จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ รายงานปฏิบัติการ จำนวน 51 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานที่ได้จากการทำปฏิบัติการในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ขาดการเขียนเชื่อมโยงไปยังหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่พบในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนมีคะแนนการให้เหตุผลต่ำกว่าคะแนนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน แสดงให้เห็นถึงนักเรียนประสบปัญหาในการเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและประสบปัญหาในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อน

Sampson et al. (2010) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมี จำนวน 18 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการสอนแบบการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในการสอนปฏิบัติการเคมี ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งนักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำการสำรวจตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะสามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผนวกด้วยรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

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

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ห้องเรียนปกติ จำนวน 315 คน 7 ห้องเรียน โดยความสามารถของนักเรียน

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 17 คน และเพศหญิงจำนวน 27 คน และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติจำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชาย จำนวน 27 คน และเพศหญิงจำนวน 17 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการดำเนินงาน 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำเสนอในหัวข้อ ดังนี้

### 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน ใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง ลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน ใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง

### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

2.2.2 แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.4 บันทึกหลังสอน

ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

### 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง ลมฟ้าอากาศ สำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบเป็นเนื้อหาเดียวกัน มีจำนวนเรื่องและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากัน ดังนี้

**2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ**

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ด้านทฤษฎีและหลักการ และสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้แนวคิดตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) สามารถสรุปสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอเป็นลักษณะของสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้ 5 ชั้น ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการสอนตามลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

ขั้นตอนการสอน	ลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนรู้
1) <b>ขั้นสร้างความสนใจ</b> (Engagement)	นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย
2) <b>ขั้นสำรวจและค้นหา</b> (Exploration)	ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบเพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ
3) <b>ขั้นอธิบายและลง</b> <b>ข้อสรุป</b> (Explanation)	เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนทำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้
4) <b>ขั้นขยายความรู้</b> (Elaboration)	ความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
5) <b>ขั้นประเมิน</b> (Evaluation)	ประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

ตารางที่ 3.2 ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ข้อสรุปจากคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ
หลักฐาน (Evidence)	การสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากคำถาม โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์การสังเกต รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ
การให้เหตุผล(Reasoning)	การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถ

สรุปเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

### **ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)**

นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย ใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนสร้างคำถามหรือคำตอบ (Claim)

### **ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)**

ทำความเข้าใจ วางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล หรือทดลองเพื่อเก็บข้อมูลหรือหลักฐาน (evidence) เพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอและนำไปใช้ในการอ้างอิง สนับสนุนคำถาม

### **ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)**

เมื่อได้หลักฐานหรือข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนทำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างคำถามหรือคำตอบกับข้อมูลหรือหลักฐานซึ่งตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรียกว่า การให้เหตุผล (Reasoning)

### **ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)**

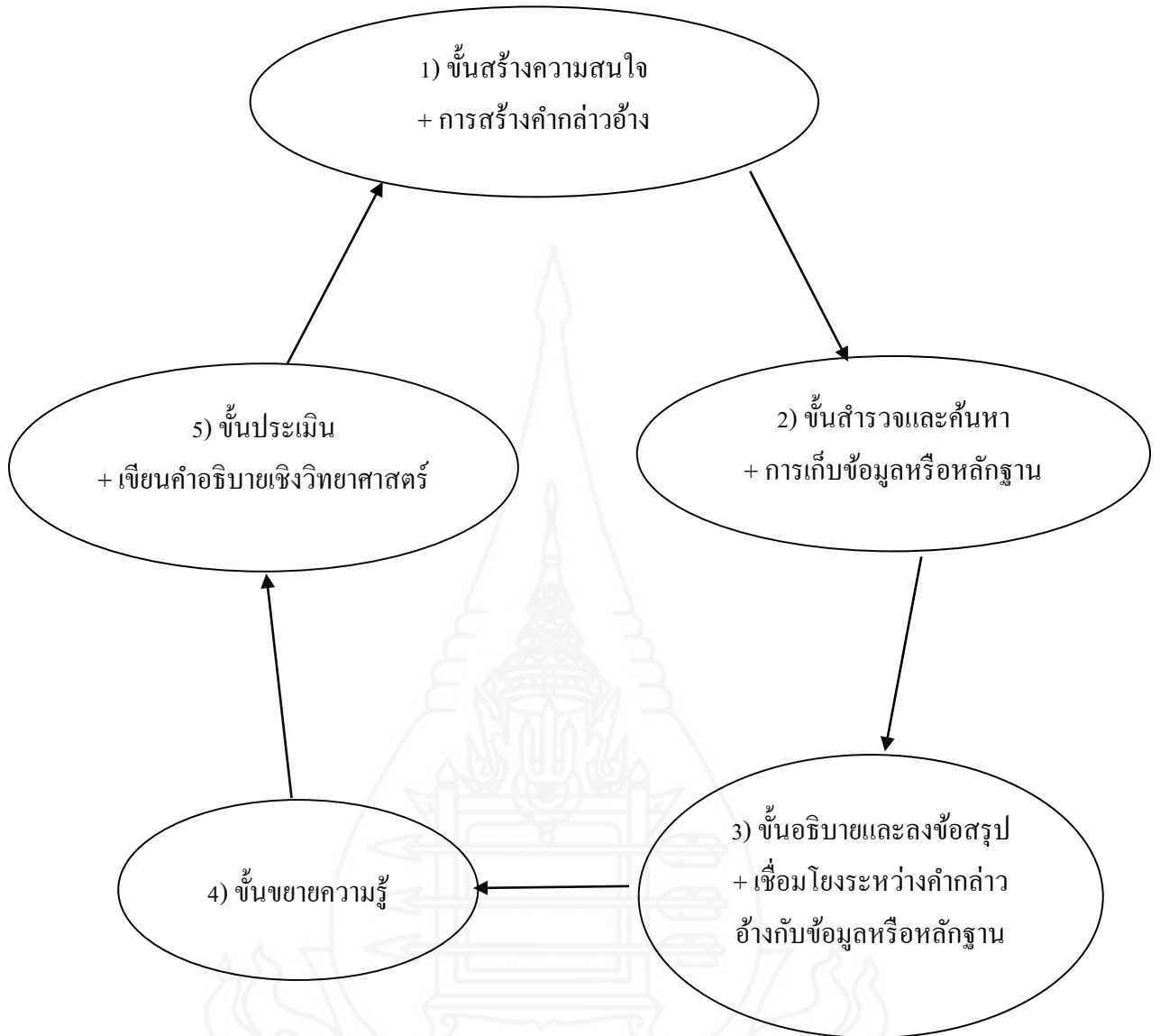
นำความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

### **ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)**

ประเมินการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังแผนภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎี การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้

แนวคิดตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกำหนดกรอบโครงสร้าง  
ขั้นตอนวิธีสอน

2) ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560

3) ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

4) วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรม

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน จำนวนชั่วโมง 20  
ชั่วโมง สรุปดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (คาบ)	ตัวชี้วัด
1	บรรยากาศของเรา	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/1
2	อุณหภูมิของอากาศ	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
3	ความกดอากาศ	3	มาตรฐาน ว 2.2 ตัวชี้วัด ม.1/1
4	ลม	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
5	ความชื้น	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
6	เมฆและฝน	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
7	การพยากรณ์อากาศ	2	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/5

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา  
ความรู้ 5 ขั้น มาใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผนวกแนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)  
ประเมินการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิง  
วิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

ที่	แผน	คำถามหรือสถานการณ์ปัญหา
1	บรรยากาศของเรา	“นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ใดบ้างในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก แต่ละเกณฑ์แบ่งออกเป็นกี่ชั้น แต่ละชั้นมีคุณสมบัติอย่างไร จงอธิบาย”
2	อุณหภูมิของอากาศ	“เพราะเหตุใดอุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลากลางคืนจึงต่ำกว่าช่วงเวลากลางวัน จงอธิบาย”
3	ความกดอากาศ	“เพราะเหตุใดเมื่อความสูงจากพื้นโลกเพิ่มขึ้นความกดอากาศจึงลดลง จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์”
4	ลม	“การเกิดลมมีหลักการอย่างไร จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์”
5	ความชื้น	“เพราะเหตุใดการตากผ้าในวันที่อากาศแห้งในฤดูร้อน ผ้าจึงแห้งเร็วกว่าการตากผ้าในวันที่อากาศชื้นหลังฝนตก”
6	เมฆและฝน	“ชนิดของเมฆสามารถช่วยพยากรณ์อากาศอย่างง่ายได้อย่างไรบ้าง จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์”
7	การพยากรณ์อากาศ	“การคาดหมายลมฟ้าอากาศในอนาคตให้มีความแม่นยำต้องมีขั้นตอนอย่างไร เพราะเหตุใดจึงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์”

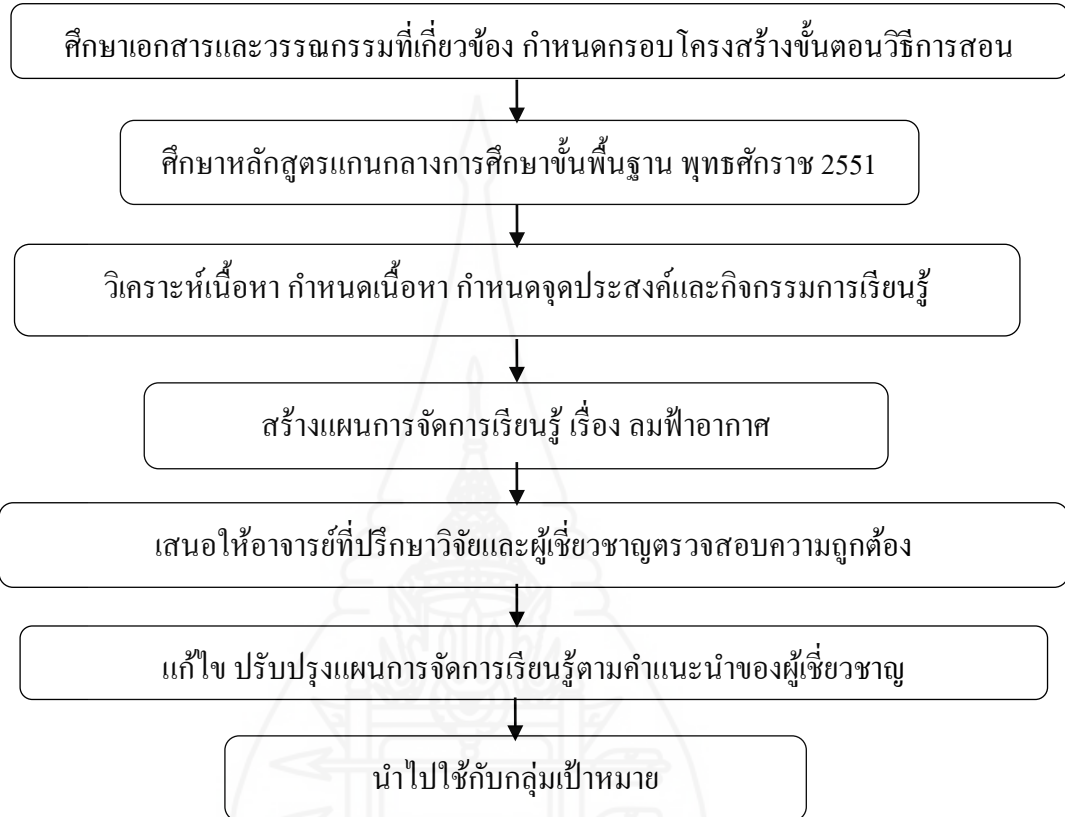
6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ  
ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

7) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามข้อเสนอแนะ  
ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ  
ตรวจสอบความถูกต้อง

9) เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเนื้อหา  
ความสอดคล้องกับวิธีการสอนรวมทั้งการใช้ภาษาและความเหมาะสมของกิจกรรม ปรับปรุง  
แผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

จากขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

### 2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

#### ความรู้ 5 ชั้น เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

- 1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎี การจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
- 2) ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560
- 3) ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี
- 4) วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรม
- 5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น เรื่อง ลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน จำนวนชั่วโมง 20 ชั่วโมง สรุปดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (คาบ)	ตัวชี้วัด
1	บรรยากาศของเรา	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/1
2	อุณหภูมิของอากาศ	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
3	ความกดอากาศ	3	มาตรฐาน ว 2.2 ตัวชี้วัด ม.1/1
4	ลม	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
5	ความชื้น	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
6	เมฆและฝน	3	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/2
7	การพยากรณ์อากาศ	2	มาตรฐาน ว 3.2 ตัวชี้วัด ม.1/5

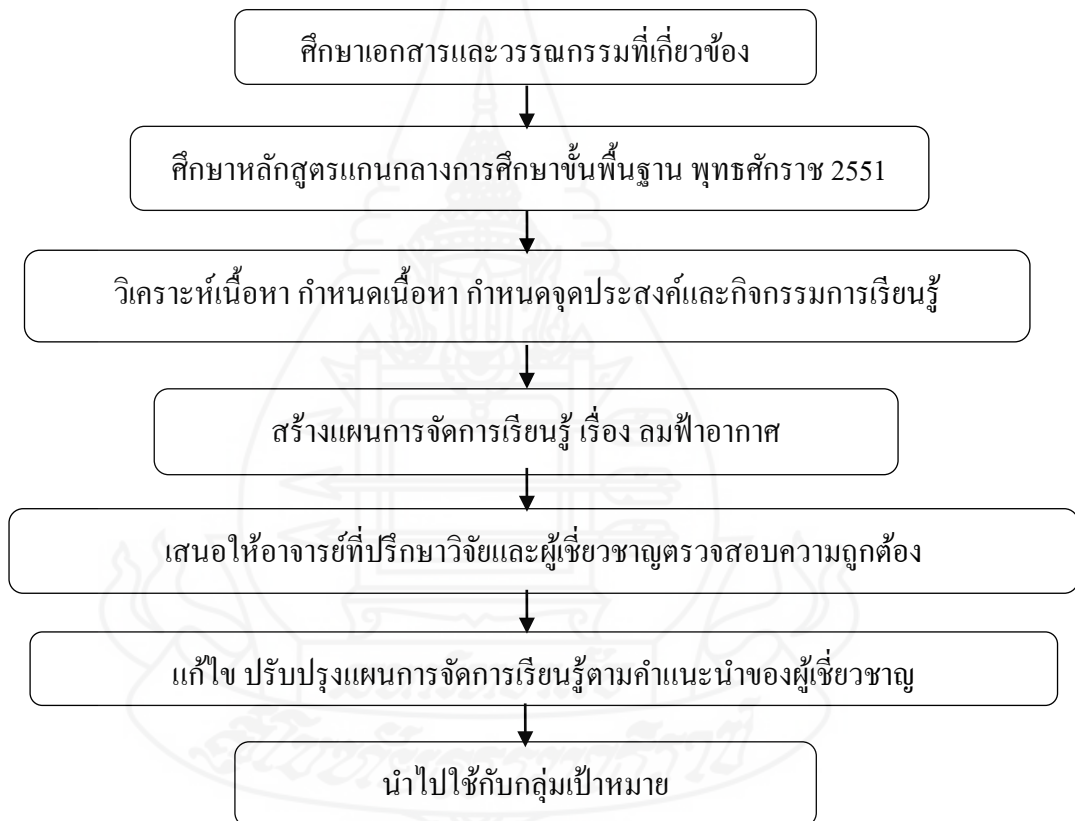
6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

7) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

9) เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ เนื้อหาความสอดคล้องกับวิธีการสอนรวมทั้งการใช้ภาษาและความเหมาะสมของกิจกรรม ปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

จากขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

จากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่ออกแบบกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยผนวกแนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ
<b>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</b> นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย ใช้คำถามหรือสถานการณ์ ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนสร้างคำกล่าวอ้างหรือคำตอบ (Claim)	<b>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</b> นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย
<b>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</b> ทำความเข้าใจ วางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล หรือทดลองเพื่อเก็บข้อมูลหรือหลักฐาน (evidence) เพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ และนำไปใช้ในการอ้างอิง สนับสนุนคำกล่าวอ้าง	<b>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</b> ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา วางแผนการสำรวจตรวจสอบ ทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบเพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</b> เมื่อได้หลักฐานหรือข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนทำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างคำกล่าวอ้างหรือคำตอบกับข้อมูลหรือหลักฐานซึ่งตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรียกว่า การให้เหตุผล (Reasoning)	<b>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</b> เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผลและและนำเสนอผลที่ได้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ
<b>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)</b> นำความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่	<b>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)</b> ความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
<b>ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)</b> ประเมินการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	<b>ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)</b> ประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (3) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) บันทึกหลังสอน โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือดังนี้

