ผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

นายประเสริฐ ปะระทัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก
วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2566

The Effects of Using Explicit-reflective Approach Instruction on Nature of Science Understanding and Science Process Skills of Grade 4 Students at Muangwapipathum School in Mahasarakham Province

Mr. PRASERT PARATHANG

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

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
ชื่อและนามสกุล	นายประเสริฐ ปะระทัง
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว ฟักขาว)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
ผู้วิจัย นายประเสริฐ ปะระทัง รหัสนักศึกษา 2642000505
ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา (2) รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 35 คน จำนวนนักเรียนรวม 70 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 8 แผน 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด จำนวน 8 แผน 3) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

Thesis title: “The Effects of Using Explicit-reflective Approach Instruction on Nature of Science Understanding and Science Process Skills of Grade 4 Students at Muangwapipathum School in Mahasarakham Province”
Researcher: “Mr. PRASERT PARATHANG”; ID: “2642000505”;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Duongdearn Suwanjinda;(2) Associate Professor Dr. Tweesak Chindanurak ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare nature of science understanding of grade 4 students learning through the explicit-reflective approach instruction with those of students learning through the traditional learning instruction, and 2) compare science process skills of grade 4 students learning through the explicit-reflective approach instruction with those of students learning through the traditional learning instruction.

The sample was 70 grade 4 students from two intact classrooms, in the first semester of the academic year 2023, at Muangwapipathum school in Mahasarakham province, obtained from cluster random sampling. The research tools were 1) 8 lesson plans using traditional learning instruction, 2) 8 lesson plans using explicit-reflective approach instruction, 3) a measurement form of science understanding, and 4) a measurement form of science process skills. Statistics employed for data analysis were the mean, percentage, standard deviation, and t-test.

The results of this research were as follows: 1) the nature of science understanding of grade 4 students learning through the explicit-reflective approach instruction was higher than that of the students learning through the traditional learning instruction at the .05 level of statistical significance, and 2) the science process skills of grade 4 students learning through the explicit-reflective approach instruction was higher than that of the students learning through the traditional learning instruction at the .05 level of statistical significance.

Keywords : Understanding, Nature of Science, Science Process Skills, Explicit-reflective Approach

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ไสว ฟักขาว ประธานกรรมการสอบที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองวาปีปทุม และขอขอบพระคุณคณะคุณครูทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจตลอดมา

นายประเสริฐ ปะระทัง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

กรอบแนวคิดการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

ประโยชน์ที่ได้รับ 11

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 12

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 13

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 19

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 47

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ 55

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 57

กรอบแนวคิดในการวิจัย 62

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 63

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 70

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 70

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71

การเก็บรวบรวมข้อมูล 95

การวิเคราะห์ข้อมูล 95

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 97
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 97
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 99
สรุปการวิจัย 99
อภิปรายผล 101
ข้อเสนอแนะ 104
บรรณานุกรม 106
ภาคผนวก 117
ก ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ 118
ข เครื่องมือ 120
ค การหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย 168
ประวัติผู้วิจัย 171

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 44
ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 51
ตารางที่ 3.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 71
ตารางที่ 3.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 80
ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 97
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 98

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์จากหลายสาขาวิชาที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 21

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่เป็นกฎหมายทางการศึกษาสำคัญนั้นได้กำหนดการจัดการเรียนรู้ของครูในหมวด 4 มาตราที่ 27 ถึงมาตราที่ 30 มีสาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ซึ่งกล่าวไว้ว่าให้คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อความเป็นไทยความเป็นพลเมืองดีของชาติ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพตลอดจนเพื่อการศึกษาต่อให้สถานศึกษาขั้นพื้นฐานมีหน้าที่จัดทำสาระของหลักสูตรตามวัตถุประสงค์ในวรรคหนึ่งในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคมภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา, 2545, น.15) ส่งผลให้มีการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวทางของต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกามากขึ้น จนนำไปสู่การสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรวิทยาศาสตร์นี้จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม ต่อมาได้มีการจัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561-2580) ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 มาตรา 65 ที่ต้องการปฏิรูปการศึกษาเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้และมีใจใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา เพื่อสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพ มีทักษะความรู้ และความสามารถในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์เป้าหมายสำคัญในส่วนของการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 จะพบว่า ต้องการพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อันเนื่องมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาก อีกทั้งยังต่ำกว่าหลายประเทศในแถบเอเชีย แม้ว่าเยาวชนจะมีการใฝ่หาความรู้เพิ่มเติม แต่ก็ยังขาดความสามารถในการจัดการและการสังเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้น และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงต้องการเพิ่มสัดส่วนของผู้เรียนวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับพลวัตของโลกในศตวรรษที่ 21 อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของบริบททาง

เศรษฐกิจและสังคมโลก และการขับเคลื่อนประเทศสู่การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรม 4.0 โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดตามเป้าของแผนการศึกษา แห่งชาติสำหรับการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ด้านคุณภาพการศึกษา (quality) ร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) แต่ละวิชาผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไปเพิ่มขึ้น และคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ของนักเรียนอายุ 15 ปี ในวิชาวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์สูงขึ้น การตอบโจทย์บริบทที่เปลี่ยนแปลง (relevancy) อันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้านการศึกษาดีขึ้น (IMD) ร้อยละของสถานศึกษาที่จัดการศึกษาโดยบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น และสัดส่วนผู้เรียนวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น เมื่อเทียบกับผู้เรียนสังคมศาสตร์ (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้น นักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ ล้วนมีมุมมองต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในส่วนของความรู้และทักษะปฏิบัตินั้นไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการผสมผสานของปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และจิตวิทยา เพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ แง่มุม จนกลายเป็นสิ่งที่เรียกว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำอะไรได้บ้าง รวมไปถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสังคมและวัฒนธรรม (McComas, 1998; จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2557)

ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าเราเข้าสู่ยุคดิจิทัลที่ในชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ต่างเข้าถึงและใช้โซเชียลมีเดียซึ่งเต็มไปด้วยข้อมูล ข่าวสาร ข่าวปลอม หรือแม้แต่โฆษณาทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผ่านช่องทางออนไลน์ ที่ชวนเชื่อถึงสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ด้วยการอ้างอิงทฤษฎีหรือผลการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ที่บิดเบือนไปจากความเป็นจริง วิธีการดังกล่าวคือการใช้วิทยาศาสตร์เทียม (Pseudo-Science) ซึ่งหมายถึง การอ้างใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่บิดเบือนไปจากความเป็นจริง (Losh et al., 2003) ทำให้การดำรงชีวิตในยุคดิจิทัลนี้พลเมืองต้องสามารถตีความคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอในสื่อและทางออนไลน์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจทั้งมุมมองส่วนบุคคลและมุมมองทางการเมืองได้อย่างเหมาะสม โดยการตัดสินใจอย่างเหมาะสมต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการถอดรหัสข้อเท็จจริง และความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างเปิดกว้างและมีประสิทธิผลเกี่ยวกับประเด็นที่กำลังถกเถียงกันซึ่งความรู้ความสามารถเหล่านี้ก็คือ การรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้เรียนรู้และฝึกฝน (Hodgin & Kahne, 2018) ตามเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์

ทำให้โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ที่เปิดสอนระดับอนุบาล 2 – ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 เป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา มหาสารคาม เขต 2 พบว่า ปีการศึกษา 2564 ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีปัญหาเกี่ยวกับการขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีจำนวน 270 คน ในปีการศึกษา 2564 ที่ทำการทดสอบกลางภาคแล้วส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (ฝ่ายวิชาการ, 2560) จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียนรวมทั้งจากการทำ PLC ของคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เกี่ยวกับปัญหาการขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ดีพอทำให้ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ซึ่งได้รับมอบหมายให้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ไปศึกษาว่ามีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่น่าจะแก้ปัญหานี้ได้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit-reflective approach)

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด คือ การจัดการเรียนรู้ที่นำลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบชัดเจน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ที่เน้นเฉพาะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือบูรณาการร่วมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ก็ได้ โดยนำเอาประเด็นทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มาร่วมกันอภิปราย ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นในขณะที่เรียน ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Khishfe & Lederman, 2006; Khishfe, 2008) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถใช้ร่วมกับกิจกรรมประวัติวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมแบบสืบเสาะ เป็นกิจกรรมหลักก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนหลักนั้นได้ (Khishfe & Lederman, 2006; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Rudge & Howe, 2009) มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นสอน 3) ขั้นอภิปราย 4) ขั้นสรุป และ 5) การวัดและประเมินผล

เนื่องจากมีการอภิปรายสะท้อนคิดในการจัดการเรียนรู้จึงได้รับการยืนยันจากงานวิจัยในปัจจุบันจำนวนมากว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพที่สุด ทำให้ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ซึ่งได้รับมอบหมายให้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้เลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนี้น่าจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เห็นได้จากงานวิจัยของพรรณนิภา ทับทิมเมือง (2560) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดี จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 90.90 และดีมาก จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 และเบญจา เรืองเสมอ (2549) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ จากผลต่างของคะแนนแบบเลือกตอบ พบว่าไม่แตกต่างกันและจากคะแนนภาคปฏิบัติ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากคะแนนผลต่างของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากคะแนนภาคปฏิบัติหลังการทดลอง วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยที่สูงขึ้นเมื่อนำมาบูรณาการในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามตัวชี้วัด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อจะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ รู้เท่าทันสื่อ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

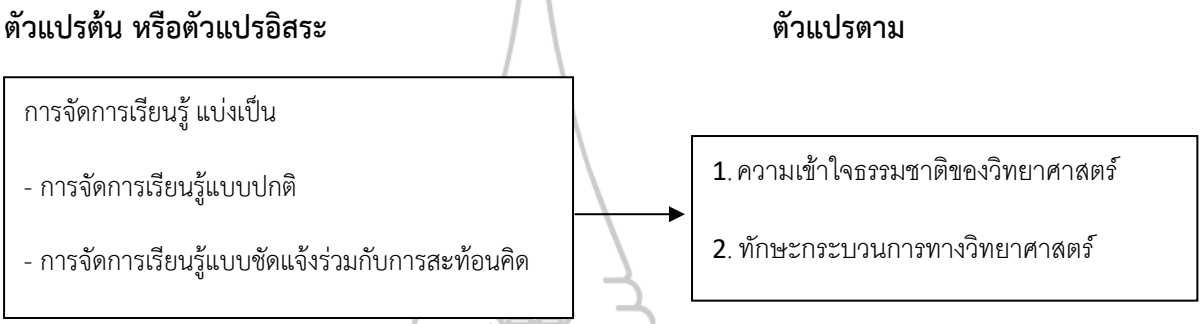
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุมที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาหลักการแนวคิดและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ทั้งแบบปกติและแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุมที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 270 คน

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 (35 คน) และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 (35 คน) โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 70 คน

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น แบบปกติ และ แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม มี 8 สาระการเรียนรู้ คือ 1) จำแนกพืชและสัตว์ 2) เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร 3) วัตถุ วัสดุ สสาร 4) การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย 5) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ 6) แม่เหล็ก 7) การเคลื่อนที่ของแสงและการมองเห็น และ 8) ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา

5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูและแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (ฉบับเผยแพร่ พฤษภาคม 2566) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาในหนังสือเรียนเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ การวัดการใช้จำนวน การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ การจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต หน้าที่ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก มวลและแรงโน้มถ่วงของโลก การมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุที่นำมากั้น การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ การนำความร้อนของวัสดุ การนำไฟฟ้าของวัสดุ สสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การขึ้นและตกของดวงจันทร์ รูปร่างของดวงจันทร์ ระบบสุริยะ รวมถึงแนวคำตอบในแบบบันทึกกิจกรรมและแนวทางการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสร้างความสนใจ (Engagement) 2) การ

สำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) 5) การประเมินผล (Evaluation)

6.2 การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้อภิปรายให้นักเรียนเห็นและเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างชัดเจนและประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

6.2.1 ขั้นเตรียม

1) หาเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน

2) สรุปและเขียนเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

6.2.2 ขั้นสอน

1) นำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอปรากฏการณ์หรือคำถามของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น

2) สอดแทรกและนำเสนอเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยอาจเป็นประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประวัตินักวิทยาศาสตร์ในช่วงการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น หรือ นำเสนอเส้นเวลาการค้นพบและ เปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น รวมทั้งการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ พร้อมทั้งมีการตั้งคำถาม ให้นักเรียนคาดการณ์ทำนายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ

6.2.3 ขั้นอภิปราย

1) เตรียมการอภิปราย โดยอาจมีการจัดกลุ่ม หรือเตรียมความพร้อมรายบุคคล

2) อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับการค้นพบความรู้ที่ถูกนำเสนอ

6.2.4 ขั้นสรุป

1) การสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2) การสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.2.5 การวัดและประเมินผล

1) วัดและประเมินทักษะจากการสังเกตระหว่างการทำกิจกรรมและตรวจใบบันทึกกิจกรรม

2) วัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอผลงาน และตรวจใบบันทึกกิจกรรม

3) วัดประเมินทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายและตอบคำถาม

6.3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานทุกแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มี 8 องค์ประกอบ คือ

6.3.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

6.3.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

6.3.3 มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิด กฎ ทฤษฎี ค่านิยม ความเชื่อและประสบการณ์ของแต่ละกลุ่มมีผลทำให้มุมมองในการตีความข้อมูล นั้นแตกต่างกันด้วย

6.3.4 การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่กับการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลในทุกขั้นตอน

6.3.5 บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) ค่านิยม ความเชื่อ มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6.3.6 การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม

6.3.7 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

อย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

6.3.8 วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

6.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการสืบเสาะหาความรู้ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ แบบแผน มีขั้นตอน มีการฝึกฝนและการปฏิบัติพัฒนาจนเกิดความชำนาญ ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ มี 14 ทักษะ ดังนี้

6.4.1 ทักษะการสังเกต (observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารวบรวมข้อสนเทศและข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็น

6.4.2 ทักษะการวัด (measuring) เป็นกระบวนการในการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นสิ่งสำคัญในการนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

6.4.3 ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ นับตั้งแต่การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ การนับการคำนวณ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการ การค่าหาเฉลี่ย การเขียนกราฟ ฯลฯ มาใช้แก้ปัญหา หรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม

6.4.4 ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) เป็นการจัดจำพวกวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดให้สิ่งที่มีสมบัติบางประการเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

6.4.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/time relationships) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติมารวมทั้งความสามารถในการระบุรูปทรง ขนาด ตำแหน่ง และทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ

6.4.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) เป็นความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายโดยใช้ภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสื่ออื่น ๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยาย เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความได้อย่างชัดแจ้งรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

6.4.7 ทักษะการพยากรณ์ (predicting) หรือการทำนาย เป็นการคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว

หรือปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ กัน ผลการพยากรณ์จะถูกต้องหรือแม่นยำ เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างรอบคอบ และการวัดถูกต้อง

6.4.8 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) เป็นการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต ข้อมูลจากการสังเกตชุดหนึ่ง ๆ อาจลงความเห็นได้หลายอย่าง ในการลงความเห็นจากข้อมูลนั้น มักจะต้องเอาประสบการณ์หรือความรู้เดิมเข้ามาช่วยด้วย แต่ละคนอาจลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันต่างกัน เนื่องจากมีประสบการณ์ และความรู้เดิมต่างกันแต่ต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่สังเกตได้

6.4.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สมารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายให้กว้างขวางขึ้น อาจตั้งโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต หรือจากการลงความเห็นจากข้อมูล สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

6.4.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally) เป็นการกำหนดคำจำกัดความโดยการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนเป็นที่เข้าใจตรงกัน โดยระบุในเชิงที่ให้ผู้รับฟังสามารถตรวจสอบได้ สังเกตได้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ในสิ่งที่กำหนดนั้น

6.4.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) เป็นความสามารถในการกำหนดตัวแปรในการทดลอง 3 ประเภท คือ ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่เราไม่ต้องการให้เข้ามาเกี่ยวข้องหรือส่งผลต่อผลการทดลอง ซึ่งผู้ทำการทดลองจะต้องพยายามควบคุมให้คงที่เรียกว่าตัวแปรควบคุม แต่อย่างไรก็ตาม อาจกล่าวได้ว่าตัวแปรทั้งหมดได้ถูกควบคุม คือ ตัวแปรอิสระถูกควบคุมตามความต้องการของผู้วิจัย ตัวแปรตามถูกควบคุมโดยตัวแปรอิสระ ตัวแปรอื่น ๆ ที่เราไม่ต้องการให้เข้ามาเกี่ยวข้องกับผลการทดลองถูกควบคุมให้คงที่ ในบางครั้งตัวแปรอาจมีหลายตัว ทั้งนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับรูปแบบของการทดลอง หรืออาจเป็นไปได้ที่ต้องศึกษาผลร่วมของตัวแปรอิสระเหล่านั้น

6.4.12 ทักษะการทดลอง (experimenting) เป็นขั้นตอนที่ใช้สำหรับตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าควรแก่การยอมรับหรือไม่ เพียงใด ในการดำเนินการทดลองนั้นผู้ทดลองจะต้องนำเอากระบวนการขั้นอื่น ๆ มาใช้ประกอบกัน ความสำเร็จของการทดลองจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในการทดลองเหล่านั้น