### 2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์

- 1) ศึกษาเนื้อหา ความหมาย ขอบเขต และจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดผังวิเคราะห์ข้อสอบ
- 2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องลมฟ้าอากาศ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ดังตารางที่ 3.7



ตารางที่ 3.7 วิเคราะห์ข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	
ระบุเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศได้	1	1	-	-	-	-	2
บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศโดยเชื่อมโยงกับสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้	-	-	-	2	-	-	2
อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศในรอบวันได้	-	1	-	-	-	-	1
อธิบายผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่ออุณหภูมิของอากาศได้	-	-	-	2	-	-	2
บอกปัจจัยที่ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศแต่ละแห่งมีค่าแตกต่างกันได้	-	-	-	1	-	-	1
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	-	-	1	1	-	-	2
บอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความกดอากาศได้	1	-	-	-	-	-	1
บอกปัจจัยที่มีผลต่อความกดอากาศได้	-	-	-	1	-	-	1
อธิบายการเกิดลมได้	-	1	-	1	-	-	2
บอกเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราเร็วลม และทิศทางลมได้	1	-	-	-	-	-	1
บอกปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วลมได้	1	-	-	1	-	-	2
อธิบายความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้	-	-	1	1	-	-	2
แปลความหมายของความชื้นสัมพัทธ์ได้	-	1	-	-	-	-	1
คำนวณค่าความชื้นสัมบูรณ์ได้	-	-	1	-	-	-	1
คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้	-	-	1	-	-	-	1
แปลความลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้	-	-	1	-	-	-	1

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	
จำแนกประเภทตามรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้	-	-	-	1	-	-	1
พยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยสังเกตลักษณะของก้อนเมฆได้	-	-	1	1	-	-	2
วิเคราะห์คำพยากรณ์อากาศอย่างง่ายได้	-	-	-	1	-	-	1
อธิบายขั้นตอนการพยากรณ์อากาศได้	-	1	-	1	-	-	2
บอกแนวทางการปฏิบัติตนที่เหมาะสมจากคำพยากรณ์อากาศได้	-	-	1	-	-	-	1
รวม	4	5	7	14	-	-	20

3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4) นำผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องคัดเลือกให้ได้ข้อสอบวัดให้ครบทุกรายจุดประสงค์

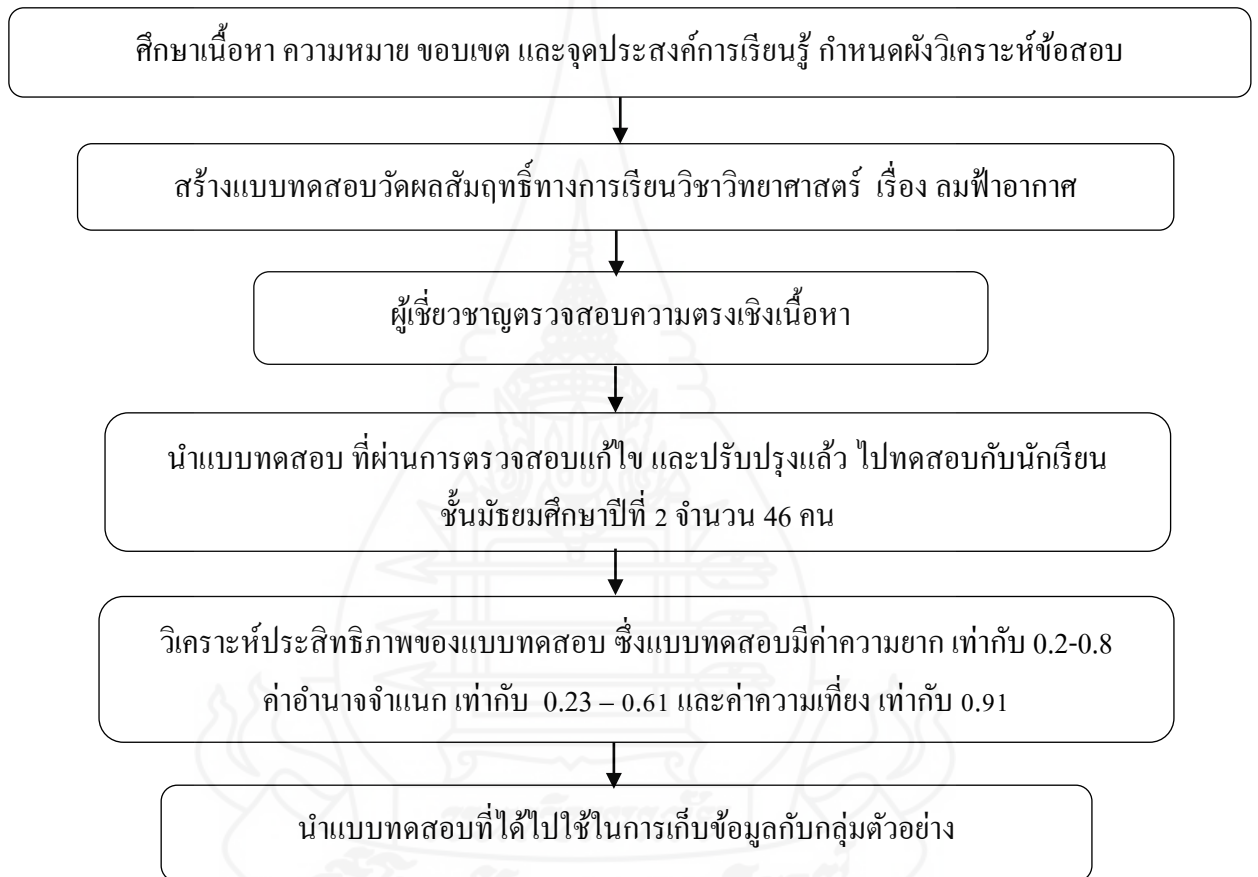
5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 46 คน ที่เคยศึกษาเนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศ มาแล้ว

6) ตรวจสอบให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายของแต่ละข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าความยาก (p) อยู่

ระหว่าง 0.2-0.8 มีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.61 และค่าความเที่ยงของข้อสอบ เท่ากับ 0.91

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่ได้ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปได้ ดังแผนภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

### 2.2.2 แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียน 2

2) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ จำนวน 4 ข้อ แบ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน จำนวน 2 ข้อ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน จำนวน 2 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วย 1) สถานการณ์ 2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และ 3) ข้อคำถาม แบบปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) กำหนดและสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากงานวิจัยของ Meneill and Krajcik (2008) โดยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐานหรือข้อมูล และ 3) การให้เหตุผล โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินและให้คะแนนเป็นคะแนนแบบรูบริกส์ คะแนน 3 ระดับ ได้แก่ 0 1 และ 2 โดยคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-12 คะแนน จากนั้นกำหนดการแปลผลคะแนนระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ของ Sampson *et al.* (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก ทำให้ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนน ผู้วิจัยนำคะแนนมาหาค่าพิสัยและกำหนดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.8 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ของ

Sampson *et al.* (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553)

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
9-12	ดีมาก
5-8	ดี
0-4	ปรับปรุง

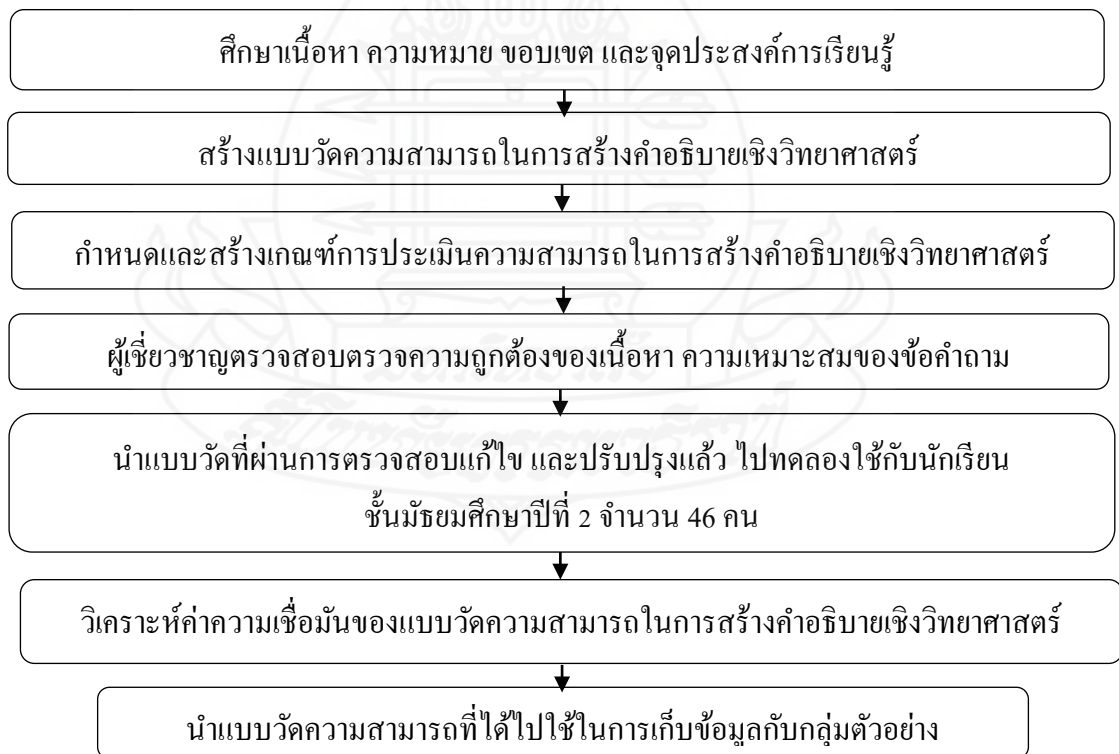
4) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุง แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง ลม ฟ้าอากาศ มาแล้ว

6) นำผลการทดสอบมาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.77 และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.85

7) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

จากขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ ดังแผนภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.2.3 แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของใบกิจกรรมเพื่อเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมสำหรับนำไปใช้ในการอภิปรายผลการวิจัย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ปริญญาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องมือ
- 2) สร้างแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับใช้เป็นใบกิจกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) ข้อคำถามสำหรับให้นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด (Claim) 2) คำถามนำสำหรับเป็นแนวทางให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลรวมทั้งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Evidence) และ 3) ข้อคำถามสำหรับให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน (Reasoning)
- 3) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ด้านเนื้อหาและการใช้ภาษา
- 4) นำแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

### 2.2.4 บันทึกหลังสอน

บันทึกหลังสอนของผู้วิจัยเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการจดบันทึกการทำกิจกรรม คำพูด และพฤติกรรมที่แสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการอภิปรายผลเชิงคุณภาพ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ปริญญาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องมือ
- 2) สร้างแบบบันทึกหลังสอนสำหรับการจดบันทึกการทำกิจกรรม คำพูด และพฤติกรรมที่แสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบจดบันทึกความเรียงสำหรับจดบันทึกข้อมูล
- 3) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ด้านเนื้อหาและการใช้ภาษา

4) นำแบบบันทึกหลังสอนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ซึ่งแจ้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งชี้แจงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

3.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับกลุ่มทดลอง

3.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น กับกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ และบันทึกการทำกิจกรรม คำพูด และพฤติกรรมที่แสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบบันทึกหลังสอน

3.4 หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน แล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่จากแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอน เพื่อนำมาศึกษาลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ(กลุ่มควบคุม) ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

**4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้**

4.1.1 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.1.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for independent sample)

**4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้**

4.2.1 อ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด แล้วแปลผลคำตอบของนักเรียนให้อยู่ในรูปของคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาจำแนกเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก

4.2.2 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง โดยทำการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.3 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทำการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.4 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมที่ได้จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for independent sample)



4.2.5 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมที่ได้จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent sample)

4.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

**ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการ  
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิง  
วิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน  
ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้าง  
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศระหว่าง  
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n = 44)		กลุ่มควบคุม (n = 44)		t	Sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน	23.50	3.573	15.32	5.098	8.718*	0.000

\* p < .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย  
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่า  
คะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.50 และ 15.32 ตามลำดับ

**ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้  
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ**

**2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ**

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน คิดเป็นคะแนนเต็ม 12 คะแนน ประเมินให้คะแนนแต่ละข้อคำถาม โดยใช้เกณฑ์ประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (claim) คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลักฐาน (evidence) คะแนนเต็ม 2 คะแนน และการให้เหตุผล (reasoning) คะแนนเต็ม 2 คะแนน จากนั้นทำการแปลผลคะแนนเป็นระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแสดง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	Sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ข้อกล่าวอ้าง (เต็ม 4 คะแนน)	3.41	0.66	2.23	1.08	6.217*	0.000
หลักฐาน (เต็ม 4 คะแนน)	2.16	1.08	0.98	0.98	5.238*	0.000
การให้เหตุผล (เต็ม 4 คะแนน)	2.02	2.02	0.25	0.44	8.556*	0.000

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 3.41 , 2.16 และ 2.02 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 2.23 , 0.98 และ 0.25 ตามลำดับ คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมทุกองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.3 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง
ความถี่	18	18	8	0	14	30
ร้อยละ	40.91	40.91	18.18	-	31.82	68.18

จากตารางที่ 4.3 เมื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 44 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 18 คน ระดับดี จำนวน 18 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40.91 40.91 และ 18.18 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 44 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 14 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 31.82 และ 68.18 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t	Sig
กลุ่มทดลอง	7.61	2.452	ดี	4.159	0.000
กลุ่มควบคุม	3.45	1.910	ปรับปรุง		

\*  $p < .05$

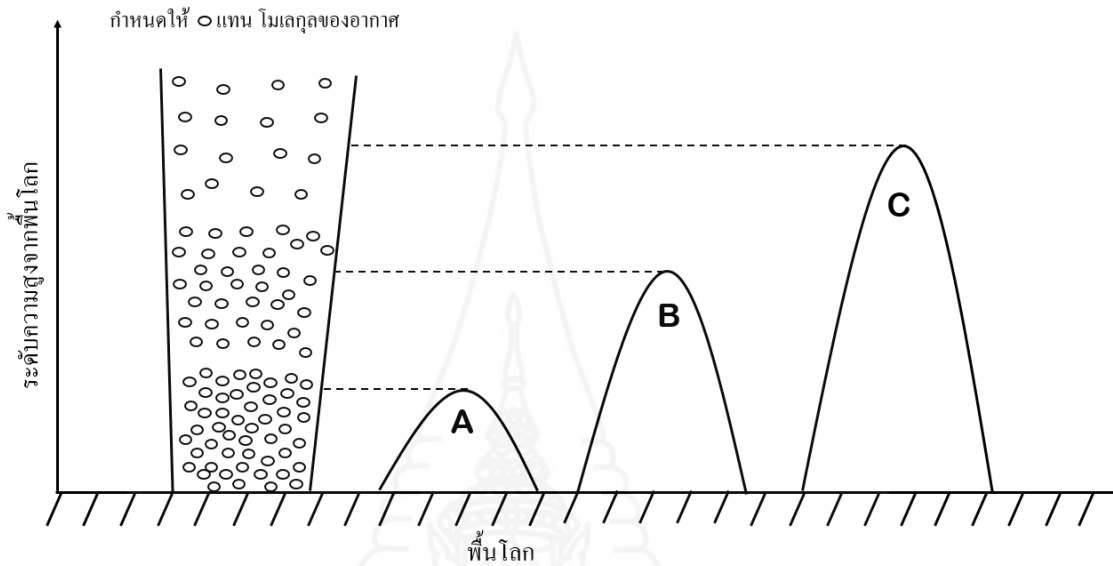
จากตารางที่ 4.4 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 7.61 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 3.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับปรับปรุง คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 2 ข้อ โดยนำเสนอจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยกำหนดรหัสของนักเรียน จำนวน 44 คน ในกลุ่มทดลองตามหมายเลขประจำตัวเป็นนักเรียน 01 ถึง นักเรียน 44 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังนี้

## 2.2.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของข้อคำถามที่ 1 จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อคำถามที่ 1 จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน



**คำถามข้อที่ 1** “จากแผนภาพที่กำหนดให้ บริเวณยอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ เพราะเหตุใด แล้วความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงและความหนาแน่นของอากาศอย่างไร จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