6.4.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ กราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัด ในการนำเอาข้อมูลไปใช้จำต้องตีความหมายข้อมูลให้อยู่รูปของภาพที่ใช้สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่เข้าใจตรงกัน

6.4.14 การสร้างแบบจำลอง (modeling construction) เป็นการสร้างและใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบจำลองสถานการณ์ อธิบายกระบวนการ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เราศึกษาหรือสนใจไปใช้นำเสนอความคิดเห็นให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย เช่น แบบจำลองว่ากระบวนการการระเหยและการควบแน่นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรในวัฏจักรของน้ำโดยสร้างเป็นแผนภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจประเด็นวิทยาศาสตร์ในสังคมโดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะต่างๆ สามารถแก้ปัญหาของสังคมและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

7.2 ครูเลือกใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาการเรียนการสอนได้

7.3 โรงเรียนเมืองวาปีปทุมมีเครื่องมือที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งได้ทำการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และนำมาเรียบเรียงเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 2.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 2.2 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 2.3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 2.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 2.5 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด
   - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด
   - 3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด
4. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
   - 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
   - 4.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
   - 5.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
   - 5.4 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 5.5 เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด -

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 1. บรรยายหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอก ของพืชดอก โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอกทำหน้าที่แตกต่างกัน - รากทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารขึ้นไปยังลำต้น - ลำต้นทำหน้าที่ลำเลียงน้ำต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช - ใบทำหน้าที่สร้างอาหาร อาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ น้ำตาลซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแป้ง - ดอกทำหน้าที่สืบพันธุ์ ประกอบด้วย ส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนของดอกทำหน้าที่แตกต่างกัน

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 1. จำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความเหมือน และความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิต ออกเป็นกลุ่มพืช กลุ่มสัตว์และกลุ่มที่ไม่ใช่พืช และสัตว์

ตัวชี้วัด 2. จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก โดยใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูล ที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัด 3. จำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัด 4. บรรยายลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้ของสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม รวมทั้งยกตัวอย่าง สิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. สิ่งมีชีวิตมีหลายชนิด สามารถจัดกลุ่มได้โดยใช้ความเหมือนและความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ เช่น กลุ่มพืชสร้างอาหารเองได้และเคลื่อนที่ด้วยตนเองไม่ได้ กลุ่มสัตว์กินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารและเคลื่อนที่ได้ กลุ่มที่ไม่ใช่พืชและสัตว์ เช่น เห็ด รา จุลินทรีย์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 2. การจำแนกพืช สามารถใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์ ในการจำแนก ได้เป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 3. การจำแนกสัตว์สามารถใช้การมีกระดูกสันหลัง เป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 4. สัตว์มีกระดูกสันหลังมีหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนกและกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด 1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติ เรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผ่านกระบวนการ ออกแบบชิ้นงาน

ตัวชี้วัด 2. แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมี เหตุผลจากการทดลอง

ตัวชี้วัด 3. เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง ๓ สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรของสสาร

ตัวชี้วัด 4. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสสารทั้ง ๓ สถานะ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1.วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน วัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขูดขีด วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับสภาพเดิมได้ วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อน และวัสดุที่นำไฟฟ้าได้จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ ดังนั้นจึงอาจนำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณาเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 2.วัสดุเป็นสสารเพราะมีมวลและต้องการที่อยู่ สสารมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างคงที่ ของเหลวมีปริมาตรคงที่แต่มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะเฉพาะส่วนที่บรรจุของเหลว ส่วนแก๊สมีปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 1. ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด 2. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ

ตัวชี้วัด 3. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. แรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัส แรงดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุหนึ่ง ๆ ทำให้วัตถุตกลงสู่พื้นโลกและทำให้วัตถุมีน้ำหนัก วัดน้ำหนักของวัตถุได้จากเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะมีน้ำหนักน้อย

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 2. มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้ว ยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 1. จำแนกวัตถุเป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง จากลักษณะการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. เมื่อมองสิ่งต่าง ๆ โดยมีวัตถุต่างชนิดกันมากั้นแสง จะทำให้ลักษณะการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ชัดเจนต่างกัน จึงจำแนกวัตถุที่มากั้นออกเป็นตัวกลางโปร่งใส ซึ่งทำ

ให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆได้ชัดเจน ตัวกลางโปร่งแสงทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน และวัตถุทึบแสงทำให้มองไม่เห็นสิ่งต่าง ๆ นั้น

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด 1. อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด 2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์

ตัวชี้วัด 3. สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลก โดยดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองขณะโคจรรอบโลก ขณะที่โลกก็หมุนรอบตัวเองด้วยเช่นกัน การหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ ทำให้มองเห็นดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตก หมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 2. ดวงจันทร์เป็นวัตถุที่เป็นทรงกลม แต่รูปร่างของดวงจันทร์ที่มองเห็นหรือรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้าแตกต่างกันไปในแต่ละวัน โดยในแต่ละวันดวงจันทร์จะมีรูปร่างปรากฏเป็นเสี้ยวที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเต็มดวง จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะแหว่ง และมีขนาดลดลงอย่างต่อเนื่องจนมองไม่เห็นดวงจันทร์ จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะเป็นเสี้ยวใหญ่ขึ้นจนเต็มดวงอีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นแบบรูปซ้ำกันทุกเดือน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 3. ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีบริวารประกอบด้วย ดาวเคราะห์แปดดวงและบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวงมีขนาดและระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และยังประกอบด้วย ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ วัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ เมื่อเข้ามาในชั้นบรรยากาศเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดเป็นดาวตกหรือผีพุ่งไต้และอุกกาบาต

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด -

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด -

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด 1. ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย

ตัวชี้วัด 2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข

ตัวชี้วัด 3. ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตัวชี้วัด 4. รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด 5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 1. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นการนำกฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขที่ครอบคลุมทุกกรณีมาใช้พิจารณาในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงานหรือการคาดการณ์ผลลัพธ์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 2. สถานะเริ่มต้นของการทำงานที่แตกต่างกัน จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 3. ตัวอย่างปัญหา เช่น เกม OX โปรแกรมที่มีการคำนวณ โปรแกรมที่มีตัวละครหลายตัว และมีการสั่งงานที่แตกต่างหรือมีการสื่อสารระหว่างกัน การเดินทางไปโรงเรียน โดยวิธีการต่าง ๆ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 4. การออกแบบโปรแกรมอย่างง่าย เช่น การออกแบบโดยใช้storyboard หรือการออกแบบอัลกอริทึม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 5. การเขียนโปรแกรมเป็นการสร้างลำดับของคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการ หากมีข้อผิดพลาดให้ตรวจสอบการทำงานทีละคำสั่ง เมื่อพบจุดที่ทำให้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ให้ทำการแก้ไขจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 6. ตัวอย่างโปรแกรมที่มีเรื่องราว เช่น นิทานที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้การ์ตูนสั้นเล่ากิจวัตรประจำวัน ภาพเคลื่อนไหว

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 7. การฝึกตรวจหาข้อผิดพลาดจากโปรแกรมของผู้อื่น จะช่วยพัฒนาทักษะการหาสาเหตุของปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 8. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, logo

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 9. การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและตรงตามความต้องการ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 10. การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น พิจารณาประเภทของเว็บไซต์ หน่วยงานราชการ สำนักข่าว องค์กร ผู้เขียน วันที่เผยแพร่ข้อมูล การอ้างอิง

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 11. เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการจากเว็บไซต์ต่าง ๆ จะต้อง นำเนื้อหามาพิจารณา เปรียบเทียบ แล้วเลือกข้อมูลที่มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 12. การทำรายงานหรือการนำเสนอข้อมูล จะต้องนำข้อมูลมาเรียบเรียง สรุปเป็นภาษาของตนเองที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการนำเสนอ บูรณาการกับวิชาภาษาไทย

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 13. การรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยกำหนดหัวข้อที่ต้องการ เตรียมอุปกรณ์ในการจดบันทึก

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 14. การประมวลผลอย่างง่าย เช่น เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ การหาผลรวม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 15. วิเคราะห์ผลและสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ ประเมินทางเลือก เปรียบเทียบ ตัดสิน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 16. การนำเสนอข้อมูลทำได้หลายลักษณะตามความเหมาะสม เช่น การบอกเล่า เอกสารรายงาน โปสเตอร์โปรแกรมนำเสนอ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 17. การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น การสำรวจเมนูอาหารกลางวัน โดยใช้ซอฟต์แวร์สร้างแบบสอบถามและเก็บข้อมูล ใช้ซอฟต์แวร์ตารางทำงานเพื่อประมวลผลข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ และสร้างรายการอาหารสำหรับ 5 วัน ใช้ซอฟต์แวร์นำเสนอผลการสำรวจรายการอาหารที่เป็นทางเลือกและข้อมูลด้านโภชนาการ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 18. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น เช่น ไม่สร้างข้อความเท็จและส่งให้ผู้อื่น ไม่สร้างความเดือดร้อนต่อผู้อื่นโดยการส่งสแปม ข้อความลูกโซ่ส่งต่อโพสต์ที่มีข้อมูลส่วนตัวของผู้อื่น ส่งคำเชิญเล่น

เกม ไม่เข้าถึงข้อมูลส่วนตัวหรือการบ้านของบุคคลอื่น โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์/ชื่อบัญชีของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 19. การสื่อสารอย่างมีมารยาทและรู้กาลเทศะ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง 20. การปกป้องข้อมูลส่วนตัว เช่น การออกจากระบบเมื่อเลิกใช้งาน ไม่บอกรหัสผ่าน ไม่บอกเลขประจำตัวประชาชน

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย ซึ่งมีทั้งความหมายที่สอดคล้องกันและต่างกัน ดังนี้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ [American Association for the Advancement of Science, AAAS (1990)] ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการทำความเข้าใจ ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนโลก เป็นการหาคำอธิบาย ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์โดย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความคงทนแต่เปลี่ยนแปลงได้ ไม่มีความจริงที่สมบูรณ์ที่สุด และความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาจากการค้นคว้า สืบเสาะ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ นักวิทยาศาสตร์มีการทำงานร่วมกันเป็นสังคม อีกทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและศาสตร์สาขาอื่น ๆ มีความเกี่ยวข้องและมีผลกระทบต่อกันและกัน

Lederman (1992) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ ญาณวิทยา (epistemology) ของวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นคุณค่า ค่านิยม ความเชื่อที่แฝงอยู่ในความรู้เพื่อนำมาพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Khalick, Bell and Lederman (1997) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ ญาณวิทยา (epistemology) ของวิทยาศาสตร์วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือคุณค่าและความเชื่อในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

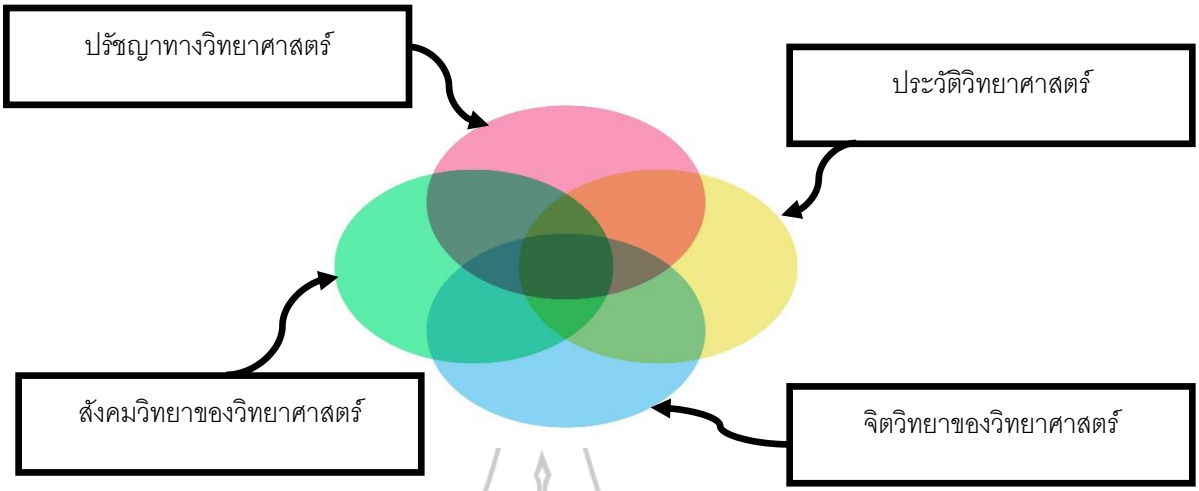
McComas (1998) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือการผสมผสานการศึกษาทางสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านประวัติการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ด้านสังคมวิทยา ด้านปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์ คืออะไร

นักวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคม อย่างไร และสังคมมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อความพยายามของวิทยาศาสตร์

McComas (2000) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการผสมผสานการศึกษาทางสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน เช่น ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่ม สังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิสัมพันธ์อย่างไรในการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ Johnston and Southerland (2002) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ คำอธิบายที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับสาระของวิทยาศาสตร์

Lederman et al. (2002) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นปรัชญาแขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของธรรมชาติและความรู้ของวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะหาความรู้รวมไปถึงสังคมความเชื่อและค่านิยมที่มีอยู่ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ McComas (2002) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการผสมผสานมุมมองทางสังคมที่หลากหลายของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านของประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ศาสตร์ด้านจิตวิทยาในการที่จะอธิบายว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร และนักวิทยาศาสตร์มีการจัดการกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มสังคมอย่างไร วิทยาศาสตร์กับสังคม มีความเกี่ยวข้องและมีผลต่อกันอย่างไร

McComas, Clough and Almazroa (2002, pp. 4-5) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ การผสมผสานกันระหว่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ทั้งทางด้านประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการศึกษาด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น จิตวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ การทำงานที่เป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ ความพยายามของนักวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์จากหลายสาขาวิชาที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas and Olson (2002, p.50

Lederman, Abd-El-Khalick, Bell and Schwartz (2002) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ การอ้างถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในฐานะที่เป็นวิถีของการเรียนรู้หรือ ค่านิยม ความเชื่อทีมีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Schwartz, Lederman and Crawford (2004) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ คุณค่าและรากฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ตลอดจนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงขนบธรรมเนียมและหลักจริยธรรม เพื่อใช้ในการพัฒนาแนวคิด และความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Fick and Lederman (2006) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ โดยที่ได้มองว่า วิทยาศาสตร์คือทางแห่งการได้มาซึ่งความรู้หรือเป็นค่านิยมและความเชื่อที่แฝงอยู่ในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Promkatkaew (2007) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นคุณค่าและเนื้อแท้ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนของลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายและบรรยายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ทำงานอย่างไร และแตกต่างจากสาขาอื่นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำอะไรบ้างในอดีตและวิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร

สสวท. (2551) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ทีทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นค่านิยมข้อสรุปแนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใคร ทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม ค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายเหล่านี้ จะผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญา เกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติวิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิง สังคมวิทยา (Sociology) รวมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และตรวจสอบเพื่อให้รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ รวมถึงมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

กาญจนา มหาลี (2553,น.14) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวถึงสังคมวิทยา ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ และประวัติวิทยาศาสตร์

ชัย แก้วหนัน (2553, น. 14) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือ คุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

Clough (2011) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการอธิบายถึงลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ทั้งในมุมมองของประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์มีสังคมการทำงานร่วมกันอย่างไร และความรู้วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์และส่งผลอย่างไรต่อสังคม

สุภารัตน์ น้อยนาง (2554) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคือคุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม รวมทั้งมีความเกี่ยวข้องกันระหว่างวิทยาศาสตร์กับประวัติศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

AAAS (2557) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเกิดจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อโลก ไม่ว่าจะเป็นด้านกายภาพ ชีวภาพ จิตใจ และสังคม

จากการวิเคราะห์ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษา องค์กรทางการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การ

ผสมผสานทุกแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ในทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร รวมไปถึงความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความรู้วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์และส่งผลอย่างไรต่อสังคม ซึ่งลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ญาณวิทยา จิตวิทยา สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะท้อนถึงค่านิยมและความเชื่อขององค์ความรู้นั้นทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของคนในแวดวงวิทยาศาสตร์โดยใช้การผสมผสานหลาย ๆ มุมมองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.2 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาได้อธิบายถึงขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1.2.1 กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Science for All American (1990) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) 2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise)

1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) คือเจตคติพื้นฐาน วิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ 4 ประเด็น ดังนี้

(1) เราสามารถทำความเข้าใจโลกได้ (The World Is Understandable) วิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่ามีแบบแผนแน่นอนสามารถเข้าใจได้ โดยการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียดรอบคอบ การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยและสติปัญญาของมนุษย์

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Scientific Ideas Are Subject To Change) วิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้จากการสังเกตอย่างรอบคอบและสร้างทฤษฎีมาอธิบาย ปรากฏการณ์นั้น การเปลี่ยนแปลงความรู้หรือทฤษฎีสามารถเกิดขึ้นได้หากมีทฤษฎีใหม่ที่อธิบาย ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีและครอบคลุมมากกว่าทฤษฎีเดิม

(3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (Scientific Knowledge Is Durable) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบส่วนใหญ่นั้นมีความคงทนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง นอกจากนั้นการพัฒนาหรือขยายความคิดจากทฤษฎีเดิมมีจำนวนมากกว่าที่จะยกเลิกทฤษฎีเดิมจึงทำให้ทฤษฎีเดิมนั้นยังเป็นที่ยอมรับและยังคงอยู่

(4) วิทยาศาสตร์ไม่อาจตอบได้ทุกคำถาม (Science Cannot Provide Complete Answer to All) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายหรือตอบคำถามได้ทุกเรื่อง เช่น ความเชื่อ สิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติ โชคลางปาฏิหาริย์อำนาจเหนือธรรมชาติ ซึ่งไม่สามารถพิสูจน์ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงไม่สามารถตีความ หรือตัดสินสิ่งเหล่านั้นได้

2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) วิทยาศาสตร์มีความเชื่อเกี่ยวกับหลักฐาน หลักการและเหตุผลการใช้สมมติฐานและทฤษฎีพื้นฐาน แต่นักวิทยาศาสตร์ก็มีวิธีการในการศึกษาค้นคว้าที่แตกต่างกัน การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อาศัยการสังเกตเพียงอย่างเดียวและไม่มีแบบแผนที่แน่นอน

(1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนหลักฐานเชิงประจักษ์ (Science Demands Evidence) ความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการอ้างอิงข้อมูลหลักฐานที่ถูกต้องซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การใช้เครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการสังเกต

(2) นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทั้งเหตุผลและจินตนาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is a Blend of Logic and Imagination) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงอย่างเดียวแต่ต้องอาศัยจินตนาการเพื่อใช้สร้างสมมติฐานทฤษฎีหรือการเขียนอธิบายผลงานอย่างสร้างสรรค์ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ควบคู่กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอน

(3) เป้าหมายของวิทยาศาสตร์คืออธิบายหรือทำนาย (Science Explains and Predicts) นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยการสร้างคำเพื่ออธิบายซึ่งต้องอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับหลักการหรือทฤษฎีที่นำมาอธิบายต้องแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติอย่างมีเหตุผล

(4) นักวิทยาศาสตร์เท่าทันและหลีกเลี่ยงความลำเอียง (Scientist Try to Identify and Avoid Bias) การได้มาของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากอคติ ดังนั้นการทำงานเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีผู้ศึกษาค้นคว้าหรือกลุ่มศึกษาค้นคว้าที่แตกต่างกันมาทำงานหรือศึกษาในเรื่องเดียวเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเพื่อลดความลำเอียงที่จะเกิดขึ้น

(5) ความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์อาวุโสหรือผู้มีอำนาจไม่ได้กำหนดความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is Not Authoritarian) วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ ตรวจสอบได้และความคิดเห็นซึ่งได้จากผู้ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางนักวิทยาศาสตร์ไม่มีอำนาจตัดสินใจแทนบุคคลอื่นได้ว่าสิ่งใดจริงหรือสิ่งใดไม่จริง สิ่งใดผิดหรือสิ่งใดถูก

3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) วิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของบุคคลและเป็นรูปแบบหนึ่งขององค์กรกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิด

โอกาสให้ทุกคนได้เข้าไปมีส่วนร่วม นอกจากนั้นกิจกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

(1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนประกอบกับนักวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย มีทั้งชายและหญิง หน้าใหม่และอาวุโส หลายเชื้อชาติมีการรวมตัวกันทั้งแบบเป็นทางการไม่เป็นทางการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ทำงานร่วมกัน (Science Is a Complex Social Activity) กิจการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการทำงานที่หลากหลายวิธีการและดำเนินงานภายใต้หลักสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับวิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อสังคมเนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของทุกอาชีพ การเผยแพร่ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดโอกาสในการได้รับการวิพากษ์วิจารณ์จากนักวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

(2) วิทยาศาสตร์มีการแบ่งสาระเป็นหลายสาขาวิชา มีการสอนและทำวิจัยในสถาบันการศึกษา หน่วยงานรัฐและเอกชน (Science Is Organized Into Content Disciplines and Is Conducted in Various Institutions) วิทยาศาสตร์ถูกแบ่งเป็นสาขาต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาในความเป็นจริงวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขามีความเกี่ยวข้องกันไม่สามารถแยกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่น สาขาวิชาฟิสิกส์อาจจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับสาขาเคมีสาขาดาราศาสตร์และสาขาธรณีวิทยาในขณะที่สาขาเคมีอาจเข้าไปเกี่ยวข้องกับสาขาชีววิทยา จิตวิทยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสาขาวิชาใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์และชีววิทยาสังคม สาขาวิชาที่ก้าวหน้าและถูกแบ่งออกเป็น วิชาย่อย ๆ ซึ่งจะกลายเป็นสาขาวิชาหลักในเวลาต่อมา

(3) นักวิทยาศาสตร์ประพฤติตนตามจริยธรรมและจรรยาบรรณผู้ประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์(There Are Generally Accepted Ethical Principles in the Conduct of Science) นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม และมีธรรมเนียมปฏิบัติในเรื่องของการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้องความซื่อสัตย์ความใจกว้างในการยอมรับการตรวจสอบการวิพากษ์วิจารณ์ของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน ซึ่งในบางครั้งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ก็มีการแข่งขันจึงต้องปิดบังการค้นพบซึ่งทำให้มีผลต่อการเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และถูกตำหนิเป็นอย่างมากจากประชาคมวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

(4) นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่สองบทบาทในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง (Scientists Participate in Public Affairs Both as Specialists and Citizens) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมของสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและในฐานะที่เป็นพลเมือง นักวิทยาศาสตร์นำทักษะการวิเคราะห์มาช่วยเหลือสังคมโดยการอธิบายเพื่อให้สังคมเข้าใจถึงสาเหตุแต่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถระบุหรือชี้ชัดถูกผิดกับเรื่องราวที่เกิดขึ้นได้หรือเรื่องที่อยู่นอกเหนือจากความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ก็เป็นพลเมืองทั่วไปที่บางครั้งอาจมีอคติซึ่งอาจจะ

เกิดจากตัวบุคคล หน่วยงาน องค์กร ความสนใจหรือข้อผูกมัด ทำให้เกิดความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือและไม่สามารถนำมาใช้ตัดสินข้อโต้แย้งได้

นอกจากนั้นยังมีนักการศึกษาได้กำหนดกรอบขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเด็นดังรายละเอียดดังนี้

1.2.2 กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman et al. (2002)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ คือ

1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

3) มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิด กฎ ทฤษฎี ค่านิยม ความเชื่อและประสบการณ์ของแต่ละกลุ่มมีผลทำให้มุมมองในการตีความข้อมูล นั้นแตกต่างกันด้วย

4) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่กับการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลในทุกขั้นตอน

5) บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) ค่านิยม ความเชื่อ มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6) การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม

7) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

8) วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

1.2.3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 12 ข้อ ดังนี้

1) ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2) สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3) ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องการพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างพอเพียง

4) เลือกวัสดุเทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5) รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6) จัดกระทำข้อมูลโดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7) วิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8) พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9) นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10) ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11) บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุมีผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำไปสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12) จัดแสดงผลงานเขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากการพิจารณากรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่ากรอบแนวคิดของ AAAS (1990) มีความกว้างในเรื่องขององค์ประกอบในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งในแต่ละด้านก็ประกอบด้วยหลายองค์ประกอบย่อยด้วยกันซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ซึ่งได้บรรจุไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เมื่อพิจารณาดูในแต่ละข้อจะพบว่าส่วนมากแล้วเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เน้นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman et al. (2002) มีองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 8 องค์ประกอบซึ่งครอบคลุมความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนสามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้น (Lederman et al., 2002; McComas, 2005) และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากนั้นยังมีเครื่องมือวัด VNOS - C ที่สามารถนำมาใช้วัดได้ครอบคลุมองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Lederman (2000) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman et al. (2002) เป็นกรอบในการทำการวิจัยเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน

2.3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์โดยแท้จริง (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990; Lederman, 1992 และ National Science Association [NSTA], 2000) เนื่องจากการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสนใจในวิทยาศาสตร์และเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีเป้าหมาย (McComas, 1998 และ Duit & Treagust, 2003) ยกตัวอย่างงานวิจัยของ Songer and Linn (1991) ที่พบว่าการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (tentative) ในเนื้อหาเรื่องเทอร์โมไดนามิกส์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งกฎของเทอร์โมไดนามิกส์ทั้ง 4 ข้อมากยิ่งขึ้น เช่น กรณีของกฎข้อที่ 0 ของเทอร์โมไดนามิกส์ค้นพบหลังจาก กฎข้อที่ 1 แต่เนื่องด้วยองค์ความรู้นี้เป็นพื้นฐานของกฎเทอร์โมไดนามิกส์ข้อ 1 ข้อ 2 และข้อ 3 จึงถูกกำหนดให้เป็นกฎข้อที่ 0 และยังส่งผลให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหลักพร้อมทั้งสามารถใช้ หลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์มาอธิบายเกี่ยวกับพลังงาน ความร้อน งาน รวมทั้งกลไกการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เป็นต้น นอกจากธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แล้วยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ คิด ไตร่ตรองและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพโดยอยู่บนหลักการและเหตุผล (AAAS, 1990 และ National Research Council [NRC], 1996) ได้ให้ความสำคัญของการที่จะพัฒนาบุคลากรในชาติให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เนื่องด้วยโลกถูกขับเคลื่อนด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นหลายประเทศในโลกจึงให้ความสำคัญของการศึกษามากเพื่อมุ่งเน้นที่จะสร้างคนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literate person) คือผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในทุกแง่มุม มีความเข้าใจในธรรมชาติของโลก สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้กับการดำรงชีวิตของตนเอง และใช้เพื่อพัฒนาสังคม สามารถเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (AAAS, 1990)

ด้วยความสำคัญที่กล่าวมานี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงถูกบรรจุให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชาติหลาย ๆ ประเทศ เช่น นิวซีแลนด์อังกฤษ อเมริกา ออสเตรเลีย แคนนาดา (AAAS, 1990; NRC, 1996 และ Abell and Lederman, 2014) ยกตัวอย่างหลักสูตรของประเทศนิวซีแลนด์ที่มีการพัฒนาหลักสูตรที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 2007 โดยลักษณะธรรมชาติที่เน้นมี 4 มุมมองหลักคือความเข้าใจในลักษณะของวิทยาศาสตร์ (Understanding about science) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Investigating in science) สังคมและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Communication in science) และการมีส่วนร่วมและการเผยแพร่ทางวิทยาศาสตร์ (Participating and contributing) (Gallagher, Hipkins, & Zohar, 2012)

ในส่วนของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานของประเทศไทยนั้น มีการบรรจุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในมาตรฐาน ว 8.1 สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ดังนี้ ใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ รวมถึงมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและ สิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สสวท, 2551) ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้มีการบูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงในล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 135-139) ได้กล่าวถึงแนวคิดของความเข้าใจว่าเป็นความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ

จากการสื่อความหมายต่าง ๆ นอกจากนี้ เวนนิง (Wenning, 2006, p. 4) ได้กล่าวถึงการเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า จะต้องประกอบด้วย การเข้าใจเนื้อหาและประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กฎ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สมมติฐานของวิทยาศาสตร์ การแสดงออกทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจผิดที่สำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทัศนี พุฒนอก และคณะ (2557) ได้แบ่งกลุ่มความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1) เข้าใจถูกต้อง(Understanding : U) หมายถึง คำตอบของนักเรียนในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน สามารถอธิบายขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างประกอบอย่างถูกต้องและสอดคลองกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

2) เข้าใจบางส่วน (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมดหรือมีความสอดคล้องบางส่วนและไม่สอดคล้องบางส่วน หรืออธิบายขยายความถูกต้องแต่ยกตัวอย่างไม่สอดคล้อง หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลและยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน

3) เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding : MU) หมายถึง คำตอบ คำอธิบายเหตุผลและตัวอย่างประกอบคำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทั้งหมด

4) ไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่แสดงความคิดเห็น หรือตอบโดยแสดงความไม่เข้าใจ เช่น ตอบว่าไม่ทราบ ไม่แน่ใจ คำตอบกับการให้เหตุผลไม่สัมพันธ์กัน หรือคำตอบไม่ตรงกับประเด็นที่ถาม และไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถาม

กาญจนา มหาลี (2553, น.49-50) ได้แบ่งกลุ่มความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) เข้าใจถูกต้อง (Informed) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ตรงประเด็นและสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) เข้าใจบางส่วน (Adequate) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นอย่างถูกต้องแต่การให้เหตุผลประกอบจะแสดงให้เห็นว่าเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3) เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ (Inadequate) หมายถึง นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่ได้กล่าวมาสามารถสรุปความหมายเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับงานวิจัยได้ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย ตีความ และขยายความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสคร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) เข้าใจถูกต้อง (Understanding : U) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความและยกตัวอย่างประกอบได้ตรงประเด็นและสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) เข้าใจบางส่วน (Partial Understanding : PU) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างประกอบ สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมด หรือมีความสอดคล้องบางสวนและไม่สอดคล้องบางส่วน หรืออธิบายขยายความถูกต้องแต่ยกตัวอย่างไม่สอดคล้อง หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลและยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน

3) ไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบาย ให้เหตุผลและยกตัวอย่างประกอบ ไม่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายคลาดเคลื่อนจากแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนไม่อธิบาย ขยายความ และยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นหรือตอบโดยแสดงความไม่เข้าใจ เช่น ตอบว่าไม่ทราบ ไม่แน่ใจ คำตอบกับการให้เหตุผลไม่สัมพันธ์กัน หรือคำตอบไม่ตรงกับประเด็นที่ถาม

2.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.4.1 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มี 2 รูปแบบ คือ การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) และการจัดการเรียนรู้แบบนัย (Implicit approach)

1) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) เป็นวิธีการสอนให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งครูต้องมีการวางแผนว่าจะสอนในองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในประเด็นใดก่อนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอน (Abd-El-Khalick & Lederman, 2002) สอดคล้องกับพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555, น.180-181) ที่กล่าวว่าครูต้องตั้งเป้าหมายการสอนและออกแบบกระบวนการอย่างชัดเจนตั้งแต่ตอนแรก นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความชัดเจนในตนเองอย่างสม่ำเสมอ หากเกิดความคลาดเคลื่อนครูควรให้ผลสะท้อนกลับทันที

Schwartz, Lederman, and Crawford (2004, pp. 610-645) กล่าวว่า มีการประเมินความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถามแบบทดสอบหรือวิธีการอื่นและให้นักเรียนได้อภิปรายเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตอนท้ายชั่วโมงเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นและทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูทำหน้าที่วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเขียนประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการสอนด้วย และAbd-El Khalick et al. (1998, pp. 417-436) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยที่นำการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) มาใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่ได้ ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการศึกษาในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตและการลงความเห็นก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างที่ทำการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบและหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective approach) จนครบที่กำหนดพบว่าผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการวิจัยของกาญจนา มหาลี (2553) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน พบว่าก่อนจัดกิจกรรมการสอนนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 35 คน ได้ผลการศึกษาว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

สรุปได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) หมายถึงการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้อภิปรายให้นักเรียนเห็นและเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

2) การจัดการเรียนรู้แบบนัย (Implicit approach) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย เป็นวิธีการสอนที่ให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เองจากการเรียนรู้และทำกิจกรรมการสืบเสาะในชั้นเรียน (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000) โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้มีกิจกรรมหรือการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน มีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย เช่น งานวิจัยของ Bell, Blair, Crawford and Lederman (2003, pp.487-509) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เคยได้รับการฝึกฝนทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องว่าวิทยาศาสตร์มีความคงทนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และเข้าใจว่าทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วจะกลายเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าผู้เรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัยไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย (Implicit Approach) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ผ่านทางกระบวนการจัดการเรียนและกิจกรรมการสืบเสาะที่จัดขึ้นในห้องเรียนได้ เอง โดยไม่มีการสอนที่เน้นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการให้ผู้เรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงทำกิจกรรมการเรียนการสอน หรือหลังทำกิจกรรมการเรียนการสอน

จากการศึกษาข้อมูลวิธีการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit approach) และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย (Implicit approach) พบว่าการสอนแบบสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพควรใช้วิธีการสอนแบบชัดแจ้ง เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่มีรูปแบบการสอนที่มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจนในแต่ละแผนการสอน ในระหว่างที่ทำกิจกรรมมีการเชื่อมโยง เนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อจะชี้ให้เห็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบอย่างชัดเจน นอกจากนั้นยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขอผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้นสอดคล้องกับ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555, pp.182-183) ที่ได้กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น ไม่ใช่มุ่งเน้นที่สาระเนื้อหาเพียงเดียว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน ต้องสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติขององค์ความรู้

2.4.2 การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Lederman et al (2002) เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (integrated) และการจัดการเรียนรู้ที่ไม่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (non-integrated)

1) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

Schwartz and Lederman (2002) กล่าวถึงการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอดแทรกกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนอยู่แล้วว่าจะช่วยเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งทำให้สาระการเรียนรู้นั้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555, pp. 180-181) ควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปกับสาระวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ตามปกติเพื่อสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับสถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา (2555, คำนำ) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ต้องสะท้อนลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากการได้มาซึ่งความรู้อื่น นั้นก็คือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องบ่งชี้อย่างเด่นชัดในบทเรียน การจัดการเรียนรู้ปกติในชั้นเรียนมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แฝงอยู่แล้วโดยอัตโนมัติเพียงแต่ผู้สอนได้ยกองค์ประกอบนั้นให้ปรากฏในบทเรียนและผู้เรียนต้องได้มีโอกาสสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมา มีงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2002) ที่ได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการสอนแบบชัดแจ้ง ที่จัดการเรียนการสอนสอดแทรกกับเนื้อหาของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเวลาสองเดือนครึ่ง พบว่านักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งของนักเรียนทั้งหมดมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการวางแผนในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ต้องการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เนื่องจากว่าครูผู้สอนเมื่อเข้าใจแล้วก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) ทำการวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ทำการพิจารณาเชื่อมโยงเนื้อหาเนื้อหาให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งทำการสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหา

(3) เลือกกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่ได้ทำการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งกิจกรรมที่เลือกควรเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย และเน้นการปฏิบัติ การใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

(4) ทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องกัน

(5) จัดให้มีกิจกรรมการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

Lederman and Abd-El-Khalick (1998) กล่าวถึงการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมในชั้นเรียนสอดคล้องกับ Durkee (1974) ที่ว่าบรรยายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนในชั้นเรียนตามปกติซึ่งจะเห็นด้วยว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ได้แยกจากการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะการบรรยายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากนั้น Durkee (1974) ยังได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ลงเรียนวิชาฟิสิกส์ดาราศาสตร์ในช่วง 6 สัปดาห์ของการเรียนภาคฤดูร้อน ซึ่งในช่วงสัปดาห์แรกจะทำการเรียนการสอนเกี่ยวกับองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์โดยสอนแยกกับเนื้อหาสาระของฟิสิกส์ดาราศาสตร์ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มีงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2005) ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated) กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Non-Intetrated) กับผู้เรียน จำนวน 42 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งในกลุ่มแรกจะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการกับเนื้อหาส่วนกลุ่มที่ 2 จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันคือภาวะโลกร้อน ใช้เวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ทดสอบความเข้าใจก่อนและหลังเรียนโดยใช้เครื่องมือข้อคำถามปลายเปิด ร่วมกับแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จากผลการศึกษาเปรียบเทียบทั้งสองพบว่าไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม

จากข้อมูลที่กล่าวมาผู้วิจัยได้เลือกที่จะนำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติอยู่แล้วเพียงแต่ครูผู้สอนต้องชี้องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งถือได้ว่าการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความเหมาะกับการสอน

เพราะไม่เป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูและยังสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

3) การสอนโดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ (History of science)

การสอนที่นำประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เช่น กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเรื่องราวหรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (Stories of Science and Controversy issues) มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีงานวิจัยของ Lin and Chen (2002, pp.773-792) ซึ่งได้ทำการ พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่งานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000, pp. 1057-1095) ที่ให้ความเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบประวัติวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เนื่องจากประวัติวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหา ทางวิทยาศาสตร์กับประวัติวิทยาศาสตร์ได้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เสมอไปซึ่งเป็นข้อจำกัดของการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่าการสอนโดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบและสามารถนำมาเชื่อมโยงประวัติวิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบเท่านั้น

จากที่ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มานั้นผู้วิจัยสามารถสรุปกรอบวิธีการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้นั้นควรจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit) เพื่อบ่งชี้และสร้างประสบการณ์การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนนอกจากนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เข้าใจทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเวลาเดียวกัน โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit) บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated) ที่สอนตามปกติอยู่แล้วในชั้นเรียนเพียงแต่ครูผู้สอนได้ชี้ให้ผู้เรียนได้เห็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งแฝงอยู่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนขึ้น นอกจากนั้นแล้วในหน่วย การเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งมีหัวข้อประวัติของเมนเดลผู้วิจัยยังสามารถนำวิธีการสอนแบบประวัติวิทยาศาสตร์ (Historical Approach) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างประสบการณ์ในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อีกด้วย

นักวิจัยทางการศึกษามีความพยายามที่จะส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ให้กับครูและนักเรียน รวมถึงศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแนวทางต่างๆ จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มี 3 แนวทาง ดังนี้ 1) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ 2) การ จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย และ 3) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ซึ่งแต่ละแนวทางมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.3 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ (Historical Approach) เป็นการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์สอนร่วมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นแนวทางแรกที่นักวิจัย ทางการศึกษาได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเริ่มต้นครั้งแรกเมื่อ Conant (1957) ได้พัฒนาบทเรียนประวัติศาสตร์ของ ความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งบทเรียนดังกล่าวได้กลายเป็นตำราเรียนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้เรียนใน ระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ความสำเร็จของ Conant ได้กระตุ้นให้ Klopfer and Cooley (1963) เอาเป็นแบบอย่าง และนำวิธีการดังกล่าวไปใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยทั้งสองท่านได้สร้างบทเรียนประวัติวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 บทเรียน และนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา เคมีและฟิสิกส์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้จากบทเรียนดังกล่าวมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาท่านอื่นที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ เช่น Matthews (1994) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรูปโดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ไว้ว่าช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยกระตุ้นนักเรียนให้เห็นถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความรู้และการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แต่จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยช่วงหลัง ๆ พบว่าผลการวิจัยมีความไม่สอดคล้องกัน ดังนี้งานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ทำการศึกษามุมมองธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจำนวน 166 คน และครูฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 15 คน โดย ใช้หลักสูตรประวัติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัด มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์ผลการวิจัย พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรดังกล่าวพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาและครูฝึกสอนได้น้อยมาก แต่อย่างไรก็ตาม

การใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์อย่างชัดเจนช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับกลุ่มที่ศึกษาได้แค่เฉพาะบางประเด็น ซึ่งผู้วิจัยทั้งสองท่านได้แนะนำว่าการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนอาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Dass (2005) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรประวัติวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นฉากเหตุการณ์ (episodes) เกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในบริบททางสังคมวัฒนธรรม ศาสนา และการเมือง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรดังกล่าวพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้น้อยมาก ส่วนงานวิจัยของ Irwin (2000) เปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาทฤษฎีอะตอม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์เรื่องทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ในขณะที่กลุ่มควบคุมคือกลุ่ม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่ใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามกลุ่มทดลองมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นบทบาทของ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมากกว่ากลุ่มควบคุม

ถึงแม้ว่าผลการวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) และ Dass (2005) จะ รายงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ไม่สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อีกทั้งงานวิจัยของ Irwin (2000) ก็ยังพบว่าการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์พัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แค่บางประเด็นเท่านั้น อย่างไรก็ตามยังมีผลการวิจัยอื่นที่สนับสนุนว่าการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เช่น งานวิจัยของ Lin and Chen (2002) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นธรรมชาติของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนวิชาเคมี จำนวน 63 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ซึ่งลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้มีทั้งการอภิปรายเป็นกลุ่ม การโต้วาทีการสาธิตโดยครูการทำโครงงาน และการทดลองเลียนแบบงานของนักวิทยาศาสตร์ส่วนกลุ่ม ควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่มีการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ผลการวิจัยพบว่าครูฝึกสอนวิชาเคมีในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นในประเด็นบทบาทของความคิด สร้างสรรค์ต่อการพัฒนาทฤษฎีวิทยาศาสตร์ ประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีวิทยาศาสตร์ และการสังเกตทางวิทยาศาสตร์และประเด็นหน้าที่ของทฤษฎีวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์ครูฝึกสอนวิชาเคมีในกลุ่มทดลองหลังเรียนพบว่าครูสามารถอธิบาย แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงเข้ากับตัวอย่างในประวัติ

วิทยาศาสตร์ได้ส่วนงานวิจัย ของ Kim and Irving (2010) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ ประวัติวิทยาศาสตร์ผนวกเนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นเกรด 10 ซึ่งถูกแบ่ง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ผนวก เนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์ซึ่งลักษณะของกิจกรรมมีทั้งการอ่านเรื่องราวประวัติของพันธุศาสตร์ ร่วมกับการตีความ การทดลองเลียนแบบงานของนักวิทยาศาสตร์ร่วมกับการอภิปราย ขณะที่กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่มีการใช้ประวัติของพันธุศาสตร์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับนักเรียนในกลุ่มควบคุม แม้ว่านักเรียนในกลุ่มทดลองจะผ่านการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปแล้ว 2 เดือน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ก็ ยังคงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องเมื่อเทียบกับนักเรียนในกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Clough (2011) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ เรื่องสั้นประวัติวิทยาศาสตร์ (Short story) ในระดับโครงการซึ่งมีชื่อว่า “The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life” ซึ่งโครงการนี้ได้พัฒนาเรื่อง สั้นประวัติวิทยาศาสตร์ 30 เรื่อง ในวิทยาศาสตร์ 5 สาขา ได้แก่ ดาราศาสตร์ ชีววิทยา ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และเคมีจากนั้นนำเรื่องสั้นประวัติวิทยาศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีดังนี้ งานวิจัยของ Olson and Clough (2007); Vanderlinden (2007) cited in Clough (2011) ได้ศึกษาผลของการใช้เรื่องสั้นประวัติวิทยาศาสตร์ในสาขาธรณีวิทยาจำนวน 4 เรื่อง กับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรีผลการวิจัยพบว่าเรื่องสั้นประวัติวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในประเด็น 1) ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ 2) นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้เหตุผลกับข้อมูล (3) งานของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อวัฒนธรรมและสังคมและอิทธิพลของวัฒนธรรมและสังคมส่งผลต่อการทำงานของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์เช่นกัน งานวิจัย ของ Kruse et al. (2009) cited in Clough (2011) ได้ศึกษาผลของการใช้เรื่องสั้นประวัติวิทยาศาสตร์ ในสาขาชีววิทยาจำนวน 5 เรื่อง กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่าอาจารย์ผู้สอน ในหลักสูตรชีววิทยามีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งแฝงอยู่ในเรื่องสั้น ประวัติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน นักศึกษามีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้อง เช่น วิทยาศาสตร์เป็นการทำงานร่วมมือกันของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์การแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

แม้ว่าผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยต่าง ๆ นั้นจะมีความไม่สอดคล้องกัน แต่สิ่งหนึ่งที่สังเกตได้อย่างชัดเจน ก็คือแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ดีก็ต่อเมื่อมีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการจัด

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและประวัติวิทยาศาสตร์ นั้น การนำประวัติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรพิจารณาปัจจัยหลาย อย่าง ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนมีความเหมาะสมที่จะบูรณาการประวัติวิทยาศาสตร์ หรือไม่ จากการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยข้างต้นพอจะระบุได้ว่ามีการใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ทฤษฎีอะตอมและการพัฒนาตารางธาตุ (Irwin, 2000) ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาราวิน (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 และ Kruse et al., 2009 cited in Clough, 2011) ปริมาณสารสัมพันธ์ในแนวคิดเรื่องอะตอม โมเลกุล และน้ำหนักอะตอม (Lin and Chen, 2002) พันธุศาสตร์ (Kim & Irving, 2010) เป็นต้น ต้องคำนึงถึงลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติวิทยาศาสตร์นั้นมีประเด็นอะไรบ้าง กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหาและประวัติวิทยาศาสตร์หรือไม่สอดคล้องอย่างไร เป็นต้น

การทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Historical Approach) สามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์สอนร่วมกับเนื้อหา วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีดังกล่าวจากงานวิจัยต่าง ๆ ยังไม่ สอดคล้องกัน แต่ก็พอจะสรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีก็ต่อเมื่อมีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ใน ประวัติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายซึ่งสอดคล้องกับ เนื้อหาและประวัติวิทยาศาสตร์นั้น อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมกับบางเนื้อหาที่มีประวัติวิทยาศาสตร์การพัฒนาความรู้ที่ยาวนาน และพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แค่บางประเด็นที่แฝงอยู่ในประวัติวิทยาศาสตร์นั้น

2.4.4 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit Approach) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมเชิงสืบเสาะเน้นสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ขาดการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ผู้ที่สนับสนุนวิธีการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย เชื่อว่านักเรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ได้เองเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้จากกิจกรรมเชิงสืบเสาะ (Jelinek, 1998; McComas, 1993; Moss, Abrams and Kull, 1998 cited in Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) ในช่วงคริสต์ศักราช 1960 ถึง 1979 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ เช่น หลักสูตร ฟิสิกส์ Physical Science Study Curriculum (PSSC) และหลักสูตรชีววิทยา Biological Science Curriculum Study (BSCS) ได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ เป็นนัยนี้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยต่าง ๆ ที่สอดคล้องกัน พบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ นี้ไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ให้กับนักเรียนได้ เช่น งานวิจัยของ Crumb (1965) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 1275 คน จาก 29 โรงเรียนทั้งในเมืองและชนบท ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยใช้กิจกรรมเชิงสืบเสาะในหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ PSSC ไม่ได้มีประสิทธิภาพดีไปกว่าหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ดั้งเดิมที่ใช้ตำราเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของ Trent (1965) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 26 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 26 กลุ่ม และกลุ่ม ควบคุม 26 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่า Trent จะควบคุมความรูปเดิมและความสามารถในการคิดของนักเรียนแล้วก็ตาม นอกจากนี้งานวิจัยของ Tamir (1972) ได้เปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรูปธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่างๆ ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งหลักสูตรเหล่านั้น ได้แก่ หลักสูตรวิชาชีววิทยา BSCS (Version Yellow) หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ PSSC และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ดั้งเดิมที่ใช้ตำราเรียนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการรูปกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนจำนวน 3500 คน เกรด 9-12 ซึ่งได้จากการสุ่มจาก 44 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่านักเรียนจะเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์อะไรก็ตาม

การทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit Approach) สามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมเชิงสืบเสาะ เน้นสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ขาดการบ่งชี้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และคาดหวังว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เองจากการทำกิจกรรมเชิงสืบเสาะ จากผลการวิจัยต่าง ๆ ที่สอดคล้องกันสนับสนุนว่าการจัดการ เรียนรู้ดังกล่าวไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

2.5 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการรวบรวมและวิเคราะห์เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Lederman et al. (1998) พบว่าเครื่องมือส่วนใหญ่วัดความเข้าใจแค่บางประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกทั้งบางเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่ใช่ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายแบบสรุปได้ ดังนี้

2.5.1 Views on Science–Technology – Society (VOSTS) เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์นี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Aikenhead & Ryan, 1992, pp.481-482; Lederman et al., 2000, p. 341) มีลักษณะเป็นข้อคำถามมีตัวเลือกโดยให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในกรอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2) สังคมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3) โรงเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อสังคม
4) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม
5) ความรู้ทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
6) วิทยาศาสตร์สร้างความรู้ทางสังคม
7) เทคโนโลยีสร้างความรู้ทางสังคม
8) ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

2.5.2 Nature of Science Test (NOST) เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาโดย Billeh และ Hasan ในปี 1975 มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดให้เขียนแสดงความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ข้อตกลงทางวิทยาศาสตร์
2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4) จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

2.5.3 Test on Understanding Science (TOUS) เป็นเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Cooley and Klopfer ในปี ค.ศ.1961 ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ มีทั้งหมด 60 ข้อ ซึ่งครอบคลุมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบหลัก และ 8 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1) ความเข้าใจกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
2) นักวิทยาศาสตร์
3) วิธีการและข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์
   (1) หลักการทางวิทยาศาสตร์
   (2) กลยุทธ์ทางวิทยาศาสตร์
   (3) ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
   (4) ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์

(5) การสร้างความรู้และการพิสจน์ข้อเท็จจริง

(6) การขัดแย้งทางวิทยาศาสตร์

(7) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(8) การเป็นเอกภาพและความสมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.4 View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Abd-El-Khalick and Lederman ในปี 2000 ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดให้เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman and O'Malley (1990) ใน 6 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2) การสังเกตและการลงข้อสรปุ

3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

6) วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม

จากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Views on Science – Technology – Society (VOSTS) เป็นแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสังคม ซึ่งมีความครอบคลุมในการวัดการสอนแบบวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) มากกว่าการนำมาใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้คือกรอบของ Lederman et al. (2002) เมื่อพิจารณาแบบวัด Nature of Science Test (NOST) พบว่าเป็นแบบวัดที่ครอบคลุมองค์ประกอบธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบแล้วยังไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman et al. (2002) ที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้การพิจารณาแบบวัด Test on Understanding Science (TOUS) พบว่าใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 3 องค์ประกอบ และ 8 องค์ประกอบย่อย องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบยังไม่ครอบคลุมในการที่จะวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman et al. (2002) ได้ส่วนแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นคำถามปลายเปิด ข้อคำถามเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดซึ่งแสดงว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกและใช้การสัมภาษณ์ควบคู่กับการเขียน แสดงความคิดเห็น นอกจากนั้นแบบวัด

ยังมีความครอบคลุมกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ Lederman et al. (2002) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

การพัฒนาและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและครูมีมา ตั้งแต่ประมาณ 60 ปีที่แล้ว เครื่องมือแรกที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทางการเริ่มตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษ 1950 โดยช่วงแรกจะเน้นเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งข้อมูลที่ได้ไม่สามารถอธิบายหรือให้รายละเอียดในเชิงลึกได้ว่านักเรียนและครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ส่งผลให้ในระยะต่อมามีการพัฒนาเครื่องมือที่มีลักษณะปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์มากขึ้น เช่น เครื่องมือตระกูล Views of Nature of Science (VNOS) เพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Lederman, Wade and Bell (1998) ได้ศึกษาและรวบรวมเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี ค.ศ	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley and Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitude, Interests and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1968	Science Support Scale	Schwirian
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford and Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh and Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปี ค.ศ	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1987	Views on Science–Technology–Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming and Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS–A)	Lederman and O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott and Wellington
1998	Views of Nature of Science B (VNOS–B)	Abd–El–Khalick, Bell and Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS–C)	Abd–El–Khalick and Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS–D)	Lederman and Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS–E)	Lederman and Ko