จากข้อคำถามที่ 1 สามารถนำเสนอตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ได้ดังตารางที่ 4.5 ,4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อ  
คำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนข้อกล่าวอ้าง	ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและชัดเจน (2 คะแนน)	นักเรียน 01: “บริเวณยอดเขา A มีความดันอากาศสูงที่สุด รองลงมาคือ ยอดเขา B และยอดเขา C มีความดันอากาศต่ำที่สุด” นักเรียน 17: “จุด A มีความดันอากาศสูงสุด จุด C มีความดันอากาศต่ำที่สุด”
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน (1 คะแนน)	นักเรียน 02: “A มีความดันในอากาศสูงสุด B มีความดันในอากาศต่ำสุด” นักเรียน 36: “A มีความดันอากาศสูงสุด”
ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (0 คะแนน)	นักเรียน 09: “C = มีความดันอากาศสูงสุด B = มีความดันอากาศปานกลาง C = มีความดันอากาศน้อยที่สุด”

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน คือ เขียนคำตอบของคำถามหรือเขียนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ที่แสดงให้เห็นว่า “ยอดเขา A มีความดันอากาศสูงสุด และยอดเขา C มีความดันอากาศต่ำสุด” นักเรียนที่เขียนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน คือ สามารถเขียนบอกได้ว่ายอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดหรือต่ำสุดอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นคำตอบที่ยังไม่ครบสมบูรณ์ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนที่ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง คือ ไม่เขียนแสดงคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และเขียนคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ผิด



ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	<p>นักเรียน 01: “จากแผนภาพที่กำหนดให้ จำนวนโมเลกุลของอากาศที่อยู่ในระดับความสูงต่างๆ ซึ่งบริเวณใกล้พื้นโลกจะมีจำนวนโมเลกุลของอากาศมากกว่า บริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป”</p> <p>นักเรียน 05: “จุด C มีโมเลกุลอากาศน้อย B มีโมเลกุลอากาศปานกลาง A มีโมเลกุลอากาศหนาแน่นมาก และทั้งสามบริเวณมีโมเลกุลอากาศแตกต่างกัน”</p> <p>นักเรียน 22: “ลูก A มีความหนาแน่นมากกว่า B และ C A อยู่ที่ต่ำ และ B เป็นเขาที่อยู่ปานกลางของเขาสองลูก C อยู่สูงมีความหนาแน่นน้อย”</p>
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือมีหลักฐานบางประการไม่เหมาะสม (1 คะแนน)	<p>นักเรียน 06: “จำนวนโมเลกุลของอากาศ ทำให้รู้ว่าคุณความดันอากาศที่ใดสูงสุดและต่ำสุด”</p> <p>นักเรียน 20: “เพราะยิ่งสูงความกดอากาศยิ่งต่ำ และยิ่งต่ำความกดอากาศยิ่งสูง”</p> <p>นักเรียน 32: “A อยู่ใกล้ผิวโลกทำให้มีโมเลกุลอากาศมากกว่า”</p> <p>นักเรียน 38: “อยู่ที่ต่ำความดันอากาศสูง ถ้าอยู่ที่สูงความดันอากาศต่ำ”</p>
ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	<p>นักเรียน 04: “ดูจากภาพโมเลกุลอากาศ”</p> <p>นักเรียน 41: “A มีโมเลกุลมากทำให้มีความดันน้อยมีความหนาแน่นมาก B มีโมเลกุลปานกลางทำให้มีความดันปานกลางมีความหนาแน่นปานกลาง C มีโมเลกุลน้อยทำให้มีความดันมากมีความหนาแน่นน้อย”</p>

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยเขียนแสดงหลักฐานถึงความสูงของภูเขาหรือความสูงของพื้นโลกที่แตกต่างกัน จำนวนโมเลกุลของอากาศที่ความสูงแตกต่างกันมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน นักเรียนที่แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอหรือมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เพียงบางส่วน โดยเขียนแสดงหลักฐานถึงความสูงของภูเขาที่แตกต่างกัน จำนวนโมเลกุลของอากาศที่ความสูงต่างกันมีความหนาแน่นไม่เท่ากันอย่างไรอย่างหนึ่ง หรือมีหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหารวมอยู่ด้วย นักเรียนที่ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่ไม่เขียนแสดงหลักฐาน ไม่ให้ข้อมูลที่สนับสนุนของกล่าวอ้าง เขียนแสดงหลักฐานที่ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง เขียนแสดงหลักฐานที่ไม่มีสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (2 คะแนน)	นักเรียน 05: “ความดันอากาศขึ้นกับความหนาแน่นของอากาศ โดยบริเวณผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป จึงส่งผลให้ความดันของอากาศมีค่าลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น” นักเรียน 19: “บริเวณพื้นผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป การชนกันของโมเลกุลอากาศมีมาก ความกดอากาศของบริเวณผิวโลกจึงมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป”

## ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
<p>แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)</p>	<p>นักเรียน 07: “เมื่อความสูงจากพื้นโลกต่ำจะทำให้ความดันอากาศสูง เพราะมีโมเลกุลเยอะ ส่วนความสูงจากพื้นโลกสูงจะทำให้ความดันอากาศต่ำ เพราะมีโมเลกุลอากาศน้อย”</p> <p>นักเรียน 24: “เมื่ออยู่ที่สูงกว่า ความดันอากาศยิ่งต่ำ แต่ถ้าอยู่ที่ต่ำกว่า ความดันอากาศสูงกว่า โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น บาร์โรมิเตอร์ปรอท บารอกราฟ แอนิรอยด์บาร์มิเตอร์”</p> <p>นักเรียน 35: “เมื่อความสูงยิ่งมากความกดอากาศยิ่งต่ำ แต่ความสูงต่ำความกดอากาศจะสูง</p>
<p>ไม่แสดงเหตุผล หรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)</p>	<p>นักเรียน 16: “ไม่มีการเขียนแสดงเหตุผล”</p> <p>นักเรียน 20: “ความหนาแน่นมีความเชื่อมโยงกับความกดอากาศ คือ วัตถุยิ่งสูงอุณหภูมิยิ่งต่ำ วัตถุต่ำอุณหภูมิสูง”</p>

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยเขียนให้เหตุผลที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย การกล่าวถึงความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศได้ นักเรียนที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนที่สามารถกล่าวถึงความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศได้เพียงบางส่วน กล่าวได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ นักเรียนที่ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนไม่เขียนแสดงเหตุผล แสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกัน ไม่กล่าวถึง

หลักการความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศ

### 2.2.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของข้อคำถามที่ 2 จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อคำถามที่ 2 แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน



คำถามข้อที่ 2 “จากภาพอัตราเร็วลมบริเวณ A B และ C แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

จากข้อคำถามที่ 2 สามารถนำเสนอตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ได้ดังตารางที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อ  
คำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนข้อกล่าวอ้าง	ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและชัดเจน (2 คะแนน)	<p>นักเรียน 01: “บริเวณ A มีอัตราเร็วลมมาก B มีอัตราเร็วลมน้อยกว่า และ C มีอัตราเร็วลมที่น้อยที่สุด”</p> <p>นักเรียน 23: “บริเวณ A อยู่ใกล้แหล่งน้ำมีอัตราเร็วลมมาก บริเวณ B มีต้นไม้ขวางการเคลื่อนที่ของลม บริเวณ C อัตราเร็วลมไม่มาก เพราะมีบ้านขวางการเคลื่อนที่ของลม”</p> <p>นักเรียน 30: “แตกต่าง บริเวณ A มีอัตราเร็วลมมาก B อัตราเร็วลมเคลื่อนที่ช้ากว่า A C มีอัตราเร็วลมเคลื่อนที่ช้าที่สุด”</p>
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน (1 คะแนน)	<p>นักเรียน 04: “แตกต่างกัน บริเวณ A มีอัตราเร็วลมมากกว่า”</p> <p>นักเรียน 12: “แตกต่างกัน บริเวณ A โลง”</p> <p>นักเรียน 16: “A มีอัตราเร็วลมแตกต่างกับที่ B และ C”</p> <p>นักเรียน 17: “แตกต่างกัน A อยู่ใกล้แหล่งน้ำทำให้เกิดลม”</p> <p>นักเรียน 18: “บริเวณ A มีลมพัดผ่าน บริเวณ B มีลมอ่อนๆ บริเวณ C มีลมอ่อนหรือไม่มีลม”</p> <p>นักเรียน 26: “แตกต่างกัน”</p> <p>นักเรียน 33: “แตกต่างกัน บริเวณ A อยู่ใกล้แหล่งน้ำ”</p>
ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (0 คะแนน)	<p>นักเรียน 34: “ไม่แตกต่างกัน”</p>

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน คือ เขียนคำตอบของคำถามหรือเขียนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ที่แสดงให้เห็นว่า “บริเวณ A B และ มีอัตราเร็วลมที่แตกต่างกัน โดย A มีอัตราเร็วลมสูงสุด ตามด้วย B และ C” นักเรียนที่เขียนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน คือ สามารถเขียนบอกได้ว่า “บริเวณ A B และ มีอัตราเร็วลมที่แตกต่างกัน” แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักเรียนที่ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง คือ ไม่เขียนแสดงคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และเขียนคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ผิด

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	นักเรียน 01: “บริเวณ A มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการให้ลมเคลื่อนที่เร็ว B มีสิ่งกีดขวางทำให้ลมเคลื่อนที่ช้าลง C มีสิ่งกีดขวางทิศทางการเคลื่อนที่ลมเคลื่อนที่ช้าลง” นักเรียน 23: “ลักษณะของพื้นที่ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านส่งผลต่ออัตราเร็วลมและทิศทางของลมพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของลมจะทำให้ลมเคลื่อนที่ช้าลง” นักเรียน 30: “ตำแหน่งของ A B C ต่างกัน จึงทำให้อัตราลมต่างกัน B กับ C มีสิ่งกีดขวางทำให้อัตราเร็วลมช้าขึ้น”
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือมีหลักฐานบางประการไม่เหมาะสม (1 คะแนน)	นักเรียน 12: “บริเวณ A มีต้นไม้และแหล่งน้ำเป็นแหล่งเกิดลม” นักเรียน 15: “ลมมีทิศทางการเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่า ไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ” นักเรียน 19: “การที่ลมพัดจากบริเวณที่มีสิ่งต่างๆ ไม่เหมือนกัน การเคลื่อนที่ของลม”

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน
	<p>นักเรียน 20: “เนื่องจากบริเวณ A บริเวณนั้นมีแหล่งน้ำ จึงทำให้สภาพอากาศและแรงลมไม่เท่ากัน และมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป”นักเรียน 26: “ถ้ามีสิ่งใดมาขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของลม ความเร็วลมก็จะเคลื่อนที่ช้ากว่าบริเวณที่ไม่มีสิ่งกีดขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของลม”</p> <p>นักเรียน 33: “จากภาพ บริเวณ A มีทั้งแหล่งน้ำและพื้นดินทำให้แตกต่างจากบริเวณ B และ C ที่อยู่บริเวณบ้าน”</p>
<p>ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)</p>	<p>นักเรียน 10: “ไม่เขียนแสดงหลักฐาน”</p> <p>นักเรียน 17: “หลักฐานจากภาพ แสดงอัตราเร็วลมในบริเวณต่างๆ ทั้ง A , B , C”</p> <p>นักเรียน 21: “ข้อมูลจากรูปและความแตกต่างของอุณหภูมิแต่ละสถานที่”</p> <p>นักเรียน 42: “ลูกศรทิศทางการลม”</p>

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยเขียนแสดงหลักฐานปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม ความแตกต่างของพื้นที่ A B และ C นักเรียนที่แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอหรือมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เพียงบางส่วน โดยเขียนแสดงหลักฐานถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม ความแตกต่างของพื้นที่ A B และ C อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมีหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหารวมอยู่ด้วย นักเรียนที่ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่ไม่เขียนแสดงหลักฐาน ไม่ให้ข้อมูลที่สนับสนุนของกล่าวอ้าง

เขียนแสดงหลักฐานที่ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง เขียนแสดงหลักฐานที่ไม่มีสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ	<p>นักเรียน 01: “พื้นที่ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านมีผลต่ออัตราเร็วลม ถ้าพื้นที่ใดที่มีสิ่งกีดขวางเส้นทางการเคลื่อนที่ของลม ทำให้ลมเคลื่อนที่ช้าลงและความกดอากาศของบริเวณต่างกัน ลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าไปยังที่ต่ำกว่า”</p> <p>นักเรียน 30: “ลักษณะของพื้นที่ที่ลมเคลื่อนที่ผ่านส่งผลต่ออัตราเร็วและทิศทางของลม ถ้าพื้นที่นั้นมีสิ่งกีดขวางเส้นทางการเคลื่อนที่ของลม จะทำให้ลมเคลื่อนที่ช้าลงและเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่”</p> <p>นักเรียน 36: “การเคลื่อนที่ของลมออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า อัตราเร็วลมขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างค่าความกดอากาศของสองบริเวณที่ลมเคลื่อนที่ไป ระยะห่างระหว่างบริเวณนั้น หากความแตกต่างค่าความกดอากาศสองบริเวณมีค่ามากลมมีอัตราเร็วลมสูง การมีสิ่งกีดขวางเส้นทางการเคลื่อนที่ผ่านมีผลต่ออัตราเร็วลม”</p>



ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ	<p>นักเรียน 23: “ลมมีทิศทางการเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า”</p> <p>นักเรียน 26: “การเคลื่อนที่ของลม สถานที่ที่มีความกดอากาศจากบริเวณต่างๆ ลมมีทิศทางการเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปความกดอากาศต่ำ หรือ อัตราเร็วลม ในการเคลื่อนที่ถ้าอากาศร้อนจะสูง ถ้าอากาศเย็นจะเคลื่อนที่ต่ำ ถ้าใช้เครื่องมือ เช่น ปรอท”</p> <p>นักเรียน 44: “บริเวณแหล่งน้ำและพื้นดินจะมีความกดอากาศที่แตกต่างกัน ถ้าพื้นที่ใดมีสิ่งกีดขวางเส้นทางของลม จะทำให้ลมเคลื่อนที่ช้าและเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่”</p>
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	<p>นักเรียน 16: “ลมจะไปทางที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง”</p> <p>นักเรียน 34: “อัตราเร็วลมแตกต่างกันไปทุกที่”</p> <p>นักเรียน 41: “ความร้อนคือแหล่งกำเนิดและนำพาความเร็วของลม ถ้าหากไม่มีความร้อนจะทำให้ลมเกิดน้อยและลดความเร็วของลม”</p> <p>นักเรียน 42: “ถ้าที่ที่มีอากาศต่ำจะลอยสูงขึ้นและเคลื่อนที่ไปที่ที่มีอากาศสูง ถ้าที่ที่อากาศสูงจะลอยตัวต่ำลงและเคลื่อนที่ไปที่ที่มีต่ำ”</p>

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยการเกิดลมและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลมได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ นักเรียนที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้

หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนที่สามารถกล่าวถึงการเกิดลมและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลมได้ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ นักเรียนที่ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนไม่เขียนแสดงเหตุผล แสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกัน ไม่กล่าวถึงหลักการการเกิดลมและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม

### 2.2.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบบันทึก หลังสอนและแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบบันทึกหลังสอน และแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นใบกิจกรรมสำหรับฝึกให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการศึกษาผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นประเมินผล พบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร โดยลักษณะของการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะเป็นข้อความสั้นๆ ที่เป็นคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหา ยังขาดการให้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งยังขาดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้นผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งเป็นกระบวนการฝึกฝนให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างที่ดีมากขึ้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่ละเอียดและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเขียนแสดงเหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ดียิ่งขึ้น โดยลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นข้อความที่แสดงถึงคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่มีข้อมูลหรือหลักฐานที่นักเรียนได้จากการสำรวจตรวจสอบ ประกอบกับมีให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้อันจบหน่วยการเรียนรู้ ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการให้ข้อกล่าวอ้างที่เป็นคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาจะมีความสมบูรณ์มากขึ้น มีการนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และมีการนำหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ทั้งนี้ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการใช้หลักการหรือทฤษฎีที่เป็นองค์ความรู้

ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบกับความรู้เดิมของนักเรียน และเมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น มีประสบการณ์เรียนรู้มากขึ้น ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มดีขึ้นเรื่อยๆจนจบหน่วยการเรียนรู้

### ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ประกอบด้วย ข้อคำถาม จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน และแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน โดยประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (claim) หลักฐาน (evidence) และการให้เหตุผล (reasoning) จากนั้นทำการแปลผลคะแนนเป็นระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ข้อกล่าวอ้าง (เต็ม 4 คะแนน)	1.48	0.88	3.41	0.66	-12.029*	0.000
หลักฐาน (เต็ม 4 คะแนน)	0.48	0.70	2.16	1.08	-8.003*	0.000
การให้เหตุผล (เต็ม 4 คะแนน)	0.39	0.54	2.02	2.02	-7.581*	0.000
คะแนนรวม (เต็ม 12 คะแนน)	2.34	1.397	7.61	2.452	-3.025*	0.000

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 1.48 , 0.48 และ 0.39 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 3.41 , 2.16 และ 2.02 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนทุกองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.12 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง
ความถี่	-	3	41	18	18	8
ร้อยละ	-	6.82	93.18	40.91	40.91	18.18

จากตารางที่ 4.12 เมื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนก่อนเรียนของนักเรียน จำนวน 44 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 3 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 6.82 และ 93.18 ตามลำดับ ส่วนคะแนนหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 44 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 18 คน ระดับดี จำนวน 18 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40.91 40.91 และ 18.18 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t	Sig
ก่อนเรียน	2.34	1.397	ปรับปรุง	-3.025*	0.000
หลังเรียน	7.61	2.452	ดี		

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4.13 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 2.34 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับปรับปรุง และมีคะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 7.61 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุปการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

##### 1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

## 1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

### 1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ห้องเรียนปกติ จำนวน 315 คน 7 ห้องเรียน โดยลดความสามารถของนักเรียน

2) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 17 คน และเพศหญิงจำนวน 27 คน และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 44 คน แบ่งเป็นเพศชาย จำนวน 27 คน และเพศหญิงจำนวน 17 คน

### 1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ(2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ มีค่าความยาก ( $p$ ) อยู่ ระหว่าง 0.2-0.8 มีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.61 และค่าความเที่ยงของข้อสอบ เท่ากับ 0.91 (2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.85 (3) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) แบบบันทึกหลังสอน

### 1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ชี้แจงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งชี้แจงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

3) จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นกับกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้

4) หลังจากสิ้นสุดการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอน เพื่อนำมาศึกษาลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

#### 1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for independent sample)

2) ศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for independent sample)

3) เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent sample)

### 1.3 ผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1.3.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 ผลการเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

1.3.3 ผลการเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ในการหาคำตอบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการรายงานคำตอบของปัญหา

หรือสถานการณ์ที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวม กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อันเป็นแนวทางที่ส่งเสริมและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาและทักษะกระบวนการไปพร้อมกัน ส่งผลให้นักเรียนได้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง เกิดเป็นความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนี้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามหลักการทางจิตวิทยาตามแนวคิคอชเชเบล ที่ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการนำสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ผ่านวิธีการสอนที่มีเงื่อนไขสามประการ ได้แก่ 1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุและผลต่อเนื่องกับความรู้เดิม 2) โครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ และ 3) นักเรียนต้องมีความสนใจ และมีเจตนาที่แน่วแน่ที่จะเรียนรู้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2556)

ผลการวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน (constructivism) ซึ่งเป็น ทฤษฎีรากฐาน สำคัญของการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีและมีประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เกิดความขัดแย้งในความคิดจากคำถามหรือสถานการณ์ปัญหา อันนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างและการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานผ่านการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสและเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการสำรวจตรวจสอบจนเกิดเป็นการสร้างความรู้ในตนเอง ดังทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่ว่า การจัดการเรียนรู้ที่ครูมีบทบาทจัดหาโอกาสในการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงความคิดและสื่อความคิดของตนเองมา เป็นการช่วยให้นักเรียนสร้างความหมายจากการเรียนรู้และสร้างคำอธิบายจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (วรรณทิพารอดแรงคำ, 2540) และยังคงสอดคล้องกับการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเองของตามแนวคิดของบรูเนอร์ ที่เชื่อว่า การเรียนรู้ที่แท้จริงขึ้นมากจากการค้นพบด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายเป็นการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญหาและผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา (สสวท, 2553) ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะวิชายังช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่าง

เหมาะสมและมีความหมาย (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2556) แนวคิดและทฤษฎีดังกล่าวเป็นแนวทางที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

**2.2 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ**

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าสูงกว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้รับการฝึกประสบการณ์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้สำรวจตรวจสอบตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่ผนวกแนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังกฎของการฝึกหัด (Law of Exercise) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์น ไคล์ ที่เชื่อว่า การที่นักเรียนได้ฝึกหัดหรือได้กระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะหรือความสามารถในด้านใดครูผู้สอนจะต้องช่วยได้มีโอกาสนในการฝึกฝนโดยกระทำสิ่งนั้นบ่อยๆ (ทิสนา แคมมณี, 2560) ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนรู้การสร้างข้อกล่าวอ้างจากการตอบคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่นำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจ มีการฝึกให้ทำการสำรวจตรวจสอบแล้วบันทึกผลเป็นข้อมูลหรือหลักฐานที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง และเมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบของกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์

ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ในขั้นตอนนี้หากนักเรียนค้นพบว่าข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความคลาดเคลื่อนหรือยังไม่ถูกต้องนักเรียนสามารถกลับไปแก้ไขข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบของคำถามได้ โดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีพร้อมทั้งให้เหตุผลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานนั้น และเมื่อนักเรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสำรวจตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว นักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากคำถามที่กำหนดให้ในขั้นประเมินผลพร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนถึงคำตอบที่สร้างขึ้น โดยใช้หลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้าง คำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานที่ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเองโดยเริ่มต้นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียน ได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลหรือหลักฐานผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบที่ได้ลงมือ กระทำ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างเป็นความเข้าใจของตนเองและสามารถสร้างเป็นคำอธิบาย ต่อคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาได้ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่ครูผู้สอน มีบทบาทเป็นเพียงผู้จัดหาโอกาสในการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงความคิดและสื่อความคิด ของตนเองออกมา ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความหมายจากเรียนรู้และสร้างคำอธิบาย จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อันเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผนวกแนวทางที่เน้น ให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้เกิดความขัดแย้งในความคิดจนนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าคำตอบ ผ่านกิจกรรมสำรวจตรวจสอบสามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรยา แจ่มใจ (2557) ที่ทำการศึกษา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและศึกษารูปแบบการเรียน การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ พบว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาให้ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติชัย อนุวัชชัย (2553) ที่ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนรายวิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SE)

### 2.3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี ส่วนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

การที่นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนั้น มีเหตุผลดังต่อไปนี้ 1) ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีการผนวกกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ โดยกำหนดให้นักเรียนตอบคำถามในขั้นสร้างความสนใจเกิดเป็นการเรียนรู้การสร้างข้อกล่าวอ้าง อันนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างร่วมกับการใช้หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น 2) นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมสำรวจตรวจสอบซึ่งจัดเป็นแบบฝึกหัดที่ครูผู้สอนกำหนดให้นักเรียนได้ฝึกทำซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นทักษะที่ดี และนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสในการนำความรู้มาใช้เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ต่างออกจากคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ในขั้นประเมินผล รวมทั้งได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มตลอดจนการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ดังทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์น ไคล์ ที่เชื่อว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำการเรียนรู้ได้ดี หากครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนมีทักษะหรือความสามารถในเรื่องใดจะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้นั้นอย่างแท้จริง แล้วให้นักเรียนได้ฝึกฝนสิ่งนั้นบ่อยๆตามกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) รวมไปถึงเมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้วครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกนำการเรียนรู้ที่ไปใช้บ่อยๆ ซึ่งส่งผลให้

การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จและจะช่วยนักเรียนเกิดความมั่นคงในการเรียนรู้ตามกฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) (ทศนา แวมมณี, 2560)

หากพิจารณาถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จะพบว่าคะแนนของนักเรียนด้านการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานนั้นมีคะแนนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับคะแนนด้านข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน เนื่องจากข้อกล่าวอ้างเป็นการสร้างคำตอบจากคำถามหรือสถานการณ์ปัญหา ส่วนหลักฐานนั้นนักเรียนสามารถเก็บรวบรวมได้จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบซึ่งมีความซับซ้อนน้อยกว่าการให้เหตุผลที่เป็นการให้ความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mcneill and Krajcik (2006) ที่ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเสริมศักยภาพที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และพบว่านักเรียนมีคะแนนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้น โดยจากองค์ประกอบทั้งสามองค์ประกอบนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการให้เหตุผลนั้นเป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าการสร้างข้อกล่าวอ้าง และการเขียนหลักฐานและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Peker and Wallace (2009) ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับเกรด 10 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการชีววิทยา จำนวน 16 คน โดยใช้รายงานปฏิบัติการ จำนวน 51 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานที่ได้จากการทำปฏิบัติการในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยขาดการเขียนเชื่อมโยงไปยังหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่พบในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนมีคะแนนการให้เหตุผลต่ำกว่าคะแนนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน แสดงให้เห็นถึงนักเรียนประสบปัญหาในการเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและประสบปัญหาในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อน

หากพิจารณาถึงการให้เหตุผลของนักเรียนไทยโดยพิจารณาจากผลการประเมิน PISA 2015 ของนักเรียนไทยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่นักเรียนจะต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความหมายข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างข้อกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป รวมไปถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลยังอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับนานาชาติ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนต้องมีการเชื่อมโยงระหว่างคำตอบกับ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2560) เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่แล้วโดยใช้เหตุผล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นให้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542)

จากผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทร์ขันธ์ และสุรศักดิ์ เชียงกา (2560) ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการใช้หลักฐานได้ดี ทั้งนี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา นักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น หากนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้นๆ และยังสอดคล้องกับฉัฐวรรณ ศิริธร, และเอกภูมิ จันทร์ขันธ์ (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถแสดงแนวคิดของนักเรียนในเนื้อหานั้นได้อย่างชัดเจน

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การนำรูปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมกิจกรรมสำรวจตรวจสอบที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ ตลอดจนสามารถช่วยให้นักเรียนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐานได้อย่างเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องกำหนดกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างชัดเจนและครอบคลุม

3.1.3 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับนักเรียนให้ทราบถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

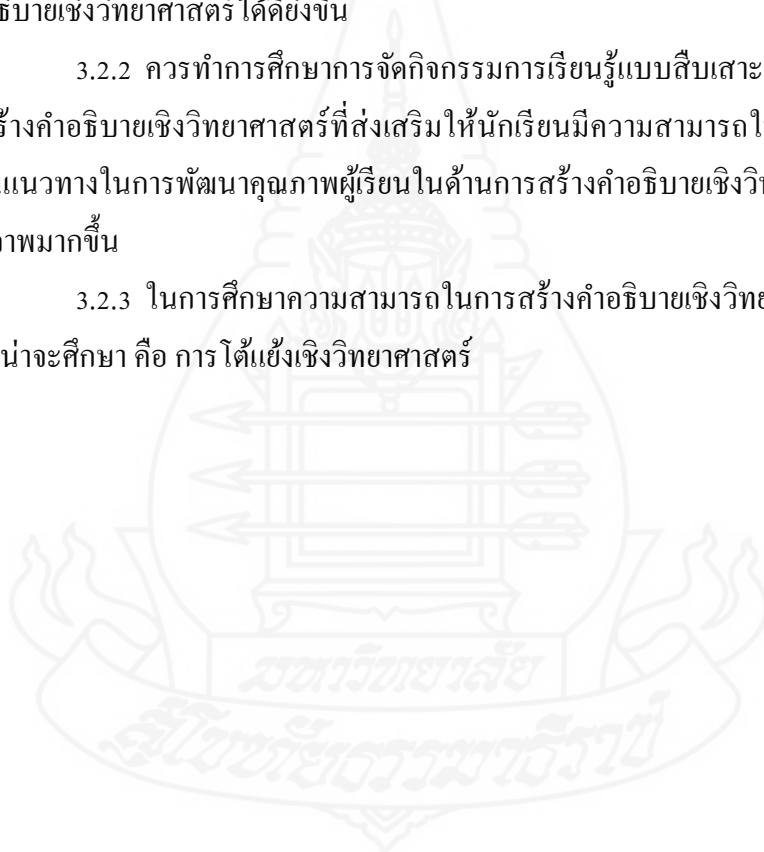
3.1.4 จากการดำเนินงานวิจัยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านการให้เหตุผลยังมีคะแนนน้อยกว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างและการใช้หลักฐาน จึงควรออกแบบกิจกรรมที่สามารถช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในมโนคติที่มีความยากและซับซ้อน ครูผู้สอนควรมีคำถามย่อยจากคำถามหลักเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3.2.2 ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2.3 ในการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตัวแปรตามใหม่ที่น่าจะศึกษา คือ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์







**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.  
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2550). การวัดความรู้ความคิด. ใน *ประมวลชุดวิชาการประเมินและการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. หน่วยที่ 1-7. (น. 4-68). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. (2556). พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 6-10. (น. 6-13). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไกรยศ ภัทราวาท. (2559). *PISA 2015 บทเรียนสำคัญจากระดับนานาชาติ*. สืบค้นจาก <https://thaipublica.org/2016/12/kraiyo-pisa-2015/>.
- จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2555). การสร้างเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. ใน *เอกสารประกอบการสอนการวัดและประเมินผลการศึกษา*. (น. 108-137). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย. ใน *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. (น. 69-83) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2556). ประวัติ ปรัชญา วัฒนธรรม และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 - 5*. (พิมพ์ครั้งที่ 3, น.1-51). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. *มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 39(1), 130-141.

- ตีรณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทระขันตี และ สุรศักดิ์ เชียงกา. (2560). การพัฒนาความสามารถในการ  
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.  
สืบค้นจาก <https://gsbooks.gs.kku.ac.th/60/nigr2017/pdf/HMO5.pdf>.
- ทิศนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพนธ์ จันเลน. (2557). INQUIRY กำลังจะหายไป. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี. 42(186), 6-9.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างแบบพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2535). การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวล  
สาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 1-5.  
(น. 4-16) นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีการ เทคนิคการ  
สอน 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ:  
พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.  
\_\_\_\_\_. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *CONSTRUCTIVISM*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2548). *ทฤษฎีการสอนแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560) *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ  
ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560*. สืบค้นจาก  
[http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3\\_2560.pdf](http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2560.pdf).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม  
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร. *พริ้ว*.
- \_\_\_\_\_. (2551). *ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS*. กรุงเทพฯ:  
อรุณาการพิมพ์.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพฯ: อรุณาการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2553). *คู่มือการใช้หลักสูตรชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อรุณาการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (สสวท). (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2560). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015*. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-basic-summary/>.
- สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์. (2560). *การพัฒนาคุณภาพครูสอนวิทยาศาสตร์ในยุค 4.0*. สืบค้นจาก <https://tdri.or.th/2017/12/sciteacherreform/>.
- สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2537). *รวมบทความทางการประเมินโครงการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2551). *วิธีวิทยาการประเมิน ศาสตร์แห่งคุณค่า*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สันติชัย อนุราชย์. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สันติชัย อนุราชย์. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์*. *ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. 7(2), 1-14
- สุทธิดา จำรัส. (2556). *การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 1*. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิถีชีวิตและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6-10*. (น. 8-5). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). *มาช่วยกันสร้างรอยยิ้มในห้องเรียนวิทยาศาสตร์*. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(97), 18-19.

- อนุชา โสมานุตร. (2556). ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (*Constructivist Theory*). สืบค้นจาก <https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/constructivist-theory/>.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Allen J. and Meredith P.K. (2015). *Formulating Scientific Explanations Using the Claim, Evidence, and Reasoning (CER) Framework*. Retrieve <https://www.questia.com/library/journal/>.
- Beyer, C. J. and Davis, E.A. (2008). Fostering Second Graders' Scientific Explanation: A Beginning Elementary Teacher's Knowledge, Beliefs, and Practice. *The journal of the Learning Science*. 17, 381-414.
- Bybee R. W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21<sup>st</sup> Century Skill*. Retrieved <https://sites.nationalacademies.org/>.
- Mcneill, K. L. and Krajcik J.S. (2006). *Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context Specific Written Scaffolds*. Retrieve <https://pdfs.semanticscholar.org/>.
- Mcneill, K. L. and Krajcik J.S. (2008). *Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning*. Retrieve <https://www.researchgate.net/publication/>.
- Mcneill, K. L. et al. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *The Journal of the Learning Sciences*. 15(2), 153-191.
- Peker D. and Wallace C.S. (2009). *Characterizing High School Students' written Explanations in Biology Laboratories*. Retrieve <https://link.springer.com/article/>.
- Sampson V. and Clark D. B. (2009). *The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation*. Retrieve <https://www.researchgate.net/publication/>.
- Sampson V. and Gerbino F. (2010). Two Instructional Models That Teachers Can Use to Promote & Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*. 72(7): 427-431.