2.5.5 แบบวัดคำถามปลายปิด (Paper and Pencil Test) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามและมีตัวเลือกบังคับตอบ เช่น ให้ผู้ตอบแสดง ความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย (Agree/Disagree) หรือให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นใน หลายระดับ (Likert-type) หรือมีตัวเลือกให้ผู้ตอบเลือกตอบ (Multiple choice) ตัวอย่างของ เครื่องมือประเภทนี้เช่น TOUS (Cooley and Klopfer, 1961 cited in Lederman et al., 1998), WISP (Scientific Literacy Research Center, 1967 cited in Lederman et al., 1998) เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวมีข้อจำกัดในการใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ข้อด้วยกัน (Lederman et.al., 2002) ข้อแรก ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดแบบนี้รู้แค่ว่าผู้ตอบเข้าใจหรือไม่ เข้าใจ เข้าใจมากหรือเข้าใจน้อย ข้อสอง คุณภาพของเครื่องมือถูกตรวจสอบโดยผู้พัฒนา เครื่องมือ และข้อสาม ถึงแม้เครื่องมือจะเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก (Large-scale) แต่ข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลเชิง

ปริมาณ ซึ่งบอกได้แค่ว่าผู้ตอบมีความเข้าใจ หรือไม่เข้าใจ หรือเข้าใจมากน้อยเพียงใด แต่ไม่สามารถให้รายละเอียดได้ว่าผู้ตอบเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร

2.5.6 แบบวัดคำถามปลายเปิด (Open-ended Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด ซึ่งให้ผู้ตอบเขียนตอบได้อย่างอิสระ โดยไม่มีตัวเลือกบังคับตอบ ตัวอย่างของเครื่องมือ เช่น VNOS-Form A ถึง E (Lederman and O'Malley, 1990; Abd–El–Khalick, Bell and Lederman, 1998; Abd–El–Khalick and Lederman, 2000; Lederman and Khishfe, 2002; Lederman and Ko, 2004 cited in Lederman *et al.*, 1998) เครื่องมือดังกล่าวมักจะใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์ทำให้ได้ข้อมูลเชิง คุณภาพจากหลายเครื่องมือ และสามารถอธิบายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้ตอบในเชิงลึก ได้ว่าผู้ตอบเข้าใจอย่างไร แต่เครื่องมือประเภทนี้มีข้อจำกัดตรงที่ว่าผู้ตอบ คำถามจะต้องมีทักษะในการอ่านและทักษะการเขียนอธิบายเป็นอย่างดี

2.5.7 แบบแผนผังความคิด (Concept Map) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด โดยให้ผู้ตอบเขียนแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างคำ แนวคิด หรือหัวข้อที่ศึกษาว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้ จากเครื่องมือประเภทนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ นอกจากจะสามารถอธิบายความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกของผู้ตอบได้แล้ว ยังสามารถอธิบายได้ว่าผู้ตอบมีความเข้าใจเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของแต่ละแนวคิดอย่างไรได้ด้วย ตัวอย่างของเครื่องมือ เช่น Nature of Science Terms Definition with Concept Mapping (NTDCM) เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Kim and Irving (2010) เพื่อต้องการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ซึ่งคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเครื่องมือดังกล่าว ได้แก่ วิทยาศาสตร์สมมติฐาน การสังเกต การทดลอง ทฤษฎี กฎ และ นักวิทยาศาสตร์ถึงแม้เครื่องมือประเภทนี้จะได้ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ แต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่ผู้ตอบคำถามจะต้องมีทักษะการอ่านทักษะการเขียนอธิบายเป็นอย่างดีและรูปวิธีการเขียนแผนผังความคิดด้วย

2.5.8 แบบวาดภาพ (Drawing) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นภาพวาด โดยให้ผู้ตอบวาดภาพเกี่ยวกับแนวคิดของผู้ตอบ ที่มีต่อสิ่งหนึ่งที่ผู้พัฒนาเครื่องมือต้องการศึกษาข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่มีลักษณะเป็นภาพวาด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวต้องมีการตีความจากภาพของผู้ตอบ เพื่ออธิบายความเข้าใจเชิงลึกของผู้ตอบ เครื่องมือแบบนี้เหมาะกับการใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างของเครื่องมือได้แก่ Draw-A Scientist (DAST), Modified Draw-A-Scientist (M-DAST) โดยเครื่องมือ M-DAST ถูกพัฒนา โดย Walls (2012) ซึ่งถูกปรับปรุงจากมาจากเครื่องมือ DAST ของ Chambers (1983)

อีกที เครื่องมือนี้จะให้นักเรียนวาดรูปความคิดของนักเรียนที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งให้ นักเรียนตั้งชื่อนักวิทยาศาสตร์อธิบายว่านักวิทยาศาสตร์ทำอะไร และให้ระบายสีผิวของ นักวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อหามุมมองของผู้เรียนเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ข้อจำกัด ของเครื่องมือนี้ก็คือข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นภาพวาด ต้องตีความข้อมูลให้สอดคล้องกับ ความคิดของผู้ตอบมากที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเห็นว่าเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายแบบแต่ละแบบมีข้อดีและข้อจำกัดต่างกัน การที่จะพัฒนาเครื่องมือหรือนำเครื่องมือแบบใดมาปรับใช้ในงานวิจัยควรพิจารณาปัจจัยหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นกลุ่มที่ศึกษา ประเภทของเครื่องมือ รวมถึงลักษณะของคำถามด้วย เพื่อให้ได้เครื่องมือที่เหมาะสมกับกลุ่มที่ศึกษา และเก็บข้อมูลได้ตรงกับจุดประสงค์ของการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อคำถามปลายเปิด ที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การเลือกใช้เครื่องมือดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะให้นักเรียนเขียนตอบคำถาม อธิบาย ยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อคำถามบางส่วนถูกปรับปรุงมาจากเครื่องมือ Views of Nature of Science Form C (Lederman et al., 2002)

3. การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit Reflective approach)

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้นักวิจัยทางการศึกษาจึงพยายามคิดหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใหม่ขึ้นมา ซึ่งนั้นก็คือการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้จะจัดในบริบทใดก็ได้แต่ต้องบ่งชี้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งนี้ได้นำส่วนของการสะท้อนความคิด (Reflective element) เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการบ่งชี้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักวิจัยทางการศึกษาหลายท่าน เช่น Abd-El-Khalick, Bell and Lederman (1998); Abd-El-Khalick and Lederman (2000); Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) และ Khishfe (2008)

ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดมาพัฒนาความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับครูและนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าครูและนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ดังกล่าวเกิดการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งมีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย เช่น งานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดบริบทเชิงสืบเสาะเทียบกับผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยบริบทเชิง สืบเสาะของนักเรียนชั้นเกรด 6 จำนวน 62 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดในบริบท เชิงสืบเสาะ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยใน บริบทเชิงสืบเสาะ ทั้งสองกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 2 เดือนครึ่ง เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดคำถามปลายเปิดควบคู่กับการสัมภาษณ์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมี ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Yacoubian and BouJaoude (2010) ได้เปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดบริบทกิจกรรมเชิงสืบเสาะใน ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่มีเฉพาะกิจกรรมเชิงสืบเสาะในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนเกรด 6 จำนวน 38 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้กลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดบริบทกิจกรรมเชิงสืบเสาะในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ส่วนกลุ่ม ควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีเฉพาะกิจกรรมเชิงสืบเสาะในห้องปฏิบัติการทางวิ ทยาศาสตร์ เพียงอย่างเดียว เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดคำถามปลายเปิดควบคู่กับการสัมภาษณ์รวมถึงอัดวิดีโอขณะที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสะท้อนความคิดด้วย ผลการวิจัยพบว่าการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดบริบทกิจกรรมเชิงสืบเสาะ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับ นักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีเฉพาะกิจกรรมเชิงสืบเสาะในห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ Kruse (2008) ได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจน

2) ความสนใจของนักเรียนต้องเชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

3) นักเรียนต้องถูกกระตุ้นให้คิดและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4) ครูควรสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ผนวกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Decontextual) และการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผนวกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Contextual)

5) ครูต้องติดตามพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปีเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกมากขึ้นและลดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนลง

การทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) สามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้จะจัดในบริบทใดก็ได้แต่ต้องบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากผลการวิจัยต่าง ๆ ที่สอดคล้องกันสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย ซึ่ง Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ได้ให้เหตุผลไว้ว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด (cognitive) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญและบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ร่วมกับเปิดโอกาสให้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การทำกิจกรรมเชิงสืบเสาะเพียงอย่างเดียวแต่ขาดการบ่งชี้ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์นั้นไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เหตุที่เลือกใช้แนวทางนี้เพราะเป็นแนวทางที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งหลักการของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปปฏิบัติ ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1) ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ป.4 เพื่อวิเคราะห์ หาประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ป.4

2) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผนวกเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ป.4 โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ป.4 อย่างชัดเจน เลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ป.4 และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเนื้อหา ครูควรตั้งคำถามอภิปรายในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการ

เรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาหรือกิจกรรมนั้นออกมา

3) ในขณะจัดการเรียนรู้ครูต้องบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน โดยตั้งคำถามอภิปรายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความคิดนั้นออกมา การอภิปรายและสะท้อนความคิดนี้ นอกจากจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนคนอื่น หรือเรียนรู้ ความคิดของเพื่อนคนอื่นแล้ว ยังทำให้ครูได้เรียนรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนด้วยว่านักเรียนมีความเข้าใจเป็นอย่างไร

4) ติดตามพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนรู้มีการประเมินความเข้าใจของนักเรียนตั้งแต่ก่อน ระหว่าง และ หลังการจัดการเรียนรู้ เป็นวิธีการสอนให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งครูต้องมีการวางแผนว่าจะสอนในองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในประเด็นใดก่อนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอน (Abd-El-Khalick and Lederman , 2002) สอดคล้องกับพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555, น.180-181) ที่กล่าวว่าครูต้องตั้งเป้าหมายการสอนและออกแบบกระบวนการอย่างชัดเจนตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความชัดเจนในตนเองอย่างสม่ำเสมอ หากเกิดความคลาดเคลื่อนครูควรให้ผลสะท้อนกลับทันที Schwartz, Lederman, and Crawford (2004, pp. 610-645) ที่กล่าวว่า มีการประเมินความเข้าใจที่ เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถาม แบบทดสอบ หรือวิธีการอื่นและ ให้นักเรียนได้อภิปรายเรื่องธรรมชาติรองวิทยาศาสตร์ในตอนท้ายชั่วโมงเรียนเพื่อส่งเสริมให้ นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูทำหน้าที่วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเขียนประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการสอนด้วยและ Abd-El Khalick et al. (1998, pp. 417-436) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ได้

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด คือ การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้อภิปรายให้นักเรียนเห็นและเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจนในแต่ละแผนการสอน ในระหว่างที่ทำกิจกรรมมีการเชื่อมโยง

เนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อจะชี้ให้เห็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบอย่างชัดเจน นอกจากนั้นยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขอผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555, pp.182-183) ที่ได้ กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น ไม่ใช่มุ่งเน้นที่สาระเนื้อหาเพียงเดียว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน ต้องสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติขององค์ความรู้

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด จากที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้นสามารถวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้ได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด								
Kolb (1984)	Egan (1989)	Monk and Osborne (1997)	Wandersee and Roach (1998)	Rudge and Howe (2004)	Thao-Do and Yuenyoung (2013)	Gibbs (2557)	กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2559)	ทรงพล ผดุงพัฒนากูล (2565)
1.ประสบการณ์รูปธรรม เป็นขั้นตอนแรกของวงจรการสะท้อนคิด นั้นคือการลงมือปฏิบัติงาน ซึ่งเกิดเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับอย่างหลากหลายในชีวิตประจำวัน	1. การระบุความสำคัญของเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่เลือก	1. การนำเสนอการสาธิตหรือการอภิปรายของบางปรากฏการณ์ธรรมชาติ	1. หาและอ่านเรื่องราวที่เกี่ยวกับทางวิทยาศาสตร์	1. ระบุและจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์	1. พิจารณาความรู้พื้นฐาน	1. การบรรยายที่เกิดจากความรู้สึกที่กำลังเผชิญกับสถานการณ์นั้น	1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1. กระตุ้นความสนใจผู้เรียนด้วยการตั้งคำถามเชื่อมโยงกับนักวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในบทเรียน
2. การไตร่ตรองการสะท้อนคิด เป็นขั้นการไตร่ตรอง การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เราลงมือทำไปหรือเป็นการอธิบายถึงประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยผู้สะท้อนคิดจะทบทวนและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์หรือ	2. หาสองสิ่งที่ ตรงข้ามกันซึ่งเป็นส่วนสำคัญของเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	2. การสอบถามนักเรียนและอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น	2. พิจารณาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	2. เลือกวิทยาศาสตร์	2. ค้นหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	2. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันโดยการสะท้อนการคิดจากการสังเกตุความรู้สึกและการรับรู้	2. การสำรวจตรวจสอบคำถาม ข้อสงสัยให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถสืบสวนสอบได้	2. ผู้สอนอาจใช้วิธีการเล่าเรื่องราว หรือให้ผู้เรียนอ่านบทความสั้นหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หรือตีความธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในเรื่องราวดังกล่าว

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบขัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด								
Kolb (1984)	**Egan (1989)**	**Monk and Osborne (1997)**	**Wandersee and Roach (1998)**	**Rudge and Howe (2004)**	**Thao-Do and Yuenyoung (2013)**	**Gibbs (2557)**	**กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2559)**	**ทรงพล ผดุงพัฒนากูล (2565)**
การปฏิบัติงานที่ผ่านมา								ทั้งนี้หากประวัติทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ มีเรื่องราวที่ขัดแย้งกัน ผู้สอนอาจเปิดโอกาสเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป
3. การสรุปเป็นหลักการนามธรรม การสรุปหลักการนามธรรมเป็นการเรียนรู้ที่ใช้หลักเหตุผล ใช้ความคิดเพื่อสรุปความหมายของข้อมูลที่ได้รับจากการไตร่ตรองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ผ่านมา นำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอด	3. การจัดระเบียบเนื้อหาของเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	3. เป็นการศึกษาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	3. เลือกเหตุการณ์หรือเรื่องราวในวิทยาศาสตร์	3. เรียนรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	3. ระบุเป้าหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์	3. การประเมินเคราะห์ประสบการณ์ร่วมกันว่าเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดี	3. การอภิปราย สรุปความรู้ตอบคำถามที่ศึกษานำเสนอวิธีการของแต่ละกลุ่มจนได้ข้อสรุปหรือข้อค้นพบ/การแสดงจุดยืนของตนเองหรือของกลุ่ม รวมถึงการแสดงแนวคิด/ความคิดเห็นในบริบทสถานการณ์ที่นอกเหนือจากการศึกษา	3. หลังจากที่ผู้เรียนอ่านจบ ผู้สอนควรมีการตั้งคำถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด								
Kolb (1984)	**Egan (1989)**	**Monk and Osborne (1997)**	**Wandersee and Roach (1998)**	**Rudge and Howe (2004)**	**Thao-Do and Yuenyoung (2013)**	**Gibbs (2557)**	**กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2559)**	**ทรงพล ผดุงพัฒนากูล (2565)**
4. การทดลองปฏิบัติจริง เป็นขั้นวางแผนและทดลองปฏิบัติโดยการนำข้อมูลจากการปฏิบัติงานในรอบที่ผ่านมานำมาทำซ้ำเพื่อที่จะดูว่าเกิดการพัฒนาขึ้นหรือไม่ เป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์รวมไปถึงการคิดสะท้อนไตร่ตรองกับสิ่งที่เกิดขึ้น	4. ข้อสรุป	4. เป็นการทดสอบความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	4. สรุปเอาเฉพาะใจความสำคัญของเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์นั้น	4. ดำเนินงาน	4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้	4. ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์โดยภาพรวม	4. การสะท้อนคิดเชื่อมโยงการเรียนรู้ประสบการณ์ที่ได้รับเข้ากับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำเสนอโต้แย้งอย่างมีเหตุผลสนทนากลุ่มย่อย เขียนอนุทิน	
	5. การประเมินผล	5. ให้มีการนำเสนอมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยอย่างสั้น ๆ	5. เขียนเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์และโดยมีผลสุดท้ายของเหตุการณ์		5. ระบุคำถามที่สะท้อนแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	5. สรุปแนวคิดและวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกันโดยใช้เหตุผลประกอบ		
		6. ประเมินผล	6. เขียนเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะเป็นบทสนทนาหรือละครกึ่งสารคดี		6. เตรียมวัสดุอุปกรณ์	6. การวางแผนเพื่อนำเสนอ		

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด								
Kolb (1984)	Egan (1989)	Monk and Osborne (1997)	Wandersee and Roach (1998)	Rudge and Howe (2004)	Thao-Do and Yuenyoung (2013)	Gibbs (2557)	กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2559)	ทรงพล ผดุงพัฒนากูล (2565)
			7. นำเสนอเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์		7. ตรวจสอบผลของการเรียนรู้ ของนักเรียน			
			8. หลังจากนั้น หยุดเรื่องราวเพื่อที่จะให้เวลา นักเรียนที่จะตัดสินใจด้วยตนเองและคาดเหตุการณ์		8. เว้นระยะเวลา ที่เหมาะสมในการประมวลผล			
			9. บอกส่วนที่เหลือของเรื่องราว คือ ผล สุดท้ายของเหตุการณ์หรือเรื่องราว		9. ทบทวนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์			
			10. จัดกลุ่มและอภิปรายคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		10. ประเมินผล			

จากตารางที่ 2.2 สรุปแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดได้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 หาเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน

1.2 สรุปและเขียนเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

2. ขั้นสอน

2.1 นำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอปรากฏการณ์หรือคำถามของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น

2.2 สอดแทรกและนำเสนอเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นโดยอาจเป็นประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประวัตินักวิทยาศาสตร์ในช่วงการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น หรือ นำเสนอเส้นเวลาการค้นพบและเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น พร้อมทั้งมีการตั้งคำถาม ให้นักเรียนคาดการณ์ทำนาย และอภิปรายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ

3. ขั้นอภิปราย

3.1 เตรียมการอภิปราย โดยอาจมีการจัดกลุ่ม หรือเตรียมความพร้อมรายบุคคล

3.2 อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดและคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ที่ถูกนำเสนอ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น

4. ขั้นสรุป

4.1 การสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4.2 การสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. การวัดและประเมินผล

5.1 วัดและประเมินทักษะจากการสังเกตระหว่างการทำกิจกรรมและตรวจใบบันทึกกิจกรรม

5.2 วัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอผลงาน และตรวจใบบันทึกกิจกรรม

5.3 วัดและประเมินทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายและตอบคำถาม

4. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูและแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (ฉบับเผยแพร่ พฤษภาคม 2566) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาในหนังสือเรียนเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ การวัด การใช้จำนวน การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ การจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต หน้าที่ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก มวลและแรงโน้มถ่วงของโลก การมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุที่นำมากั้น การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ การนำความร้อนของวัสดุ การนำไฟฟ้าของวัสดุ สสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การขึ้นและตกของดวงจันทร์ รูปร่างของดวงจันทร์ ระบบสุริยะ รวมถึงแนวคำตอบในแบบบันทึกกิจกรรมและแนวทางการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

4.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่อยู่ในความสนใจที่เกิดจากข้อสงสัย โดยครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ๆ ซึ่งความสนใจใคร่รู้นั้น อาจมาจากความสนใจของนักเรียนเอง การอภิปรายกลุ่ม หรือจากการนำเสนอของครูผู้สอนก็ได้ แต่จะต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนยอมรับโดยไม่มีการบังคับ

หลังจากนั้น เมื่อได้ข้อคำถามที่น่าสนใจแล้ว ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้การรับรู้จากประสบการณ์เดิม รวมกับการศึกษาเพิ่มเติมจากจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษา และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจากเอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุป

3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผล เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ หรือ การสรุปเป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งผลสรุปที่ได้นั้น จะต้องสามารถอ้างอิงความรู้ มีความสมเหตุสมผล และมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้านี้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ตั้งคำถามจากการศึกษาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้มากขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การทำข้อสอบ การทำรายงานสรุป หรือการให้นักเรียนประเมินตัวเอง เป็นต้น เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ที่ถูกต้องมากน้อยเพียงไรจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคระห์ วิจารณ์และคิดพิจารณาความรู้ที่ได้ให้รอบคอบ โดยมีครูผู้สอนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นให้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และนำนักเรียนไปสู่คำถามที่ต้องการการสำรวจตรวจสอบต่อไปอย่างต่อเนื่อง

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการสืบเสาะหาความรู้หรือความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ แบบแผน มีขั้นตอน มีการฝึกฝนและการปฏิบัติพัฒนาจนเกิดความชำนาญ ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2545, น. 13-20) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 14 ทักษะ

5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

5.2.1 ทักษะการสังเกต (observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารวบรวมข้อสนเทศและข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็น

5.2.2 ทักษะการวัด (measuring) เป็นกระบวนการในการใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณต่าง ๆ ปริมาณที่ได้จากการเป็นสิ่งสำคัญในการนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

5.2.3 ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ นับตั้งแต่การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ได้ การนับการคำนวณ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการ การค่าหาเฉลี่ย การเขียนกราฟฯลฯ มาใช้แก้ปัญหา หรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม

5.2.4 ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) เป็นการจัดจำพวกวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดให้สิ่งที่มีสมบัติบางประการเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

5.2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/time relationships) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติมารวมทั้งความสามารถในการระบุรูปทรง ขนาด ตำแหน่ง และทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ

5.2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) เป็นความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายโดยใช้ภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสื่ออื่น ๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยาย เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความได้อย่างชัดแจ้งรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

5.2.7 ทักษะการพยากรณ์ (predicting) หรือการทำนาย เป็นการคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้วหรือปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ กัน ผลการพยากรณ์จะถูกต้องหรือแม่นยำ เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างรอบคอบ และการวัดถูกต้อง

5.2.8 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) เป็นการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต ข้อมูลจากการสังเกตชุดหนึ่ง ๆ อาจลงความเห็นได้หลายอย่าง ในการลงความเห็นจากข้อมูลนั้น มักจะต้องเอาประสบการณ์หรือความรู้เดิมเข้ามาช่วยด้วย แต่ละคนอาจลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันต่างกัน เนื่องจากมีประสบการณ์ และความรู้เดิมต่างกันแต่ต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่สังเกตได้

5.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 6 ทักษะ ดังนี้

5.3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สมารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายให้กว้างขวางขึ้น อาจตั้งโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต หรือจากการลงความเห็นจากข้อมูล สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

5.3.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally) เป็นการกำหนดคำจำกัดความโดยการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนเป็นที่

เข้าใจตรงกัน โดยระบุในเชิงที่ให้ผู้รับฟังสามารถตรวจสอบได้ สังเกตได้เกี่ยวกับสิ่ง นั้น ๆ ในสิ่งที่กำหนดนั้น

5.3.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) เป็นความสามารถในการกำหนดตัวแปรในการทดลอง 3 ประเภท คือ ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวตัวแปรที่เราไม่ต้องการให้เข้ามาเกี่ยวข้องหรือส่งผลต่อผลการทดลอง ซึ่งผู้ทำการทดลองจะต้องพยายามควบคุมให้คงที่เรียกว่าตัวแปรควบคุม แต่อย่างไรก็ตาม อาจกล่าวได้ว่าตัวแปรทั้งหมดได้ถูกควบคุม คือ ตัวแปรอิสระถูกควบคุมตามความต้องการของผู้วิจัย ตัวแปรตามถูกควบคุมโดยตัวแปรอิสระ ตัวแปรอื่น ๆ ที่เราไม่ต้องการให้เข้ามาเกี่ยวข้องกับผลการทดลองถูกควบคุมให้คงที่ ในบางครั้งตัวแปรอาจมีหลายตัว ทั้งนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับรูปแบบของการทดลอง หรืออาจเป็นไปได้ที่ต้องศึกษาผลร่วมของตัวแปรอิสระเหล่านั้น

5.3.4 ทักษะการทดลอง (experimenting) เป็นขั้นตอนที่ใช้สำหรับตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าควรแก่การยอมรับหรือไม่ เพียงใด ในการดำเนินการทดลองนั้นผู้ทดลองจะต้องนำเอากระบวนการขั้นอื่น ๆ มาใช้ประกอบกัน ความสำเร็จของการทดลองจึงขั้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในการทดลองเหล่านั้น

5.3.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ กราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัด ในการนำเอาข้อมูลไปใช้จำต้องตีความหมายข้อมูลให้อยู่รูปของภาพที่ใช้สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่เข้าใจตรงกัน

5.3.6 การสร้างแบบจำลอง (modeling construction) เป็นสร้างและใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบจำลองสถานการณ์ อธิบายกระบวนการ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เราศึกษาหรือสนใจใช้นำเสนอความคิดเห็นให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย เช่น แบบจำลองว่ากระบวนการการระเหยและการควบแน่นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรในวัฏจักรของน้ำโดยสร้างเป็นแผนภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

5.4 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น ลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจใน เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวม ได้ (small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่อ อธิบายโดยภาพรวม (big idea) ของปรากฏการณ์ ใด ๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วย การเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์

ด้วยทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์นี้เป็นการสะสมแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและเพิ่มเติม ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเวลานั้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเองด้วย

การเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่ง ปัจจุบันได้บรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วทุกภูมิภาคของโลก ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงการรู้วิทยาศาสตร์ (Science literacy) ได้ ตามลักษณะที่สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์กำหนดได้แก่ โลกทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ (scientific worldview) การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) การเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในระดับ ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (discovery learning) ซึ่งเป็นทฤษฎีของเจโรมี บรูน เนอร์ (Jerome Bruner) โดยผู้เรียนเรียนรู้เพื่อหา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สนใจกับสิ่งแวดล้อมด้วย ตนเองจากพื้นฐานประสบการณ์และความรู้เดิมที่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นที่ศึกษาอยู่ จากนั้นจึงนำมาสร้างเป็นความรู้ใหม่ ในลักษณะเดียวกับทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองของเพียเจต์ (Jean Piaget constructivism)

ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะแกน (core skill หรือ key skill หรือ life skill) ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning) และช่วยพัฒนาทักษะในการสื่อสาร (communicating skill) ความคิดเชิงวิจารณ์ (critical thinking) และทักษะในการแก้ปัญหา (problem-solving skill) จากหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ในช่วงเวลานั้น ๆ

5.5 เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.5.1 การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สิ่งสำคัญในการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือ การกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด การกำหนดลักษณะของเครื่องมือ การจัดทำแผนผังการสร้างเครื่องมือ การจัดทำเครื่องมือฉบับร่าง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และการจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

การสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละชุดจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจน และแบบวัดทักษะกระบวนการแต่ละชุดที่สร้างขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน วัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเป็นการกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบนี้เพื่อวัตถุประสงค์ใด หรือใช้ผลการสอบไปใช้ในการตัดสินใจในเรื่องใด เช่น เพื่อวินิจฉัย เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า เพื่อปรับปรุง

การเรียนการสอน สิ่งเหล่านี้จะชี้แนะว่าข้อสอบควรจะมีลักษณะอย่างไร ดังนั้น ถ้าหากตั้งวัตถุประสงค์ไว้ว่าจะนำผลการสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปวินิจฉัย ความสามารถด้านทักษะในปัจจุบันเนื้อหาของข้อสอบก็ต้องมุ่งไปค้นหาจุดอ่อน จัดแข็งในด้านทักษะกระบวนการของผู้เรียนแต่ละคน จึงต้องสร้างข้องสอบให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทั้งหมดอย่างถี่ถ้วน จะได้รู้ว่าใครมีทักษะกระบวนการมากน้อยตรงไหน ควรแก้ที่จุดไหนจึงจะดี

2) กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด สิ่งที่ต้องการวัด คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในครั้งนี้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) มี 14 ทักษะ ซึ่งมีรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสมประกอบด้วย 6 ทักษะ

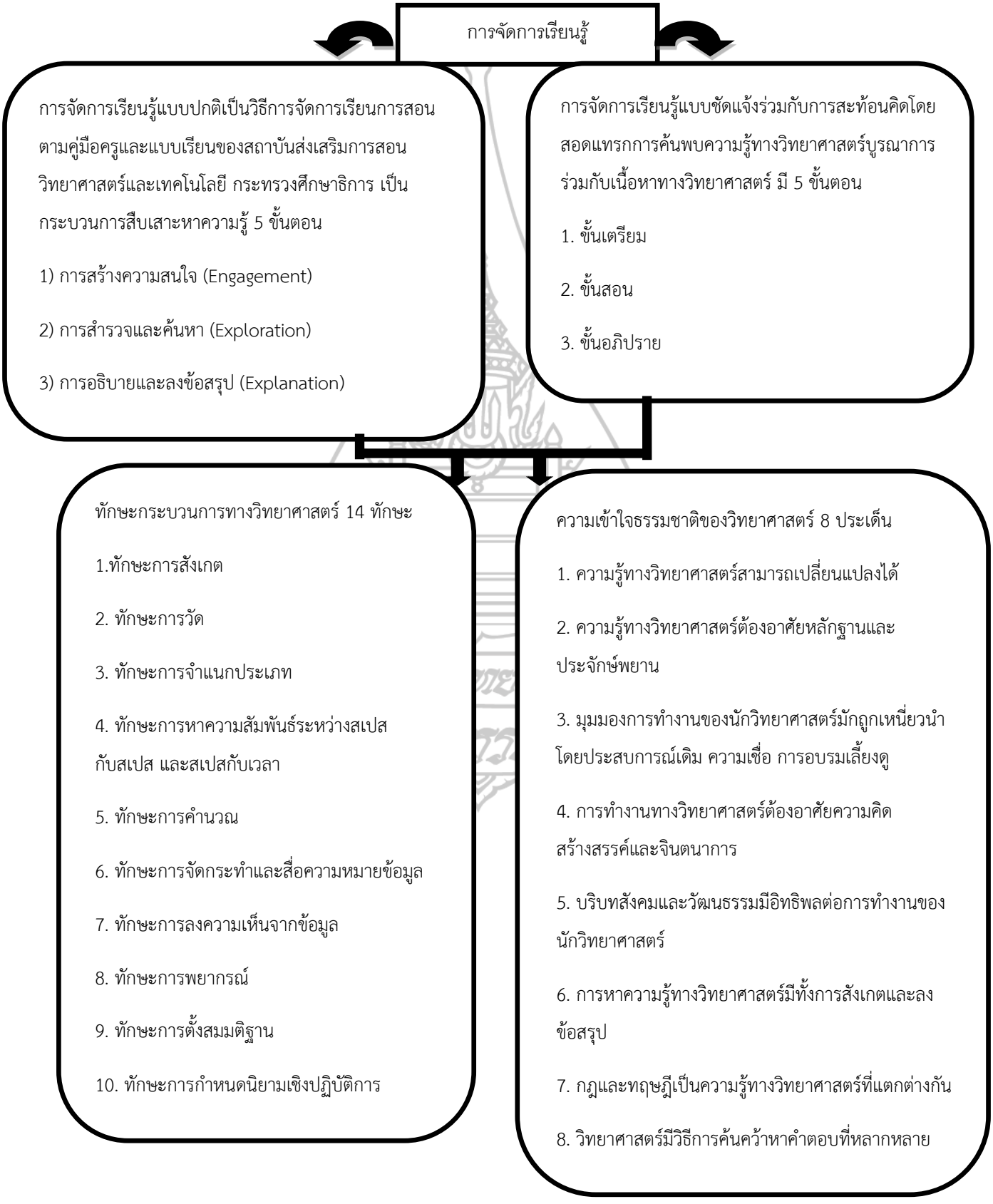
3) กำหนดลักษะของเครื่องมือ เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลายประเภท แต่ละประเภทมีลักษะที่แตกต่างกัน สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ต่างกัน เช่น เครื่องมือวัดที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ สามารถวัดความรู้พื้นฐานด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ เครื่องมือวัดที่เป็นแบบเขียนตอบสามาถวัดทักษะได้ดีมากขึ้น เครื่องมือวัดที่เป็นเชิงปฏิบัติจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน เครื่องมือวัดที่เป็นแบบสังเกตสามารถวัดพฤติกรรมได้ดี

4) จัดทำแผนผังการสร้างเครื่องมือ เป็นการวางแผนการสร้างเครื่องมือวัดโดยจัดเตรียม ตารางแผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ต้องการวัด อาจต้องการวัดครบทั้ง 14 ทักษะ หรือต้องการวัดเฉพาะทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน หรือต้องการวัดเฉพาะทักษะกระบวนการการขั้นสูงหรือขั้นผสม

5) การจัดทำเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการเขียนข้อคำถามตามแผนผังการสร้างเครื่องมือที่ได้จัดทำไว้ จัดทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำชี้แจงในการตอบ จัดเรียงข้อสอบ ข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ กำหนดเวลาในการตอบ กำหนดวิธีการตรวจให้คะแนน และการสรุปผลการทดสอบ

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้



7.1 งานวิจัยในประเทศ

สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส (2552) ได้ทำการศึกษา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 พบว่า นักเรียนสามารถบอกลักษณะของวิทยาศาสตร์ได้หลายแง่มุม เช่น องค์ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงข้อสรุป อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในองค์ประกอบมายาคติทางกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎี และอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรม

กาญจนา มหาลี (2553) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน จากโรงเรียนขยายโอกาส ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้เครื่องมือแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 12 ข้อ และการสัมภาษณ์ แบบกึ่งโครงสร้าง โดยครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้านคือ ด้านโลกทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ เข้าใจถูก เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อน และไม่เข้าใจ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2555) ได้สำรวจความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายบุรี “แจ้งประชาคาร” จำนวน 14 คน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชนิดปลายเปิด พบว่า นักเรียน 13 คน ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลการอนุมานจาก หลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 กิจกรรม เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กิจกรรมรอยอะไรเอ่ย กิจกรรมกล่องดำ กิจกรรมภาพอะไรอยู่ในซอง กิจกรรมการพบฟอสซิล และกิจกรรมเห็นอะไรในภาพ หลังจากจัดกิจกรรมแล้วผู้วิจัยได้ใช้แบบวัด ชุดเดิมวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกครั้ง พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สรุปผลการศึกษาว่า การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ ชัดแจ้งช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