Sampson V. et al. (2010). *Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study*. Retrieve <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/>.





ภาคผนวก



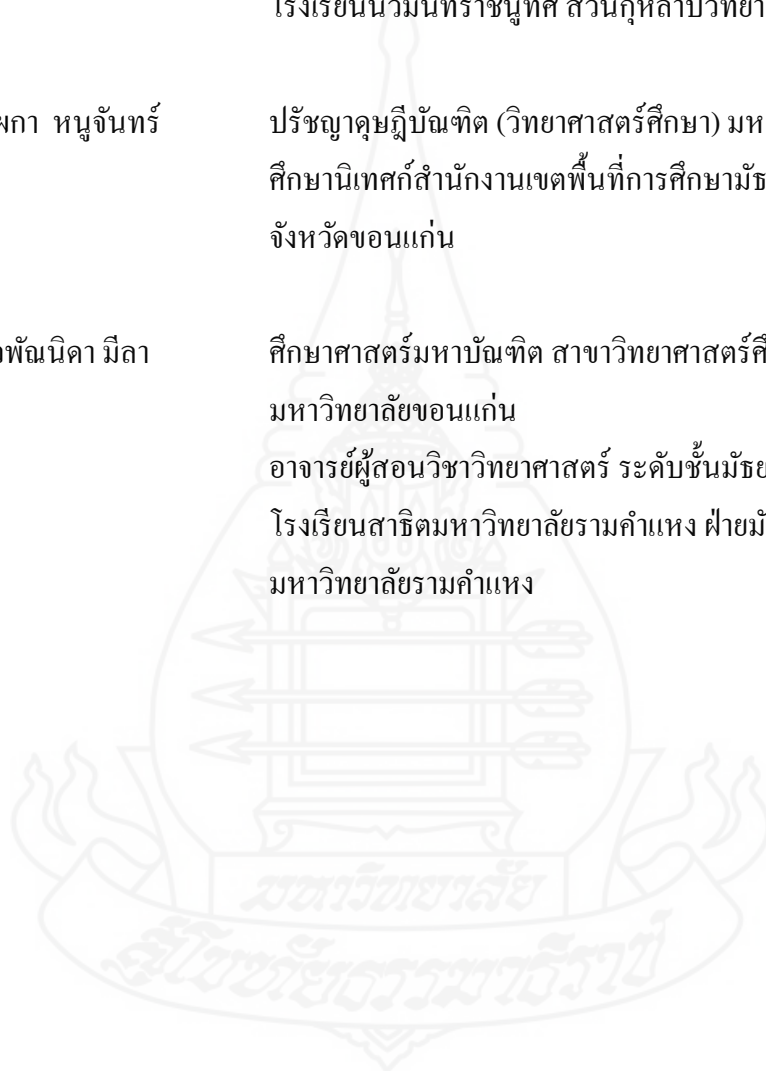
ภาคผนวก ก

รายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



## ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

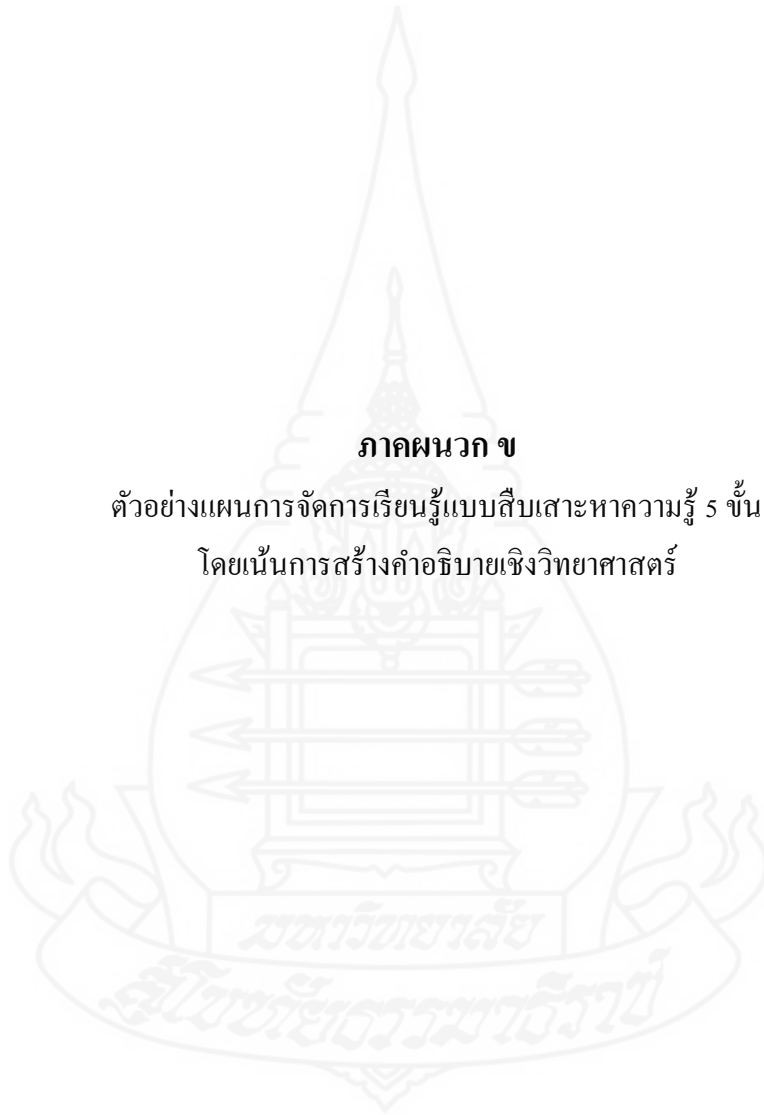
1. นายอเนก ประดิษฐพงษ์      การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี
2. ดร. พรพกา หนูจันทร์      ปรัชญาคุณูปบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ศึกษานิเทศก์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25  
จังหวัดขอนแก่น
3. นางสาวพัฒนิตา มีลา      ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ฝ่ายมัธยม  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลมฟ้าอากาศ

เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 อากาศและบรรยากาศ

จำนวน 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด

### 1. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบ โลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศ และเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น

### 2. สาระสำคัญ

โลกมีบรรยากาศห่อหุ้ม นักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติและองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศในการแบ่งบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้นหลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง แบ่งบรรยากาศออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่ โทรโพสเฟียร์ สตราโตสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (Knowledge)

3.1 อธิบายเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศได้

3.2 บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศโดยเชื่อมโยงกับสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)

3.3 นำเสนอแผนผังความรู้ เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศ ของกลุ่มตนเองได้

ด้านเจตคติ (Attitude)

3.4 มีความรับผิดชอบในการทำงาน แสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้

#### 4. การเรียนรู้

บรรยากาศ หมายถึงอากาศที่อยู่รอบตัวเราและปกคลุมโลกทั้งหมด มีขอบเขตจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปประมาณ 600 กิโลเมตร อยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก แรงโน้มถ่วงจะมีค่ามากเมื่ออยู่ใกล้ผิวโลก ยิ่งสูงขึ้น ไปแรงนี้จะมีค่าลดลง ทำให้อากาศใกล้ผิวโลกมีความหนาแน่นมาก และยิ่งสูงขึ้นไปอากาศก็จะเบาบางลง บรรยากาศแบ่งเป็นชั้นต่างๆ ซึ่งแต่ละชั้นจะมีองค์ประกอบแตกต่างกันและมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ชั้นบรรยากาศแบ่งโดยใช้อุณหภูมิจากเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1) โทรโพสเฟียร์ (troposphere) ชั้นนี้อุณหภูมิลดลงตามความสูงจากพื้นโลก เป็นชั้นที่มีความหนาแน่นของอากาศสูงที่สุดและพบไอน้ำมากที่สุด เกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนองในบรรยากาศชั้นนี้

2) สตราโตสเฟียร์ (stratosphere) ชั้นนี้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจากพื้นโลก มีปริมาณโอโซนอยู่มาก โอโซนในชั้นบรรยากาศจะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์

3) มีโซสเฟียร์ (mesosphere) ชั้นนี้อุณหภูมิลดลงตามความสูงอีกครั้ง และเป็นชั้นสุดท้ายที่มีสัดส่วนของก๊าซเหมือนกับชั้นบรรยากาศสองชั้นแรก

4) เทอร์โมสเฟียร์ (thermosphere) ชั้นนี้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจนถึงประมาณ 1,700 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิจากชั้นบรรยากาศจึงแตกตัวเป็นประจุ หรือสามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้และมีปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้เกิดขึ้น

5) เอกโซสเฟียร์ (exosphere) เป็นชั้นขอบเขตสูงสุดของบรรยากาศของโลกเชื่อมต่อกับอวกาศ บรรยากาศเบาบางมากจนแทบไม่มีอนุภาคอากาศ

#### 5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

5.1.1 นักเรียนตอบคำถาม “โลกของเราถูกห่อหุ้มด้วยชั้นบรรยากาศ นักเรียนคิดว่าชั้นบรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร” ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระแล้วอภิปรายคำตอบร่วมกันโดยยังไม่เฉลยคำตอบ

5.1.2 ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองชั้นบรรยากาศของโลกจากประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนลงในกระดาษ A4 ที่ครูแจกให้

5.1.3 นักเรียนดูวีดีทัศน์ “Introduction to our atmosphere” นาทีที่ 4.19-5.23



แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=I6jIMkPwahQ>

5.1.4 นักเรียนตอบคำถามจากวิดีโอทัศน์ และร่วมกันอภิปรายคำตอบ ดังนี้

1) นักเรียนมีประเด็นที่สงสัยเกี่ยวกับชั้นบรรยากาศอย่างไรบ้าง

2) นักเรียนคิดว่า “ชั้นบรรยากาศมีลักษณะอย่างไร”

3) บรรยากาศของโลกมี ลักษณะและสมบัติเหมือนกัน โดยตลอดตั้งแต่ระดับผิวโลกจนถึงอวกาศหรือไม่อย่างไร

4) นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้นต่างๆ (ให้นักเรียนเขียนคำตอบของคำถามข้อที่ 4) ลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ช่องข้อกล่าวอ้าง (Claim)

## 5.2 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

5.2.1 นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก โดยใช้เพลง ชั้นบรรยากาศนะ (คิดถึงนะ) ดังนี้

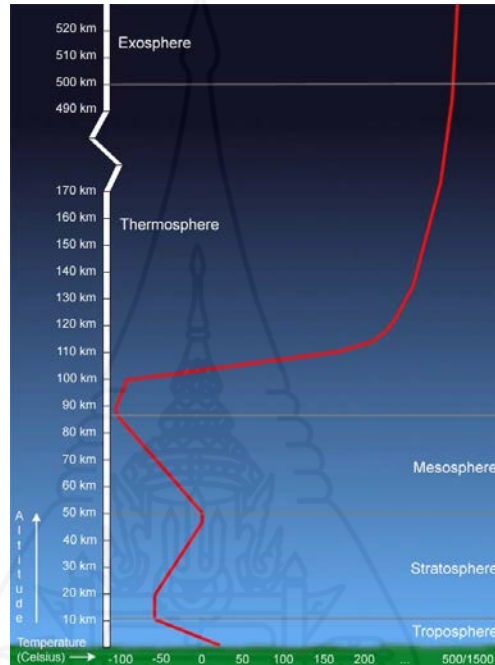


แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=ts7TFj2R5bc>

5.2.2 นักเรียนตอบคำถาม โดยบันทึกคำตอบลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ช่องหลักฐาน (Evidence)

- 1) ชั้นบรรยากาศของโลกแบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง
- 2) ลักษณะสำคัญของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นเป็นอย่างไร

5.2.3 นักเรียนศึกษากราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศแล้วบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น ลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ช่องหลักฐาน (Evidence) ดังภาพ



ที่มา : [https://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/layers\\_activity\\_print.html&edu=elem](https://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/layers_activity_print.html&edu=elem)

5.2.4 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน เว็บไซต์ หรือหนังสือจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้นต่างๆ องค์ประกอบของแต่ละชั้นบรรยากาศ แล้วบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ช่องหลักฐาน (Evidence)

5.2.5 ครูคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมกับนักเรียน

5.2.6 ให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้เรียนรู้เป็นผังมโนทัศน์ เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก โดยครอบคลุมประเด็น เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศ และองค์ประกอบของแต่ละชั้นบรรยากาศ

### 5.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 นักเรียนนำเสนอผังมโนทัศน์ การแบ่งชั้นบรรยากาศ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล

5.3.2 ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่นักเรียนนำเสนอ หากมีประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ ครูผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

5.3.3 ครูนำเสนอข้อมูล สรุปและเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียนได้ ในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือคลาดเคลื่อน (แนวทางการอภิปรายและสรุป : เกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งบรรยากาศของโลกได้แก่ เกณฑ์ที่ 1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ตามความสูง สามารถแบ่งได้ 5 ชั้นคือ โทรโพสเฟียร์ สตราโตสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์ เกณฑ์ที่ 2 ความเป็นเนื้อเดียวกันขององค์ประกอบของบรรยากาศสามารถ แบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือ ชั้นโฮโมสเฟียร์ซึ่งมีองค์ประกอบของบรรยากาศเป็นแก๊สต่างชนิดกัน ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน มีความสูงตั้งแต่ระดับพื้นผิวโลก ไปยังความสูงประมาณ 80 กิโลเมตร และ ชั้นเฮเทอโรสเฟียร์ซึ่งมีองค์ประกอบของบรรยากาศไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยแก๊สที่มีอนุภาค หนักกว่าเช่นออกซิเจนและไนโตรเจนอยู่ด้านล่างของชั้น แก๊สที่มีอนุภาคเบากว่าจะลอยอยู่ด้านบนซึ่งมีความสูง 80 กิโลเมตรขึ้นไปจนถึงอวกาศ)

5.3.4 นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่และสิ่งที่ได้เรียนรู้ปรับแก้แผนภาพชั้นบรรยากาศที่นักเรียนเขียนไว้ในชั้นสร้างความสนใจ

5.3.5 ครูคอยให้คำแนะนำในการปรับแก้ไขแก่นักเรียน

5.3.6 นักเรียนตอบคำถามแล้วอภิปรายคำตอบร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำ ดังนี้

1) บรรยากาศโลกมีลักษณะและสมบัติเหมือนกัน โดยตลอดตั้งแต่ระดับผิวโลกจนถึงอวกาศหรือไม่อย่างไร

2) ชั้นบรรยากาศของโลกแบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง

3) ชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

4) เกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งบรรยากาศของโลกมีอะไรบ้าง การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกันมีลักษณะเป็นอย่างไร ให้เขียนผลการตอบคำถามข้อที่ 4) ของตนเองลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของการให้เหตุผล (Reasoning)

#### 5.4 **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)**

ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นต่อสิ่งมีชีวิต โดยใช้  
วีดิทัศน์ เรื่อง สุนัขคิดวิทยุรอบตัว\_ชั้นบรรยากาศ



<https://www.youtube.com/watch?v=D6L6vXBcDUM>

#### 5.5 **ชั้นประเมินผล (Evaluation)**

ให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถาม ดังนี้ “นักวิทยาศาสตร์ใช้  
เกณฑ์ใดบ้างในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก แต่ละเกณฑ์แบ่งออกเป็นกี่ชั้น แต่ละชั้นมีคุณสมบัติ  
อย่างไร จงอธิบาย” ลงในเอกสารแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน แล้วให้นักเรียนนำเสนอผลการสร้าง  
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออภิปรายร่วมกัน

### 6. **สื่อและแหล่งการเรียนรู้**

- 6.1 เพลง ชั้นบรรยากาศ (คิดถึงนะ)
- 6.2 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 หน้า 103-108
- 6.3 ใบกิจกรรม เรื่อง บรรยากาศ (แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์)
- 6.4 แบบฝึกหัดหลังเรียน เรื่อง บรรยากาศ



## 7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมิน
<b>1. ด้านความรู้ (Knowledge)</b> - อธิบายเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศได้ - บอกความสำคัญชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้	- แบบบันทึก CER  - การตอบคำถาม	- คำถาม  - แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ - นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
<b>2. ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)</b> - นำเสนอแผนผังความรู้เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศของกลุ่มตนเองได้	- การสังเกต	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- นักเรียนมีผลการประเมินการนำเสนอผลงานอยู่ในระดับดีขึ้นไป
<b>3. ด้านเจตคติ (Attitude)</b> - ความรับผิดชอบในการทำงาน แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้	- การสังเกต	- แบบประเมินพฤติกรรมรายกลุ่ม	- นักเรียนร้อยละ 80 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

**8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

8.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**8.2 ปัญหา/อุปสรรค**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**8.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด)  
วันที่.....เดือน..... พ.ศ. ....