เบญจพร สาภักดี (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นโดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สภาพอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น และ 3) ศึกษาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน (41 คน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความและเอกสารอื่นๆ ผลการวิจัยพบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน 2) หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ และ 3) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องมีการ สำรวจความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียน ระบุจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สร้าง โอกาสในการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสะท้อนความคิดของนักเรียนโดยมีครูเป็นผู้ให้ ข้อแนะนำอย่างต่อเนื่องและทันที

อังคณา ปัทมพงศา (2555) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์แสง โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบ่งชี้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องจำนวน 48 คน โดยใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยสำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก VNOS-C ของ Lederman et al. (2002) ผลการศึกษาพบว่า การสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทาวิทยาศาสตร์มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์และความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เยี่ยมสัก เฉลิมพักตร์ (2524) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ซึ่งในแต่ละข้อทดสอบจะประกอบด้วยรูปภาพเป็นเครื่องมือในการทดสอบ ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ย 72.68 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติได้ คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 75.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาเอกชนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาเอกชนได้

คะแนนเฉลี่ย 73.80 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด คือ นักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 69.08 เปอร์เซ็นต์

สุมาลี ดำรงไชย (2537) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรัญญา กินนารี (2542) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดด้วยคำถามต่อพัฒนาการคิดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นอนุบาล ปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลกาฬสินธุ์ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 7 ห้องเรียนโดยการจับฉลาก เป็นกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบฝึกคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดด้วยคำถาม ต่อพัฒนาการคิดด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น อนุบาลปีที่ 2 และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน กลุ่มทดลองที่ใช้แบบฝึกคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดด้วยคำถาม มีการคิดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับก่อนประถมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การคิดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับก่อนประถมศึกษาของนักเรียนชั้นอนุบาลปี ที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดด้วยคำถามมีการคิดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนตามการจัดประสบการณ์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจา เรืองเสมอ (2549) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ จากผลต่างของคะแนนแบบเลือกตอบ พบว่าไม่แตกต่างกันและจากคะแนนภาคปฏิบัติ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากคะแนนผลต่างของ แบบทดสอบแบบเลือกตอบและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากคะแนนภาคปฏิบัติหลังการทดลอง วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุดารัตน์ วิไลวรรณ (2551) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทาง การศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ระดับปานกลาง โดยนักเรียนที่มี ระดับการคิดวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท นักเรียนที่มีการคิดแบบเชื่อมโยงนักเรียนชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีความสัมพันธ์มีทักษะวินจำแนกประเภท ในภาพรวมอยู่ระดับปานกลางพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการ คิดที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

วนิดา สุขสมโสด (2552) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องแรงและความดันความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ จำนวน 50 คน พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ลีดเดอร์แมน (Lederman, 1999) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างคือครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน ติดตามเก็บข้อมูลเป็นเวลาหนึ่งปีด้วยการสังเกตในห้องเรียน ใช้แบบสอบถามปลายเปิด แบบ สัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและมีโครงสร้าง และการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทั้งครูใหม่ และครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน ห้องเรียน ดังนั้นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีผลต่อการนำไปจัดการเรียนรู้ใน ห้องเรียน

อเคอร์สัน, อับดุลเอลคาร์ลิค และลีดเดอร์แมน (Akerson, Abd - El – Khalick, & Lederman, 2000) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 25 คน และนักศึกษาฝึกสอนระดับประถมศึกษา 25 คน และใช้แบบสอบถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างก่อนและหลังเรียนพบว่าก่อนจัดการเรียนรู้นักเรียนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Ochanji (2004) การศึกษาครั้งนี้เป็นการสำรวจปัจจัยที่เป็นสื่อกลางระหว่างการถ่ายโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS) และการสอนวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS) ผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นิสิตครูจำนวน 17 คนเป็นผู้ที่ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยคนละแห่งจำนวน 3 แห่งโดยได้ศึกษาอยู่ในโปรแกรมวิทยาศาสตร์ศึกษาและมีประสบการณ์ในการสอนนักเรียนโดยการสังเกตการสอนและสัมภาษณ์นักเรียนทั้งในระหว่างการสอนและหลังการสอนใช้แบบสอบถามปลายเปิดเพื่อประเมินแนวคิดธรรมชาติของการสอนวิทยาศาสตร์ผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่านอกจากการแข่งขันการบริหารจัดการห้องเรียนการทำงานภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ถูกควบคุมโดยครูที่เป็นเจ้าของห้องเรียนและความไม่คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนแล้วความรู้ในเนื้อหาที่จะสอนก็มีความจ าเป็นสำหรับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งยังไม่ได้รับการพัฒนาที่เพียงพอกับครูเหล่านี้พวกเขาแสดงเห็นว่าความรู้ในเนื้อหาที่จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และวิธีการสอนนั้นมีความสำคัญอย่างไรก็ตามความรู้ในวิธีสอนนั้นมีความจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งยังคงขาดแคลน

Khishfe and Lederman (2006) ได้ศึกษาการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit) ของนักเรียนเกรด 9 โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ผนวกกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (integrated) เรื่อง ภาวะโลกร้อน และกลุ่มที่ไม่ผนวกกับเนื้อหา พบว่าการสอนโดยผนวกเนื้อหานั้นช่วยพัฒนาธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนที่แยกเนื้อหาวิชากับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (non-integrated) เพียงเล็กน้อย

Khishfe and Lederman (2007) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9,10 11 ที่สอนโดยครูสามคนที่ผ่านโครงการพัฒนาครูมาแล้ว 1 ปี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ชุดแรกนักเรียนเกรด 9 แบ่งเป็นมีการจัดการเรียนการสอนโดยผนวกกับเนื้อหาและไม่ ผนวกเนื้อหาวิชาสิ่งแวดล้อม ชุดที่สองนักเรียนเกรด 10 แบ่งเป็นมีการจัดการเรียนการสอน ผนวกเนื้อหาและไม่ผนวกเนื้อหาวิชาเคมี และชุดที่สามนักเรียนเกรด 11 แบ่งเป็นมีการจัด การเรียนการสอนเนื้อหาและไม่ผนวกเนื้อหาวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า มุมมองธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ผนวกเนื้อหามีการพัฒนาได้ดีกว่า

Khishfe (2008) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบริบทของการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้ง (explicit-oriented instructional approach) ของนักเรียนเกรด 7 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ผ่านการอบรมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผ่านการอภิปราย โดยสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคำถามวิจัยว่า แนวทางการสอนเพื่อพัฒนา

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งนั้นเป็นอย่างไรและความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วง ก่อน กลาง และหลังการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างไร โดย มีการจัดการเรียนการสอนให้ผนวกกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้เน้นองค์ประกอบ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ องค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ การลงความเห็นข้อมูลและความคิด สร้างสรรค์ โดยใช้เครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ประกอบกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยมุ่งความสนใจไปที่กระบวนการพัฒนามุมมองธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องในระหว่างการจัดการเรียนการสอนผ่าน มุมมองที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนความเข้าใจคลาดเคลื่อนเป็น เข้าใจ (Intermediary views) ไปสู่มุมมองที่เข้าใจ

แลดด์ และ แอนเดอร์สัน (Ladd & Anderson, 1970) ได้ศึกษาการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้จากการตั้งคำถามของครู เพื่อศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ครูจำนวน 40 คน ทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำการสอนนักเรียน 40 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าถามคำถามในระดับสูงและระดับต่ำ

บัทโซ (Butzow, 1971) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการสอน และภายหลังการสอน พบว่า คะแนนจากการทดลอง ทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือนักเรียนมีความ สามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการ ทดลองเพิ่มมากขึ้น

สตีเวนส์ และแอทวูด (Stevens & Atwood, 1978) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน เกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน เกรด 9 จำนวน 529 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ไปสอบก่อนและหลังสอน พบว่านักเรียนที่มีความสนใจสูงกว่าจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเดิม นั่นก็คือ อาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Simsek and Kabapinar (2010) ได้กล่าวว่าการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

Ogan-Bekiroğlu and Arslan (2014) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาครูฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 ของมหาวิทยาลัย State อายุประมาณ 23 ปี จำนวน 25 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 13 คน และกลุ่มควบคุม 12 คน โดยกลุ่มควบคุมจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบแต่ไม่มีการสร้างแบบจำลอง และกลุ่มทดลองจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นเวลา 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (the Integrated Process Skill Tests) เป็นแบบปรนัย จำนวน 36 ข้อซึ่งวัด 5 ทักษะ ได้แก่ การกำหนดตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การแปลความหมายข้อมูล การออกแบบการทดลอง และแบบทดสอบแนวคิด เรื่อง แรง เป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ t-test แมน-วิทนีย์ยูผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งนักศึกษาสร้างทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และแปลความหมายข้อมูล และกราฟได้ดีกว่าก่อนเรียน ส่วนคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 มีนักเรียนจำนวน 35 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 มีนักเรียนจำนวน 35 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 มีนักเรียนจำนวน 35 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/4 มีนักเรียนจำนวน 33 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 มีนักเรียนจำนวน 34 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/6 มีนักเรียนจำนวน 33 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/7 มีนักเรียนจำนวน 33 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/8 มีนักเรียนจำนวน 32 คน จำนวนนักเรียนรวม 270 คน เป็นนักเรียนที่สอบคัดเลือกเข้ามาเรียน แล้วใช้โปรแกรมในการสุ่มเพื่อคละความสามารถนักเรียน นักเรียนแต่ละห้องจะไม่แตกต่างกัน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 35 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 35 คน โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 70 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นแบบการวิจัยแบบการทดลองที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม มีการวัดเฉพาะหลังเรียน (randomized control group posttest-only design) มีวิธีการ ดังนี้ 1) เลือกตัวอย่างจากประชากรโดยวิธีสุ่ม (จับฉลาก) 2) จัดตัวอย่างเข้ากลุ่ม 2 กลุ่มโดยวิธีการสุ่ม (จับฉลาก) 3) กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง (RE) คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 และกลุ่มควบคุม (RC) คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 4) ให้สิ่งทดลองเป็น X กับ

กลุ่มทดลอง แต่ไม่ให้กับกลุ่มควบคุม 5) วัดตัวแปรตามหลังเรียนเสร็จทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่ม T_E และ T_C ในเวลาเดียวกันด้วยเครื่องมือชุดเดียวกัน 6) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน จำนวนเวลา 16 ชั่วโมง

2.1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

2) ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานซึ่งจัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้และระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
1	จำแนกพืชและสัตว์	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 2. การสังเกต การอนุมาน และการลงข้อสรุปเชิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน 7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั่นคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับที่แน่นอน และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีการทดลองเท่านั้น

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 4. ทักษะการจำแนกประเภท 6.ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2	เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 2. การสังเกต การอนุมาน และการลงข้อสรุปเชิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน 5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. ทักษะการสังเกต 4. ทักษะการจำแนกประเภท 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3	วัตถุ วัสดุ สสาร	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 1. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการใช้ตัวเลข 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง
4	การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
5	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 3. ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน โดยกฎจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ที่มีแบบแผนที่แน่นอน แต่ทฤษฎีจะเป็นการอธิบายเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั่นคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับที่แน่นอน และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีการทดลองเท่านั้น **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 7. ทักษะการพยากรณ์ 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. ทักษะการทดลอง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
6	แม่เหล็ก	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 3. ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน โดยกฎจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ที่มีแบบแผนที่แน่นอน แต่ทฤษฎีจะเป็นการอธิบายเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ 4. การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง 14. การสร้างแบบจำลอง
7	การเคลื่อนที่ของแสงและการมองเห็น	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 12. ทักษะการทดลอง 13. การสร้างแบบจำลอง
8	ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 4. การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการณ์ 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติจำนวน 8 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ 1 เรื่อง จำแนกพืชและสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ 2 เรื่อง เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่อง วัตถุ วัสดุ สสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ 4 เรื่อง การศึกษาสมบัติของวัสดุเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย

แผนการจัดการเรียนรู้ 5 เรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

แผนการจัดการเรียนรู้ 6 เรื่อง แม่เหล็ก

แผนการจัดการเรียนรู้ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสงและการมองเห็น

แผนการจัดการเรียนรู้ 8 เรื่อง ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา

5) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติการตามคู่มือครูและสื่อประกอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งปัจจุบันเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่อยู่ในความสนใจที่เกิดจากข้อสงสัย โดยครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ ๆ ซึ่งความสนใจใคร่รู้นั้น อาจมาจากความสนใจของนักเรียนเอง การอภิปรายกลุ่ม หรือจากการนำเสนอของครูผู้สอนก็ได้ แต่จะต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนยอมรับโดยไม่มีการบังคับ หลังจากนั้นเมื่อได้ข้อคำถามที่น่าสนใจแล้ว ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกัน กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้การรับรู้จากประสบการณ์เดิม รวมกับการศึกษาเพิ่มเติมจากจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษา และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

(2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจากเอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุป

(3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผล เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ หรือ การสรุปเป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งผลสรุปที่ได้นั้น จะต้องสามารถอ้างอิงความรู้ มีความสมเหตุสมผล และมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

(4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้านี้ มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอน

อาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ตั้งคำถามจากการศึกษาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้มากขึ้น

(5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำข้อสอบ การทำรายงานสรุป หรือการให้นักเรียนประเมินตัวเอง เป็นต้น เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ที่ถูกต้องมากน้อยเพียงไรจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิจารณ์และคิดพิจารณาความรู้ที่ได้ให้รอบคอบ โดยมีครูผู้สอนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นให้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และนำนักเรียนไปสู่คำถามที่ต้องการการสำรวจตรวจสอบต่อไปอย่างต่อเนื่อง

2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ว่ามีความเหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่

2) นำผลการตัดสินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาสรุปโดยการแจกแจงความถี่ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย

3) ตัดสินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน และการแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.99-100) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสม ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.30 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ 1 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.32

แผนการจัดการเรียนรู้ 2 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.31

แผนการจัดการเรียนรู้ 3 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.30

แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.23
แผนการจัดการเรียนรู้ 5 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ 6 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.31
แผนการจัดการเรียนรู้ 7 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ 8 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.23

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน จำนวนเวลา 16 ชั่วโมง

2.2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชาของวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

2) ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานซึ่งจัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้และระบุจุดประสงค์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดโดยวิเคราะห์พร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
1	จำแนกพืชและสัตว์	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 2. การสังเกต การอนุมาน และการลงข้อสรุปเชิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน 7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั่นคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับที่แน่นอน และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีการทดลองเท่านั้น 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 4. ทักษะการจำแนกประเภท 6.ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2	เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 2. การสังเกต การอนุมาน และการลงข้อสรุปเชิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 1. ทักษะการสังเกต 4. ทักษะการจำแนกประเภท 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3	วัตถุ วัสดุ สสาร	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการใช้ตัวเลข 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง
4	การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
5	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 3. ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน โดยกฎจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ที่มีแบบแผนที่แน่นอน แต่ทฤษฎีจะเป็นการอธิบายเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั่นคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับที่แน่นอน และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีการทดลองเท่านั้น **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 7. ทักษะการพยากรณ์ 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. ทักษะการทดลอง
6	แม่เหล็ก	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 3. ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน โดยกฎจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ที่มีแบบแผนที่แน่นอน แต่ทฤษฎีจะเป็นการอธิบายเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ 4. การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
			8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 12. ทักษะการทดลอง 14. การสร้างแบบจำลอง
7	การเคลื่อนที่ของแสงและการมองเห็น	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 5. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้ประสบการณ์เดิม และความรู้สึก ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 12. ทักษะการทดลอง 13. การสร้างแบบจำลอง

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
8	ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา	2	**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 4. การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม 8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีทางสมบูรณ์หรือแน่นอน เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยความจริง ทฤษฎี และกฎ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการณ์ 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ 1 เรื่อง จำแนกพืชและสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ 2 เรื่อง เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่อง วัตถุ วัสดุ สสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ 4 เรื่อง การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย

แผนการจัดการเรียนรู้ 5 เรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

แผนการจัดการเรียนรู้ 6 เรื่อง แม่เหล็ก

แผนการจัดการเรียนรู้ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสงและการมองเห็น

แผนการจัดการเรียนรู้ 8 เรื่อง ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา

5) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยสอดแทรกการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

(1) หาเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน

(2) สรุปและเขียนเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

2. ขั้นสอน

2.1 นำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอปรากฏการณ์หรือคำถามของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น

2.2 สอดแทรกและนำเสนอเรื่องราวการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยอาจเป็นประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประวัตินักวิทยาศาสตร์ในช่วงการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น หรือ นำเสนอเส้นเวลาการค้นพบและเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น รวมทั้งการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ พร้อมทั้งมีการตั้งคำถาม ให้นักเรียนคาดการณ์ทำนายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ

3. ขั้นอภิปราย

3.1 เตรียมการอภิปราย โดยอาจมีการจัดกลุ่ม หรือเตรียมความพร้อมรายบุคคล

3.2 อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับการค้นพบความรู้ที่ถูกนำเสนอ