**ใบกิจกรรม**  
**เรื่อง บรรยากาศ**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในช่องว่างที่กำหนดให้

**คำถาม :** นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้นต่าง ๆ

**ข้อกล่าวอ้าง :**

.....

.....

.....

.....

.....

**หลักฐาน :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**การให้เหตุผล :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบฝึกหัดหลังเรียน  
เรื่อง บรรยากาศ

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเรื่อง บรรยากาศ โดยกำหนดให้โครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

- 1) **ข้อกล่าวอ้าง :** ให้นักเรียนเขียนข้อความสรุปคำตอบของคำถาม
- 2) **หลักฐาน :** ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองมาใช้เพื่ออธิบายคำตอบ
- 3) **การให้เหตุผล :** ให้นักเรียนนำความรู้ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย

ความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของคำถาม (ข้อกล่าวอ้าง) กับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลอง (หลักฐาน)

**คำถาม :** “นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ใดบ้างในการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก แต่ละเกณฑ์แบ่งออกเป็นกี่ชั้น แต่ละชั้นมีคุณสมบัติอย่างไร จงอธิบาย”

**ข้อกล่าวอ้าง :**

.....

.....

**หลักฐาน :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**การให้เหตุผล :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

เรื่อง ..... วันที่ .....

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนลงในรายการที่นักเรียนปฏิบัติได้

เกณฑ์การให้คะแนน : 3 = ปฏิบัติตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม 2 = ปฏิบัติบ้าง 1 = ปฏิบัติน้อยมาก

รายการประเมิน	คะแนน	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1. รูปแบบ/เทคนิคการนำเสนอ	3								
2. ความร่วมมือภายในกลุ่ม	3								
3. สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการรายงาน	3								
4. สารระที่ได้จากการรายงาน	3								
รวม	12								

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด)

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

## ระดับคุณภาพ

คะแนน 10 – 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 7 – 9 หมายถึง ดี

คะแนน 4 - 6 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 3 หมายถึง ปรับปรุง

## สรุปผลการประเมิน

- มีนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไปทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด

- มีนักเรียนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ดีทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด

 ผ่าน ไม่ผ่าน

## แบบประเมินพฤติกรรมรายกลุ่ม

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนสังเกตการทำงานรายกลุ่มของนักเรียนแล้วบันทึกระดับของพฤติกรรมให้ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	กลุ่ม							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ								
2. มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน								
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น								
4. การแบ่งงานกันทำ								
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม								
รวม								

## เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

## เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน      ระดับคุณภาพ

13-15              ดีมาก

8-12                ดี

5-7                  พอใช้

\*หมายเหตุ : นักเรียนมีพฤติกรรมในระดับ ดีขึ้นไป คือ ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



## ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลมฟ้าอากาศ

เวลา 20 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เมฆและฝน

จำนวน 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด

## 1. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

## สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบ โลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่ได้รับรวบรวมได้

## 2. สาระสำคัญ

เมฆ (clouds) เกิดจากไอน้ำในบรรยากาศระดับสูง เมฆ ประกอบด้วยไอน้ำ ละอองน้ำ ผลึกน้ำแข็ง และฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ เมฆมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน ฝน คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของเหลวที่ตกลงมาจากบรรยากาศสู่พื้นโลก

## 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

## ด้านความรู้ (Knowledge)

3.1 แปลความรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้

3.2 จำแนกประเภทรูปร่างและลักษณะของเมฆได้

3.3 พยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้ลักษณะของเมฆได้

## ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)

3.3 สร้างคำพยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้ลักษณะของเมฆได้

## ด้านเจตคติ (Attitude)

3.4 มีความรับผิดชอบในการทำงาน แสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้



#### 4. สาระการเรียนรู้

เมฆ (clouds) เกิดจากไอน้ำในบรรยากาศระดับสูง ถ้ามีอุณหภูมิต่ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นละอองน้ำเล็กๆ และถ้ามีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็ง ดังนั้นเมฆ จึงประกอบด้วยไอน้ำ ละอองน้ำ ผลึกน้ำแข็ง และฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ เมฆมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน เมฆแต่ละชนิดจะมีอนุภาคน้ำไอน้ำอยู่มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับระดับความสูงและอุณหภูมิในก้อนเมฆ โดยบริเวณตรงกลางก้อนเมฆจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น เมฆมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เป็นกระจุก เป็นก้อนขนาดเล็กๆ ก้อนขนาดใหญ่ หรืออาจจะเป็นริ้ว หรือแผ่น และอยู่ในระดับความสูงต่างกัน จึงใช้ระดับความสูง ลักษณะการก่อตัว และลักษณะของเมฆ ในการแบ่งชนิดของเมฆและเรียกชื่อเมฆ

ฝน คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของเหลวที่ตกลงมาจากบรรยากาศสู่พื้นโลก เป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรของน้ำที่ตกลงมาสู่พื้นโลก

#### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

##### 5.1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม

1) นักเรียนคิดว่าในแต่ละวันเมฆมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่

(แนวคำตอบ: ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ ตามประสบการณ์เดิม)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เมฆ เกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ)

#### 5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

5.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนรับใบความรู้ที่ 6 เรื่อง เมฆ

5.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 6 เรื่อง เมฆ ระยะเวลา 5 นาที

5.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนรับใบกิจกรรมที่ 5 และใบงานที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

5.2.4 นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

5.2.5 ครูชี้แจงจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เรื่อง ฟ้าดูเมฆ ดังนี้

1) เพื่อสังเกตและอธิบายรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า

2) สามารถจำแนกและอธิบายชนิดของเมฆและปริมาณเมฆในท้องฟ้าได้

5.2.3 ครูแนะแนวทางการทำกิจกรรม เรื่อง ฟ้าดูเมฆ ดังนี้

1) ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของเมฆในท้องฟ้าโดยครูนำเสนอภาพท้องฟ้าบน power point เรื่อง เมฆ แล้วให้นักเรียนวาดภาพเมฆที่สังเกตได้ พร้อมระบุชนิดของเมฆลงในใบงานที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ



ภาพ ท้องฟ้า

2) ให้นักเรียนสังเกตปริมาณเมฆในท้องฟ้า โดยแบ่งท้องฟ้าออกเป็น 4 ส่วน นับจำนวนเมฆที่ละส่วนย่อย ( $1/4$ ) ของท้องฟ้าว่ามีปริมาณเท่าไร แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

3) นำปริมาณเมฆทั้ง 4 ส่วนย่อยมารวมกันแล้วหารเฉลี่ยด้วย 4 จะได้ปริมาณเมฆที่สังเกตได้ใน 10 ส่วนของท้องฟ้าทั้งหมด

5.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

5.2.5 ระหว่างการทำกิจกรรมครูคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมและดูแลการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

### 5.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้

1) เมฆ คืออะไร

(แนวคำตอบ: น้ำในอากาศเบื้องสูงที่อยู่ในสถานะหยดน้ำและผลึกน้ำแข็ง)

2) เมฆที่กลุ่มของนักเรียนสังเกตได้มีลักษณะอย่างไร

(แนวคำตอบ: นักเรียนตอบตามข้อมูลจริงที่ได้จากการสังเกต)

5.3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

(แนวทางการสรุปผล: สรุปผลการทำกิจกรรมตามผลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยยกตัวอย่างผลการทำกิจกรรมของกลุ่มที่มีผลการทำกิจกรรมที่ดี)

## 5.4 ขั้ขยายความรุ้ (Elaboration)

### 5.4.1 นักเรียนดูรูปภาพเมฆคิวมูโลนิมบัส และเมฆนิมโบสเตรตัส ดังนี้



ภาพ เมฆคิวมูโลนิมบัส



ภาพ เมฆนิมโบสเตรตัส

### 5.4.2 ครูอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง เมฆคิวมูโลนิมบัส และเมฆนิมโบสเตรตัส ดังนี้

(แนวทางการอธิบาย: เมฆนิมโบสเตรตัสเป็นเมฆที่ทำให้เกิดในตกพรัๆ เป็นเวลานาน ส่วนเมฆคิวมูโลนิมบัส เป็นเมฆที่ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ฝนตกหนัก)

## 5.5 ขั้ประเมินผล (Evaluation)

5.5.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง เมฆ

5.5.2 ครูเฉลยแบบฝึกหัด โดยให้นักเรียนเปลี่ยนกันตรวจ

5.5.3 ครูกล่าวชมเชยนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง และให้กำลังใจนักเรียนที่ยังทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง

## 6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง เมฆ

6.2 ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

6.3 ใบงานที่ 5 เรื่อง ฟ้าดูเมฆ

6.4 แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง เมฆ

## 7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p><b>1. ด้านความรู้ (Knowledge)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้</li> <li>- จำแนกประเภทรูปร่างและลักษณะของเมฆได้</li> <li>- พยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้ลักษณะของเมฆได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำกิจกรรม</li> <li>- การตอบคำถาม</li> <li>- การตอบคำถาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบกิจกรรม</li> <li>- คำถาม</li> <li>- คำถาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้</li> <li>- นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป</li> <li>- นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป</li> </ul>
<p><b>2. ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างคำพยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้ลักษณะของเมฆได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การตรวจชิ้นงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบประเมินผลงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนมีผลการประเมินการอยู่ในระดับดีขึ้นไป</li> </ul>
<p><b>3. ด้านเจตคติ (Attitude)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความรับผิดชอบในการทำงาน แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสังเกต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบประเมินพฤติกรรมรายกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนร้อยละ 80 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์</li> </ul>

8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด)  
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

## แบบประเมินผลงาน

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติ กิจกรรมทดลอง โดยให้ระดับ  
คะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน (ดูเกณฑ์ในหน้าต่อไป)  
เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

กลุ่ม	รายการประเมิน					รวม 12 คะแนน	สรุปผลการประเมิน	
	ตรงจุดประสงค์ ที่กำหนด	มีความถูกต้อง สมบูรณ์	มีความคิด สร้างสรรค์	มีความเป็น ระเบียบ			คะแนนที่ได้	ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

\*หมายเหตุ : ได้คะแนน 8 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด)

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

## สรุปผลการประเมิน

- มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด
- มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด

ผ่าน

ไม่ผ่าน

## แบบประเมินพฤติกรรมรายกลุ่ม

รายวิชา ว21102 วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2561

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนสังเกตการทำงานรายกลุ่มของนักเรียนแล้วบันทึกระดับของพฤติกรรมให้ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	กลุ่ม							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ								
2. มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน								
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น								
4. การแบ่งงานกันทำ								
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม								
รวม								

## เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน  
 พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน  
 พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

## เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
8-12	ดี
5-7	พอใช้

\*หมายเหตุ : นักเรียนมีพฤติกรรมในระดับ ดีขึ้นไป คือ ผ่านเกณฑ์การประเมิน

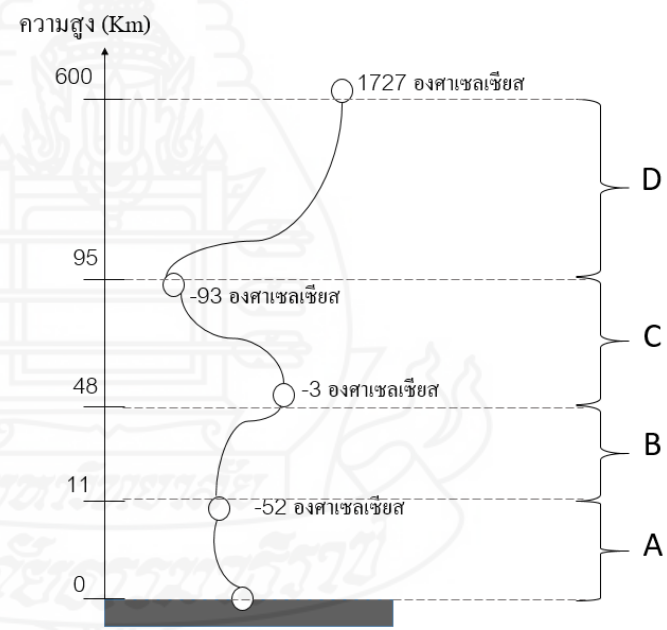


ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>ระบุเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความจำ</p>	<p>1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่ โทรโพสเฟียร์ สตราโตสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์</p> <p>ก. ความสูงจากพื้นผิวโลก</p> <p>ข. องค์ประกอบของแก๊ส</p> <p><u>ค. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</u></p> <p>ง. การใช้ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศ</p>
<p>ระบุเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแบ่งชั้นบรรยากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความเข้าใจ</p>	<p>2. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศตามความสูง</p>  <p>3. กราฟช่วงใดมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนสามารถกำหนดเป็นขอบเขตของชั้นบรรยากาศได้</p> <p>ก. A เท่านั้น</p> <p>ข. D เท่านั้น</p> <p>ค. B และ C เท่านั้น</p> <p><u>ง. A B C และ D</u></p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศโดยเชื่อมโยงกับสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : การวิเคราะห์</p>	<p>3. ลักษณะสำคัญของชั้นบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ที่ทำให้สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตรายต่อผิวหนังได้</p> <p>ก. มีอากาศเบาบางมาก ข. อากาศแตกตัวเป็นไอออน ค. <u>มีแก๊สโอโซนเป็นองค์ประกอบ</u> ง. ปริมาณไอน้ำหนาแน่นมากที่สุด</p>
<p>บอกประโยชน์ของชั้นบรรยากาศโดยเชื่อมโยงกับสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : การวิเคราะห์</p>	<p>4. สิ่งใดส่งผลให้เกิดเมฆและฝน ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์</p> <p>ก. อากาศแตกตัวเป็นประจุ ข. อุณหภูมิลดลงตามความสูงจากพื้นโลก ค. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นตามความสูงจากพื้นโลก ง. <u>มีความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศมากที่สุด</u></p>
<p>อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศในรอบวันได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : ความเข้าใจ</p>	<p>กราฟการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวัน ใช้ตอบคำถามข้อ 5-</p>  <p>5. ข้อมูลจากกราฟสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร</p> <p>ก. อุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงสุดในช่วงเช้า ข. อุณหภูมิของอากาศลดต่ำสุดในช่วงเย็น ค. <u>อุณหภูมิของอากาศลดต่ำสุดในช่วงก่อนเช้า</u> ง. อุณหภูมิของอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลง</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>อธิบายผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่ออุณหภูมิของอากาศได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : การวิเคราะห์</p>	<p>6. จากกราฟข้อที่ 5 เพราะเหตุใดอุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลากลางคืนและกลางวันจึงแตกต่างกันไม่มาก</p> <p>ก. ไม่มีการเก็บสะสมพลังงานความร้อนช่วงกลางคืน</p> <p>ข. ผิวโลกรับรังสีและเก็บสะสมความร้อนไว้ในช่วงกลางคืน</p> <p>ค. ช่วงเวลากลางคืนพื้นผิวโลกดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์</p> <p>ง. <u>พื้นผิวโลกปล่อยพลังงานความร้อนที่สะสมไว้ในช่วงกลางคืน</u></p>
<p>อธิบายผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่ออุณหภูมิของอากาศได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : การวิเคราะห์</p>	<p>7. ปัจจัยใดส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงบ่าย</p> <p>ก. การแผ่รังสีความร้อนของพื้นโลก</p> <p>ข. การคายพลังงานความร้อนของพื้นผิวโลก</p> <p>ค. ปริมาณเมฆบนท้องฟ้าดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์</p> <p>ง. <u>การถ่ายโอนพลังงานความร้อนไปสะสมในบรรยากาศ</u></p>
<p>บอกปัจจัยที่ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศแต่ละแห่งมีค่าแตกต่างกันได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม : การวิเคราะห์</p>	<div data-bbox="742 1003 1300 1411" style="text-align: center;"> <p>30 องศาเซลเซียส                      35 องศาเซลเซียส</p> </div> <p>กำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิของอากาศดังนี้</p> <p>A : ความสูงต่ำของพื้นที่                      B. ละติจูด</p> <p>C : ปริมาณเมฆปกคลุมในท้องฟ้า                      D. อัตราเร็วลมที่พัดผ่าน</p> <p>E : ต้นไม้ช่วยให้ร่มเงา                      F. ภูมิประเทศ</p> <p>8. จากภาพปัจจัยใดที่ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณพื้นที่ A มีความแตกต่างจากพื้นที่ B</p> <p>ก. <u>C และ E</u></p> <p>ข. A และ F</p> <p>ค. B และ D</p> <p>ง. D และ E</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ																
<p>อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การประยุกต์</p>	<p>9. เพราะเหตุใดเมื่อขึ้นลิฟต์ไปที่สูงจึงก่อให้เกิดอาการหูอื้อ</p> <p><u>ก. ความดันในร่างกายนอกที่ ความดันอากาศภายนอกต่ำกว่า</u></p> <p>ข. ความดันในร่างกายนอกที่ ความดันอากาศภายนอกสูงขึ้น</p> <p>ค. ความดันในร่างกายนอกที่ ความดันอากาศภายนอกสูงกว่า</p> <p>ง. ความดันในร่างกายนอกที่ ความดันอากาศภายนอกสูงกว่า</p>																
<p>อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>ตาราง ความดันอากาศ ณ ระดับความสูงต่างๆ จากระดับน้ำทะเล</p> <table border="1" data-bbox="644 757 1401 1032"> <thead> <tr> <th>ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m)</th> <th>ความดันอากาศ (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-610</td> <td>1090</td> </tr> <tr> <td>-305</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>-152</td> <td>103</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>152</td> <td>99.5</td> </tr> <tr> <td>305</td> <td>97.7</td> </tr> <tr> <td>610</td> <td>94.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>10. จากตาราง ความดันอากาศ ความสูงจากพื้น โลก และความหนาแน่นของอากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร</p> <p>ก. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของอากาศเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ความดันอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น</p> <p><u>ข. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของอากาศลดลง จึงส่งผลให้ความดันอากาศลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น</u></p> <p>ค. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของอากาศเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ความดันอากาศลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น</p> <p>ง. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของอากาศลดลง จึงส่งผลให้ความดันอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น</p>	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m)	ความดันอากาศ (kPa)	-610	1090	-305	105	-152	103	0	101	152	99.5	305	97.7	610	94.2
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m)	ความดันอากาศ (kPa)																
-610	1090																
-305	105																
-152	103																
0	101																
152	99.5																
305	97.7																
610	94.2																
<p>บอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความกดอากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความจำ</p>	<p>11. การวัดความดันอากาศทำได้โดยใช้เครื่องมือใด</p> <p><u>ก. บาริมิเตอร์</u></p> <p>ข. ไชโครมิเตอร์</p> <p>ค. อะนิโมมิเตอร์</p> <p>ง. เทอร์มอมิเตอร์</p>																

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>บอกปัจจัยที่มีผลต่อความกดอากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>12. ปัจจัยใดที่ส่งผลให้ความดันอากาศบนยอดเขาสูงมีค่าต่ำกว่าบริเวณพื้นผิวโลกที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง</p> <p>ก. ความหนาแน่นของอากาศคงที่เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ข. <u>ความหนาแน่นของอากาศลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น</u> ค. ความหนาแน่นของอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ง. ความหนาแน่นของอากาศไม่สัมพันธ์กับความสูง</p>
<p>อธิบายการเกิดลมได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความเข้าใจ</p>	<p>13. ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>ก. ความแตกต่างของภูมิอากาศ ข. <u>ความแตกต่างของความดันอากาศ</u> ค. ความแตกต่างของปริมาณไอน้ำในอากาศ ง. ความแตกต่างของปริมาณเมฆบนท้องฟ้า</p>
<p>อธิบายการเกิดลมได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>14. สภาวะใดต่อไปนี้จะมียลมแรงเกิดขึ้น</p> <p>ก. <u>ความดันอากาศของสองบริเวณมีค่าต่างกันมาก</u> ข. ความดันอากาศของสองบริเวณมีค่าใกล้เคียงกัน ค. ความดันอากาศของสองบริเวณมีค่าเท่ากัน ง. ความดันอากาศไม่เกี่ยวข้องการเกิดลม</p>
<p>บอกเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราเร็วลม และทิศทางลมได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความจำ</p>	<p>15. การวัดอัตราเร็วลม และทิศทางลมทำได้โดยใช้เครื่องมือใดตาม</p> <p>ก. <u>มาตรวัดลม, ศรลม</u> ข. ศรลม , มาตรวัดลม ค. ไชครอมิเตอร์, ศรลม ง. มาตรวัดลม, ไชครอมิเตอร์</p>
<p>บอกปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วลมได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความจำ</p>	<p>16. อัตราเร็วลมขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด</p> <p>ก. ความแตกต่างของความกดอากาศ ข. ระยะห่างระหว่างสองบริเวณนั้น ค. ปริมาณไอน้ำในอากาศ ง. <u>ข้อ ก และ ข ถูก</u></p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>บอกปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วลมได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>17. การปลูกต้นไม้เพื่อป้องกันอันตรายจากลม มีผลต่อลดความเร็วลมอย่างไร</p> <p>ก. ทำให้ลมเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ</p> <p>ข. ความกดอากาศมีค่าต่างกันมากขึ้น</p> <p><u>ค. เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ของลม</u></p> <p>ง. ลักษณะพื้นที่ไม่ส่งผลต่อความเร็วของลม</p>
<p>อธิบายความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การประยุกต์</p>	<p>18. หากนักเรียนต้องการไปเที่ยวทะเลหมอก ควรไปช่วงเวลาใด เพราะเหตุใด</p> <p><u>ก. ช่วงเช้า เพราะมีไอน้ำส่วนเกินในสูง</u></p> <p>ข. ช่วงเช้า เพราะมีไอน้ำส่วนเกินในอากาศต่ำ</p> <p>ค. ช่วงเย็น เพราะมีไอน้ำส่วนเกินในอากาศสูง</p> <p>ง. ช่วงเย็น เพราะมีไอน้ำส่วนเกินในอากาศต่ำ</p>
<p>อธิบายความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>19. ถ้าพื้นที่สองบริเวณมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากัน ข้อสรุปใดถูกต้อง</p> <p>ก. พื้นที่สองบริเวณมีอุณหภูมิของอากาศเท่ากัน</p> <p>ข. พื้นที่สองบริเวณมีความชื้นในอากาศเท่ากัน</p> <p>ค. พื้นที่สองบริเวณมีปริมาณไอน้ำในอากาศเท่ากัน</p> <p><u>ง. พื้นที่สองบริเวณมีความชื้นในอากาศเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้</u></p>
<p>แปลความหมายของความชื้นสัมพัทธ์ได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความเข้าใจ</p>	<p>20. มวลของไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ 100 กรัม ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 หมายความว่าอย่างไร</p> <p><u>ก. มีมวลของไอน้ำอยู่จริง 70 กรัม</u></p> <p>ข. มีมวลของไอน้ำอยู่จริง 30 กรัม</p> <p>ค. สามารถรับไอน้ำได้อีก 70 กรัม</p> <p>ง. มีมวลของไอน้ำอยู่จริง 100 กรัม</p>
<p>คำนวณค่าความชื้นสัมบูรณ์ได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u></p>	<p>21. อากาศในห้องหนึ่งมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร พบมวลของไอน้ำในอากาศ 5,000 กรัม อากาศดังกล่าวมีค่าความชื้นสัมบูรณ์เท่าใด</p> <p>ก. 25 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
การประยุกต์	<p><u>ข. 50 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร</u></p> <p>ค. 500 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p> <p>ง. 5000 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร</p>
<p>คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม :</p> <p>การประยุกต์</p>	<p>22. ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส อากาศสามารถรับไอน้ำได้ 100 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ในขณะนั้นในอากาศมีไอน้ำกระจายอยู่เพียง 40 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร อากาศดังกล่าวมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่าใด</p> <p>ก. 4 เปอร์เซ็นต์</p> <p><u>ข. 40 เปอร์เซ็นต์</u></p> <p>ค. 100 เปอร์เซ็นต์</p> <p>ง. 400 เปอร์เซ็นต์</p>
<p>แปลความลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม :</p> <p>การประยุกต์</p>	<p>23. เช้าวันหนึ่งนักเรียนสังเกตเห็นลักษณะเป็นแผ่นสีขาวเจิดจ้าหรือสีเทาอ่อน ดวงอาทิตย์สามารถส่องผ่านได้ดี มีหลายรูปทรง เช่น เป็นฝอย คล้ายขนนกบางๆ หรือเป็นหางยาว ลมฟ้าอากาศจะมีลักษณะอย่างไร</p> <p><u>ก. ท้องฟ้าแจ่มใส อากาศดี</u></p> <p>ข. ท้องฟ้ามีดคริม อากาศดี</p> <p>ค. ฝนจะตกหนักในระยะเวลาอันใกล้</p> <p>ง. ฝนจะตกอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานาน</p>
<p>จำแนกประเภทตามรูปร่างลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าได้</p> <p>ระดับพฤติกรรม :</p> <p>การวิเคราะห์</p>	<p>24. เด็กหญิงน้ำหวานทำการบันทึกข้อมูลของเมฆ ดังนี้</p> <p>วันที่ 1 เมฆมีลักษณะเป็นก้อนหนา ฐานเมฆแบนราบ รวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ มองเห็นคล้ายดอกกระหล่ำ</p> <p>วันที่ 2 เมฆมีลักษณะเป็นแผ่นสีเทา ไม่รวมตัวกัน อยู่เป็นบริเวณกว้างมาก เกิดในระดับต่ำมากมีดุกคล้ายหมอก</p> <p>จากข้อมูลดังกล่าวเด็กหญิงน้ำหวานสังเกตพบเมฆประเภทใดตามลำดับ</p> <p>ก. คิวมูลัส, เซอร์รัส</p> <p><u>ข. คิวมูลัส, สตราตัส</u></p> <p>ค. สตราตัส, คิวโมโลนิมบัส</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
<p>พยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยสังเกตลักษณะของก้อนเมฆได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การประยุกต์</p>	<p>ง. คิวมูโลนิมบัส, เซอร์รัส</p> <p>25. “ท้องฟ้ามีเมฆเป็นแผ่นสีเทาเข้ม คล้ายพื้นดินที่เปียกน้ำ ปกคลุมบริเวณกว้างมาก” จากข้อมูลลักษณะของเมฆดังกล่าว สามารถพยากรณ์อากาศอย่างง่ายได้อย่างไร</p> <p>ก. อากาศดี ท้องฟ้าแจ่มใส</p> <p>ข. เกิดพายุฝน มีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง</p> <p><u>ก. อาจเกิดฝนพรำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน</u></p> <p>ง. อาจเกิดฝนตกหนักในระยะเวลาอันใกล้</p>
<p>พยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้ลักษณะของเมฆได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>26. ถ้ามีการแจ้งสภาพอากาศว่า “ปริมาณไอน้ำในอากาศสูง” จะส่งผลต่อลักษณะของเมฆอย่างไร</p> <p><u>ก. โอกาสเกิดละอองน้ำในอากาศมากทำให้เมฆมีขนาดใหญ่</u></p> <p>ข. โอกาสเกิดละอองน้ำในอากาศมากทำให้เมฆมีขนาดเล็ก</p> <p>ค. โอกาสเกิดละอองน้ำในอากาศน้อยทำให้เมฆมีขนาดใหญ่</p> <p>ง. โอกาสเกิดละอองน้ำในอากาศน้อยทำให้เมฆมีขนาดเล็ก</p>
<p>วิเคราะห์คำพยากรณ์อากาศอย่างง่ายได้</p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>27. “บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนยังคงแผ่ปกคลุมประเทศไทย ทำให้ทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นต่อไปอีก สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรงพัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ ทำให้คลื่นลมบริเวณอ่าวไทยตอนล่างตั้งแต่จังหวัดสงขลาลงไปมีกำลังแรง โดยมีคลื่นสูง 2 - 3 เมตร ขอให้ชาวเรือเดินเรือด้วยความระมัดระวัง อนึ่ง บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เสริมลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่อง ทำให้บริเวณประเทศไทยจะมีอากาศหนาวเย็นต่อไปจนถึงช่วงปีใหม่”</p> <p>จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อความที่แสดงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศข้อใดไม่สัมพันธ์กับประเภทขององค์ประกอบลมฟ้าอากาศ</p> <p>ก. อากาศหนาวเย็น = อุณหภูมิลมฟ้าอากาศ</p> <p><u>ข. คลื่นลมบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง = อัตราเร็วลม</u></p> <p>ค. บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีน =</p>



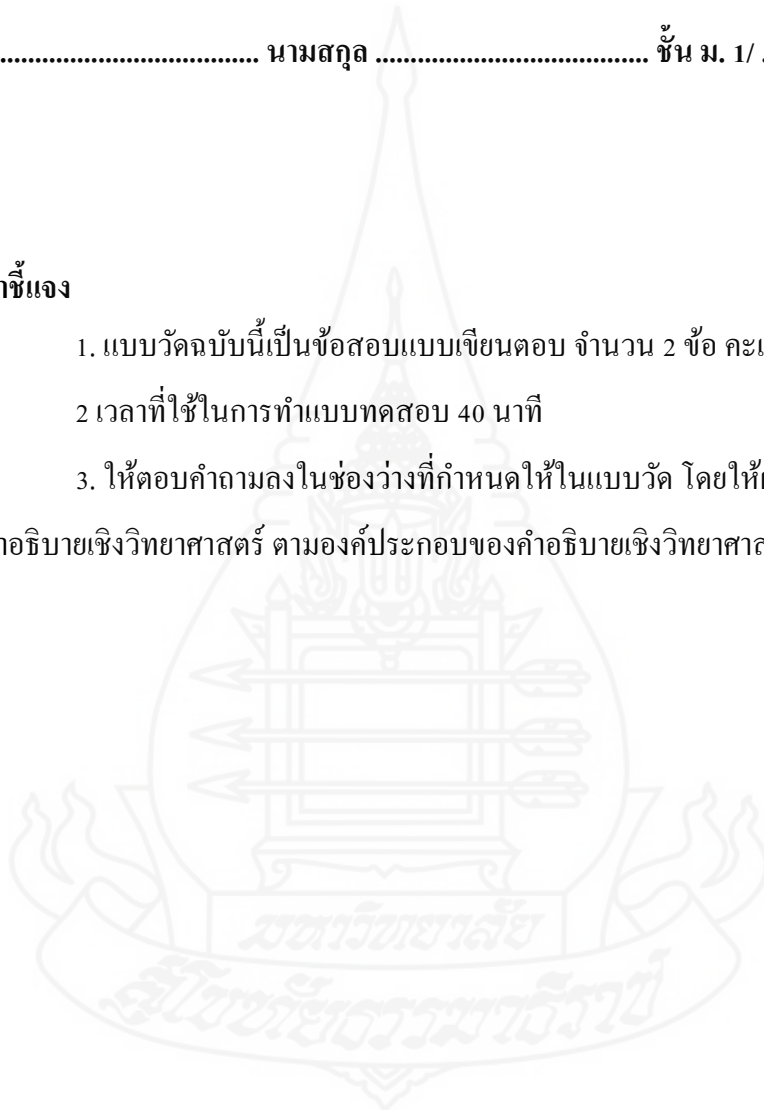
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	<p>ความกดอากาศ</p> <p>ง. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรง = อัตราเร็วลม และทิศทางลม</p>
<p><b>อธิบายขั้นตอนการพยากรณ์อากาศได้</b></p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> ความเข้าใจ</p>	<p>28. การนำข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศมาจัดกระทำในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิทางอุตุนิยมวิทยา แผนที่อากาศ จัดอยู่ในขั้นตอนใดของการพยากรณ์อากาศ</p> <p>ก. การสื่อสาร</p> <p>ข. การตรวจอากาศ</p> <p>ค. การแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศ</p> <p>ง. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดหมายลักษณะอากาศ</u></p>
<p><b>อธิบายขั้นตอนการพยากรณ์อากาศได้</b></p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การวิเคราะห์</p>	<p>29. การใช้เครื่องมือวัดองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศจัดว่าอยู่ในขั้นตอนใดของการพยากรณ์อากาศ</p> <p>ก. <u>การตรวจอากาศ</u></p> <p>ข. การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูล</p> <p>ค. การแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศ</p> <p>ง. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศ</p>
<p><b>บอกแนวทางการปฏิบัติตนที่เหมาะสมจากคำพยากรณ์อากาศได้</b></p> <p><u>ระดับพฤติกรรม :</u> การประยุกต์</p>	<p>30. “ในช่วงเดือนมีนาคม - พฤษภาคม เป็นช่วงฤดูร้อนก่อนเข้าสู่ฤดูฝน ทำให้บางพื้นที่ฝนอาจทิ้งช่วง และเกิดภาวะแห้งแล้ง รวมทั้งบางช่วงอาจเกิดพายุฤดูร้อนสร้างความเสียหายแก่บ้านเรือนประชาชน” จากข้อความดังกล่าวแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ<u>ไม่สอดคล้อง</u>กับคำพยากรณ์อากาศ</p> <p>ก. เตรียมเก็บน้ำในแหล่งน้ำให้เพียงพอ</p> <p>ข. เตรียมแผนรับมือพายุฤดูร้อน</p> <p>ค. เตรียมเพาะปลูกพืชผลที่ไม่ต้องใช้น้ำมาก</p> <p>ง. <u>เตรียมพร้อมทำการเกษตรและเตรียมเพาะปลูกพืชผล</u></p>

**แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน**

ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น ม. 1/ ..... เลขที่.....

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 40 นาที
3. ให้ตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ในแบบวัด โดยให้ผู้ตอบแบบวัดเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด



1. จงใช้ข้อมูลจากตารางที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ ( $\text{g/m}^3$ )
-10	2
0	4
10	10
20	18
30	28
40	48

3.1 จากตารางที่กำหนดให้อากาศที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กับอากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าที่สถานะของอุณหภูมิทั้งสองมีปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

3.2 จากคำตอบในข้อ 3.1 นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดบ้างสนับสนุนคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 นักเรียนมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่สามารถนำมาอธิบายหรือให้เหตุผลเชื่อมโยงคำตอบในข้อ 3.1 และ 3.2 เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศและปริมาณไอน้ำอิ่มตัว

.....

.....

.....

.....

.....

**2. จงใช้ข้อมูลคำพยากรณ์ “ประเทศไทยวันที่ 2 ธันวาคม 2561” ที่กำหนดให้ตอบคำถาม ต่อไปนี้**

“ประเทศไทยตอนบนมีหมอกในตอนเช้าและมีหมอกหนาในบางพื้นที่ โดยมีฝนเล็กน้อยบางแห่ง ส่วนภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนยังคงมีอากาศเย็นในตอนเช้า ขอให้ประชาชนบริเวณภาคเหนือระวังอันตรายการสัญจรผ่านบริเวณที่มีหมอกหนาไว้ด้วย สำหรับภาคใต้ยังคงมีฝนฟ้าคะนองบางพื้นที่ บริเวณความกดอากาศสูงกำลังอ่อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนและทะเลจีนใต้ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีหมอกในตอนเช้าและมีหมอกหนาในบางพื้นที่ โดยมีฝนเล็กน้อยบางแห่ง ส่วนภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนยังคงมีอากาศเย็นในตอนเช้า สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ ทำให้ภาคใต้ยังคงมีฝนฟ้าคะนองบางพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีเมฆบางส่วน กับมีหมอกบางในตอนเช้า โดยมีฝนเล็กน้อยบางแห่ง อุณหภูมิต่ำสุด 24-26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 34-36 องศาเซลเซียส ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.”

แหล่งข้อมูล : [https://www.tmd.go.th/daily\\_forecast.php](https://www.tmd.go.th/daily_forecast.php) สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2561

**4.1 จากข้อมูลดังกล่าวในการพยากรณ์อากาศนักอุตุนิยมวิทยามีการรายงานข้อมูลลมฟ้าอากาศประเภทใดบ้าง**

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

**4.2 นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดบ้างที่นำมาใช้สนับสนุนคำตอบในข้อ 4.1**

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

**4.3 นักเรียนมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่สามารถนำมาอธิบายหรือให้เหตุผลเชื่อมโยงคำตอบในข้อ 4.1 และ 4.2**

.....  
.....

## เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คำถามข้อที่ 1

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีการระบุถึงปริมาณไอน้ำอิมของอากาศทั้งสองอุณหภูมิ)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (เช่น ระบุถึงปริมาณไอน้ำอิมของอากาศ ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุปริมาณไอน้ำอิมตัวในอากาศทั้งสองบริเวณไม่เท่ากัน)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (เช่น เขียนตอบว่าตารางคือหลักฐาน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (เช่น นำข้อมูลจากตารางที่กำหนดให้มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ หรืออธิบายถึงปริมาณไอน้ำอิมตัวของอากาศเพียงอุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (แสดงหลักฐานถึงความแตกต่างของปริมาณไอน้ำอิมตัวของอากาศทั้งสองอุณหภูมิ)
การให้เหตุผล	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (เช่น ไม่กล่าวถึงหลักของปริมาณไอน้ำอิมตัว หรือความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศกับปริมาณไอน้ำอิมตัว)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (เช่น กล่าวถึงหลักของปริมาณไอน้ำอิมตัว หรือความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศกับปริมาณไอน้ำอิมตัวไม่สมบูรณ์ หรือ เพียงอย่างเดียวหนึ่ง)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (การให้เหตุผลที่ชัดเจนประกอบด้วย การกล่าวถึงหลักของปริมาณไอน้ำอิมตัว หรือความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศกับปริมาณไอน้ำอิมตัว)

## เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คำถามข้อที่ 2

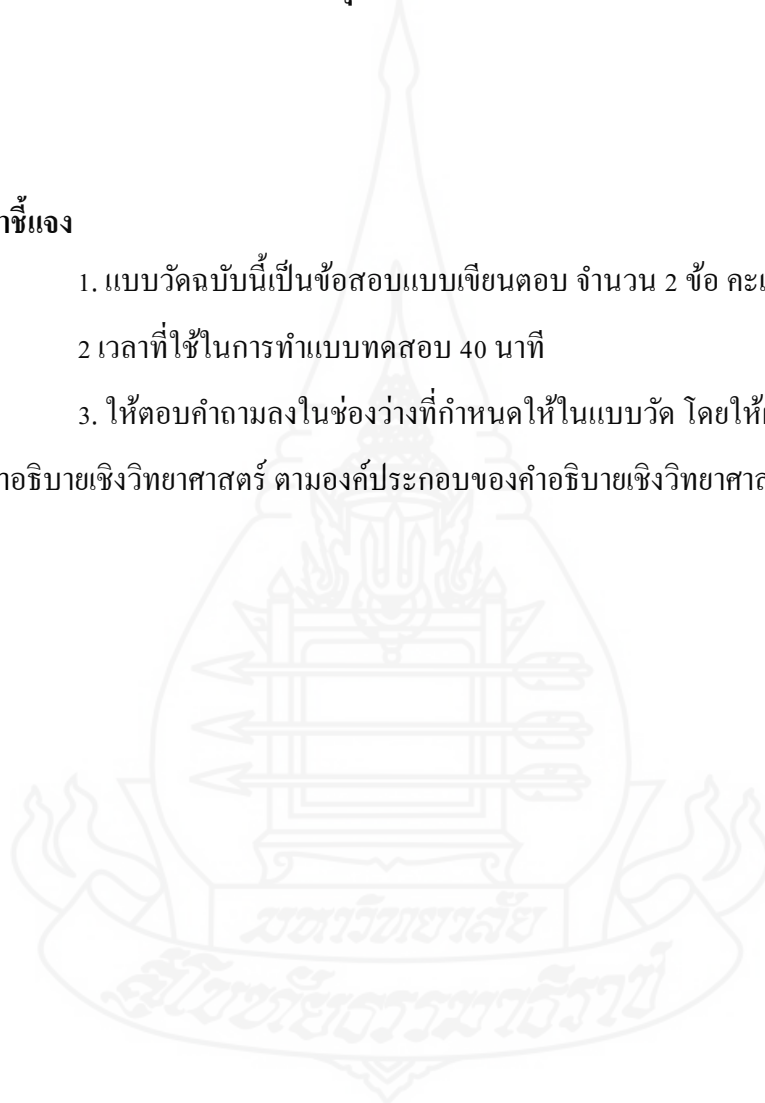
องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีการระบุข้อมูลลมฟ้าอากาศ)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (เช่น ระบุถึงข้อมูลลมฟ้าอากาศเพียงบางส่วน)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุข้อมูลลมฟ้าอากาศได้แก่ ความกดอากาศ ปริมาณเมฆ/ฝน อุณหภูมิของอากาศ อัตราเร็วลม)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (เช่น เขียนตอบข้อความพยากรณ์อากาศคือหลักฐาน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (เช่น นำข้อมูลจากคำพยากรณ์อากาศมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้บางส่วน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (นำข้อมูลจากคำพยากรณ์อากาศมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมและเพียงพอ)
การให้เหตุผล	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (เช่น ไม่กล่าวถึงหลักของการพยากรณ์อากาศ)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (เช่น กล่าวถึงหลักการพยากรณ์อากาศได้เพียงบางส่วน)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (การให้เหตุผลที่ชัดเจนโดยกล่าวถึงหลักการของการพยากรณ์อากาศอย่างเหมาะสมและเพียงพอ)

## แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

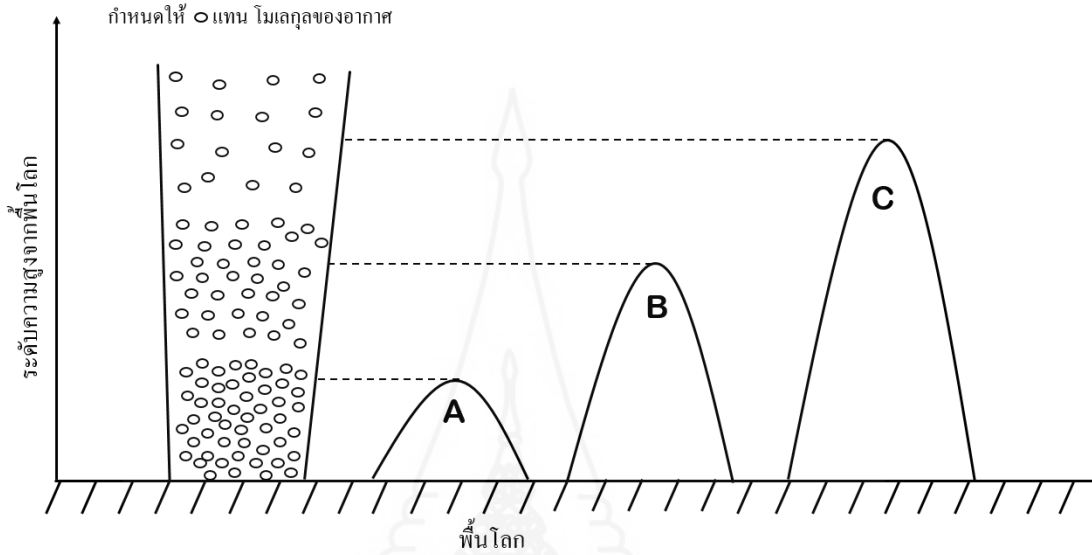
ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น ม. 1/ ..... เลขที่.....

### คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 40 นาที
3. ให้ตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ในแบบวัด โดยให้ผู้ตอบแบบวัดเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด



1. จากแผนภาพที่กำหนดให้ บริเวณยอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ เพราะเหตุใด แล้วความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงและความหนาแน่นของอากาศอย่างไร จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ภาพ ความหนาแน่นของอากาศ ณ ความสูงระดับต่างๆ จากผิวโลก

1.1 จากแผนภาพที่กำหนดให้ บริเวณยอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ

.....

.....

.....

1.2 แผนภาพที่กำหนดให้นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานใดบ้างที่นำมาสนับสนุนคำตอบในข้อ 1.1

.....

.....

.....

1.3 นักเรียนมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่นำมาอธิบายหรือให้เหตุผลเชื่อมโยงคำตอบในข้อ 2.1 และ 2.2 เพื่อแสดงให้เห็นว่าความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงและความหนาแน่นของอากาศ

.....

.....

.....



2. จากภาพอัตราเร็วลมบริเวณ A B และ C ต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด จงอธิบายโดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ภาพ แสดงอัตราเร็วลมในบริเวณต่างๆ

2.1 จากภาพอัตราเร็วลมบริเวณ A B และ C ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....  
.....

2.2 จากภาพอัตราเร็วลมบริเวณที่กำหนดให้ นักเรียนมีข้อมูลหรือหลักฐานใดบ้างที่นำมาสนับสนุนคำตอบในข้อ 2.1

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

2.3 นักเรียนมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่นำมาอธิบายหรือให้เหตุผลเชื่อมโยงคำตอบในข้อ 2.1 และ 2.2 เพื่อแสดงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม

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

## เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คำถามข้อที่ 1

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีการระบุว่ายอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน หรือไม่ครบถ้วน (เขียนตอบว่ายอดเขาใดมีความดันอากาศสูงสุดหรือต่ำสุดอย่างไรอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ยอดเขา A มีความดันอากาศสูงสุด และยอดเขา C มีความดันอากาศต่ำสุด)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (เช่น รูปภาพของภูเขาสูงไม่เท่ากัน รูปภาพคือหลักฐาน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (เช่นแสดงหลักฐานถึงความสูงของภูเขาที่แตกต่างกัน จำนวนโมกุลของอากาศที่ความสูงต่างกันความหนาแน่นไม่เท่ากันอย่างไรอย่างหนึ่ง)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (แสดงหลักฐานถึงความสูงของภูเขาที่แตกต่างกัน จำนวนโมกุลของอากาศที่ความสูงต่างกันความหนาแน่นไม่เท่ากัน)
การให้เหตุผล	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (เช่น ไม่กล่าวถึงหลักการของความสัมพันธ์ของความสูงกับความดันอากาศ หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศ)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (เช่น กล่าวถึงความสัมพันธ์ของความสูงกับความดันอากาศ หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศ อย่างไรก็ตาม หรือถูกต้องหนึ่งหลักการคลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (การให้เหตุผลที่ชัดเจน ประกอบด้วย การกล่าวถึงหลักการความสัมพันธ์ของความสูงกับความดันอากาศ หรือความสัมพันธ์ของความดันอากาศกับความหนาแน่นของอากาศ)

## เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คำถามข้อที่ 2

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีการระบุถึงความแตกต่างของอัตราเร็วลมแต่ละบริเวณ)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (เช่น ระบุถึงความแตกต่างของอัตราเร็วลมบริเวณใดบริเวณหนึ่งไม่ครบทั้งสามบริเวณ)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (บริเวณ A มีอัตราเร็วลมสูงสุด ตามด้วย B และ C ตามลำดับ)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (เช่น เขียนคำตอบว่ารูปภาพที่กำหนดให้คือหลักฐาน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (เช่น บริเวณ A บริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ บริเวณ B มีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นสิ่งกีดขวาง บริเวณ C มีบ้านหลังใหญ่เป็นสิ่งกีดขวางอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ครบทั้งสามปัจจัย)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (แสดงหลักฐานถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วได้แก่ บริเวณ A บริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ บริเวณ B มีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นสิ่งกีดขวาง บริเวณ C มีบ้านหลังใหญ่เป็นสิ่งกีดขวาง)
การให้เหตุผล	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (เช่น ไม่กล่าวถึงหลักการเกิดลม และปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างแต่ไม่เพียงพอ (เช่น กล่าวถึงหลักการเกิดลมและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วอย่างใดอย่างหนึ่งหรือกล่าวถึงหลักการแต่ยังไม่สมบูรณ์)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมเพียงพอ (การให้เหตุผลที่ชัดเจน ประกอบด้วยการกล่าวถึงหลักการเกิดลม และปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราเร็วลม)



### ตัวอย่างบันทึกหลังสอน

#### บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. ....

**ประวัติผู้วิจัย**

<b>ชื่อ</b>	นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด
<b>วัน เดือน ปี เกิด</b>	28 พฤศจิกายน 2534
<b>สถานที่เกิด</b>	จังหวัดปทุมธานี 12150
<b>ประวัติการศึกษา</b>	ศษ.บ. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2558
<b>สถานที่ทำงาน</b>	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี
<b>ตำแหน่งปัจจุบัน</b>	ครู ค.ศ. 1