4. ขั้นสรุป

4.1 การสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4.2 การสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. การวัดและประเมินผล

5.1 วัดและประเมินทักษะจากการสังเกตระหว่างการทำกิจกรรมและตรวจใบบันทึกกิจกรรม

5.2 วัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอผลงาน และตรวจใบบันทึกกิจกรรม

5.3 วัดและประเมินทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายและตอบคำถาม

2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด การให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ว่ามีความเหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด มีความเหมาะสมหรือไม่

2) นำผลการตัดสินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาสรุป โดยการแจกแจงความถี่ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย

3) ตัดสินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์โดยใช้เกณฑ์การประเมิน และการแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.99-100) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสม ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด มีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.42 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ 1 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.41

แผนการจัดการเรียนรู้ 2 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.40

แผนการจัดการเรียนรู้ 3 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.40

แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.35

แผนการจัดการเรียนรู้ 5 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.54

แผนการจัดการเรียนรู้ 6 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

แผนการจัดการเรียนรู้ 7 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48

แผนการจัดการเรียนรู้ 8 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.31

2.3 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3.1 การสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS - C ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง คือ แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) พิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS - C (Lederman et al., 2002, pp. 497 - 521) และนำแบบวัดมาปรับเพื่อเลือกข้อคำถามให้ตรงกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยสร้างเป็นข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามที่พัฒนาปรับปรุงขึ้นจาก VNOS -A และ VNOS -B 7 ข้อ โดยเพิ่มข้อคำถามอีก 3 ข้อ เป็นแนวคิดที่ 6 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1 เป็นการทดลองเรื่องการเดินทางของแสง วัด NOS ด้านที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์

ข้อที่ 2 เป็นภาพสุนัข 2 ตัว วัด NOS ด้านที่ 2 การสังเกต การอนุมาน และการลงข้อสรุปเชิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน โดยการสังเกตจะทำให้ข้อมูลที่ใช้เป็นหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป

ข้อที่ 3 เป็นการพิจารณาทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติกับกฎแห่งการใช้และไม่ใช้ วัด NOS ด้านที่ 3 ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน

ข้อที่ 4 การประดิษฐ์บั้งไฟของคนไทย วัด NOS ด้านที่ 4 การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ข้อที่ 5 จันทรเกษมสาร เป็นวารสารสำหรับผู้แต่งที่สนใจตีพิมพ์บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ต้องมี peers ตรวจสอบความถูกต้อง วัด NOS ด้านที่ 5 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดความรู้จากประสบการณ์เดิมและความรู้สึกจึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของความรู้วิทยาศาสตร์

ข้อที่ 6 ภาพความรู้ที่ 1 มัมมี่ ความรู้ที่ 2 อาจารย์ใหญ่ วัด NOS ด้านที่ 6 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

ข้อที่ 7 ภาพการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสำรวจ วัด NOS ด้านที่ 7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ซึ่งไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับที่แน่นอน และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลอง เป็นต้น

ข้อที่ 8 นักวิทยาศาสตร์คิดค้นทฤษฎี เช่น ทฤษฎีในเรื่องโลกแบนที่อยู่ตรงกลางจักรวาล วัด NOS ด้านที่ 8 ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

ข้อที่ 9 ภาพฟ้าร้องและฟ้าผ่า วัด NOS ด้านที่ 6 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

ข้อที่ 10 ภาพความรู้ที่ 1 หุ่นยนต์ในภาพยนตร์ ความรู้ที่ 2 หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมอาหาร วัด NOS ด้านที่ 6 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ดำเนินงานภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

2.3.2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ จัดเตรียมแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 ซึ่งมีบริบทคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเกณฑ์การให้คะแนน

3) สร้างเกณฑ์การให้คะแนน โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนจากงานวิจัยของลีดเดอร์แมน และคณะ (Lederman et al., 2002, pp. 497 - 521) ฟิชไวด์ (Fishwild, 2005, pp. 53 - 62) และโจนส์ (Jones, 2010, pp. 194 - 197) เพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม ตามแนวของกาญจนา มหาลี (2553) ดังนี้

(1) ให้ 2 คะแนน คือ เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง นักเรียน สามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างประกอบได้ตรงประเด็นและสอดคล้องกับแนวคิดตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

(2) ให้ 1 คะแนน คือ เข้าใจบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างประกอบ สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมด หรือมีความสอดคล้องบางส่วนและไม่สอดคล้องบางส่วน หรืออธิบายขยายความถูกต้องแต่ยกตัวอย่างไม่สอดคล้อง หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลและยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน

(3) ให้ 0 คะแนน คือ ไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียน อธิบาย ให้เหตุผลและยกตัวอย่างประกอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรืออธิบายคลาดเคลื่อนจากแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนไม่อธิบายขยาย ความและยกตัวอย่างประกอบเกี่ยวกับแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนักเรียนไม่

แสดง ความคิดเห็น หรือตอบโดยแสดงความไม่เข้าใจ เช่น ตอบว่าไม่ทราบ ไม่แน่ใจ คำตอบกับการให้เหตุผลไม่สัมพันธ์กัน หรือคำตอบไม่ตรงกับประเด็นที่ถาม

4) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับแก้ตามคำแนะนำ

5) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรง และความถูกต้อง แล้วพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.208) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.80 - 1.00

6) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้และเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบและหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 กำหนดค่าความเที่ยงที่เหมาะสมควรมีค่า 0.70 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความเที่ยงสูง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, น. 117) ได้ค่าความยาก ระหว่าง 0.31 – 0.62 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 – 0.64 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78

2.4 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้แก่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองวาปีปทุม แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น และ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้ครอบคลุมทั้ง 14 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 14) การสร้างแบบจำลอง มีตัวบ่งชี้ 51 ตัวบ่งชี้ (จำนวน 51 ข้อ) ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ ซึ่งเป็นคำถามเดี่ยวที่สร้างขึ้น จากตัวบ่งชี้ 51 ตัวบ่งชี้

3) การแปลผลระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดการแปลผลระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเทียบจากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีอยู่ 8 ระดับ จากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ถึงระดับดีเยี่ยม โดยช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 0 - 100 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น. 22) ผู้วิจัยปรับเป็นคะแนนเต็ม 51 คะแนน ดังนี้

41.00 – 51.00 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับดีเยี่ยม (80.00 -100.00)

38.00 – 40.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก (75.00 – 79.00)

36.00 – 37.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับดี (70.00 – 74.00)

33.00 – 35.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับค่อนข้างดี (65.00 – 69.00)

31.00 – 32.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับน่าพอใจ (60.00 – 64.00)

28.00 – 30.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับพอใช้ (55.00 – 59.00)

25.00 – 27.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (50.00 – 54.00)

00.00 – 24.99 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (0.00 – 49.00)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ทักษะการสังเกต

1 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบเป็นส่วนใหญ่

2 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบบางส่วน

3 คะแนน ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต และบรรยายผลการสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบ

2. ทักษะการวัด

1 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ไม่ถูกต้อง ทำการวัดเพียงครั้งเดียว ใส่หน่วยไม่ถูกต้องส่วนใหญ่

2 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง แต่ ทำการวัดเพียงครั้งเดียว หรือ ใส่หน่วยไม่ถูกต้องบางส่วน

3 คะแนน เลือกและใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ทำการวัดอย่างน้อย 3 ครั้ง และ ใช้หน่วยได้ถูกต้อง

3. ทักษะการจำแนกประเภท

1 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ได้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ส่วนใหญ่

2 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ได้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้บางส่วน

3 คะแนน จัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ครบถ้วน สมบูรณ์

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหวางสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

1 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่งกับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่งกับอีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุได้อย่างถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหนึ่ง กับ อีกตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของวัตถุ หรือ ระหว่างตำแหน่งของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อมีปัจจัยภายนอกกระทำกับวัตถุ ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด

5. ทักษะการคำนวณ

1 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน คำนวณหาค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน ได้ถูกต้องทั้งหมด

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณค่าใหม่ ได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณค่าใหม่ ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน หรือ ไม่สมบูรณ์

3 คะแนน มีการนำผลการสังเกต วัด หรือ ทดลอง มาจัดกระทำ เช่น หาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณค่าใหม่ ที่ถูกต้อง ชัดเจน และ สมบูรณ์

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

1 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำกิจกรรม บางส่วน

2 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำกิจกรรม ส่วนใหญ่

3 คะแนน ลงความเห็นโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการทำกิจกรรมครบถ้วน

8. ทักษะการพยากรณ์

1 คะแนน สรุปคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป บางส่วน

2 คะแนน สรุปคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป ส่วนใหญ่

3 คะแนน สรุปคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป ทั้งหมด

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา บางส่วน

2 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลไม่ชัดเจน

3 คะแนน ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้อย่างชัดเจน

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

1 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องส่วนใหญ่

3 คะแนน มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

1 คะแนน ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

2 คะแนน สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน

3 คะแนน สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ครบถ้วน

12. ทักษะการทดลอง

12.1 การออกแบบการทดลอง

1 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานบางส่วน แต่ไม่มีการควบคุมตัวแปร

2 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรส่วนใหญ่

3 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรทั้งหมด

12.2 การปฏิบัติการทดลอง

1 คะแนน สามารถปฏิบัติการทดลองเองได้บางส่วน

2 คะแนน ปฏิบัติการทดลองได้ส่วนใหญ่แต่ไม่คล่องแคล่ว ต้องการความช่วยเหลือแนะนำในการใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องและปลอดภัย

3 คะแนน ปฏิบัติการทดลองได้ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง

1 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลบางส่วน และมีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลบางส่วน

2 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบส่วนใหญ่ และมีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูล ส่วนใหญ่ หรือ มีข้อมูลจากการทำซ้ำส่วนใหญ่

3 คะแนน บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล มีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด และ มีข้อมูลจากการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

1 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้องบางส่วน และสอดคล้องกับการสรุปผลบางส่วน

2 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนใหญ่ และสอดคล้องกับการสรุปผล

3 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และสอดคล้องกับการสรุปผล

14. การสร้างแบบจำลอง

1 คะแนน สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องบางส่วน

2 คะแนน สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องส่วนใหญ่และ สามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้

3 คะแนน สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องทั้งหมด และ สามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้

4) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ ลักษณะการใช้ภาษา ความถูกต้องของภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรง และความถูกต้อง แล้วพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 208) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.80 - 1.00

6) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว จำนวน 51 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3

7) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจการจำแนกโดยใช้วิธีการแจกแจงที (t - Distribution) โดยพิจารณาค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 กำหนดค่าความเที่ยงที่เหมาะสมควรมีค่า 0.70 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความเที่ยงสูง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, น. 117)

8) เลือกข้อคำถามสำหรับแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 51 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ ซึ่งเป็นคำถามเดี่ยวที่สร้างขึ้น จากตัวบ่งชี้ 51 ตัวบ่งชี้ ซึ่งได้ค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 – 0.41 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนด้วยตนเองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดให้นักเรียนกลุ่มทดลองและจัดการเรียนรู้แบบปกติให้นักเรียนกลุ่มควบคุม

3.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

3.3 นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

4.2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	M	แทน	ค่าเฉลี่ย
	SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาค่า t-test
	Sig	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ

การนำเสนอผลการวิจัย

เสนอผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน หลังการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้	n	คะแนนเต็ม	*M*	*SD*	t	Sig
- แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด	35	16	12.34	1.58	5.560*	.000
- แบบปกติ	35	16	10.23	1.59		

*p < .05

จากตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด มีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน หลังการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียน	n	คะแนนเต็ม	*M*	*SD*	t	Sig
- แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด	35	51	43.51	6.07	11.986*	.000
- แบบปกติ	35	51	28.97	3.83		

*p < .05

จากตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 270 คน เป็นนักเรียนที่มาจากการสอบแข่งขัน แล้วนำไปจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสุ่ม

2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยการสุ่มแบบกลุ่มเพื่อให้ได้ห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 70 คน แล้วจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 35 คน

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลารวม 16 ชั่วโมง ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS - C ตามกรอบแนวคิดของลีดเดอร์แมนและคณะ เป็นคำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ

2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ทักษะ ตามกรอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากตัวบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ ซึ่งมีตัวบ่งชี้ทั้งหมด 51 ตัวบ่งชี้ เป็นข้อคำถามเดี่ยวจำนวน 51 ข้อ

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนด้วยตนเองตามขั้นตอนดังนี้

1.4.1 จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนรู้แบบปกติให้นักเรียนกลุ่มควบคุม

1.4.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

1.4.3 นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.5.1 เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

1.5.2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

1.6 ผลการวิจัย

1.6.1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

1.6.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2. อภิปรายผล

2.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้นได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างชัดเจนมี 5 ประเด็น คือ ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ประเด็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม ประเด็นกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ประเด็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ควบคู่กับการคิดวิเคราะห์การใช้เหตุผลในทุกขั้นตอน และประเด็นวิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ประเด็นดังกล่าวที่เพิ่มขึ้นเด่น ๆ เป็นเพราะผู้วิจัยได้เลือกที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมาบูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติอยู่แล้วเพียงแต่ครูผู้สอนต้องชี้องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดและคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับเรื่องราวการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกนำเสนอ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น ซึ่งถือได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพราะไม่เป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูและยังสามารถพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของแมทธิว (Mathews, 1994 อ้างถึงในปริณดา ลิมปานนท์, 2547, น.57) ที่ว่าการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงประวัติการ

ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเข้าใจในประเด็นมโนทัศน์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น รวมทั้งมีความจำเป็นต่อการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะการอภิปรายและสะท้อนความคิดนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยวิธีชัดเจนและสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective)นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ที่ให้เหตุผลไว้ว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด (cognitive) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญและบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ร่วมกับเปิดโอกาสให้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมเชิงสืบเสาะเพียงอย่างเดียวแต่ขาดการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่ได้สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายบุรี “แจ้งประชาคาร” จำนวน 14 คน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชนิดปลายเปิด พบว่านักเรียน 13 คน ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลการอนุมานจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 กิจกรรม เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กิจกรรมรอยอะไรเอ่ย กิจกรรมกล่องดำ กิจกรรมภาพอะไรอยู่ในซอง กิจกรรมการพบฟอสซิล และกิจกรรมเห็นอะไรในภาพ หลังจากจัดกิจกรรมแล้วผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดชุดเดิมวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกครั้ง พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สรุปผลการศึกษาได้ว่า การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอเคอร์สันและคณะ (Akerson et al., 2000) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 25 คน และนักศึกษาฝึกสอนระดับประถมศึกษา 25 คน และใช้แบบสอบถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างก่อนและหลังเรียนพบว่าก่อนจัดการเรียนรู้นักเรียนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้นได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างชัดเจนมี 9 ทักษะ คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การสร้างแบบจำลอง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะดังกล่าวที่เพิ่มขึ้นเด่น ๆ เป็นเพราะผู้วิจัยได้เลือกที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมาบูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติอยู่แล้วเพียงแต่ครูผู้สอนต้องบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นอภิปรายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเรื่องราวการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกนำเสนอ ซึ่งถือได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพราะไม่เป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูและยังสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ที่มีแนวคิดว่าการสอนที่เน้นทักษะการคิดมักจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดของตนเอง มีอิสระในการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการเรียน (learn how to learn) และเรียนรู้ วิธีการคิด (learn how to think) ตลอดจนทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผน กำกับ ควบคุม และประเมิน การเรียนรู้ของตนเองได้ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามศักยภาพของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของลำเจียก กำธร และคณะ (2560) ที่มีแนวคิดว่าการสะท้อนคิดทำให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา อธิบายการแก้ปัญหาในการปฏิบัติ เลือกแนวทางในการปฏิบัติกับปัญหาต่าง ๆ มีความสามารถในการให้เหตุผลในการกระทำสิ่งนั้น ๆ และช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ (เอกชัย วิเศษศรี, 2557) ที่กล่าวถึงการสอนแบบสะท้อนคิดของครูส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนที่มีการสะท้อนคิด มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของบัทโซ (Butzow, 1971) ที่ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการสอน และภายหลังการสอน พบว่า คะแนนจากการทดลองทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือนักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ

(เยี่ยมสัก เฉลิมพักตร์, 2524) ที่ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ซึ่งในแต่ละข้อทดสอบจะประกอบด้วยรูปภาพเป็นเครื่องมือในการทดสอบ ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ย 72.68 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติได้ คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 75.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาเอกชนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาเอกชนได้คะแนนเฉลี่ย 73.80 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด คือ นักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 69.08 เปอร์เซ็นต์

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยภาพรวมพบว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน และเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งต้องร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียน รวมทั้งครูผู้สอนเองต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยใช้เรื่องราวการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ศึกษามา ซึ่งจะช่วยทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

3.1.2 ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งครูผู้สอนต้องสามารถประยุกต์แผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ได้กับทุกสถานการณ์ในห้องเรียน และเชื่อมโยงกับเรื่องราวการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับอื่น ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และภาพรวมของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.2.2 ควรศึกษาและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ควรศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อค้นพบเชิงลึก เช่น ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพโดยการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การประชุมกลุ่ม (Focus Group) เป็นต้น

3.2.4 ควรศึกษาความพึงพอใจหรือเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. https://academic.obec.go.th/images/document/1559878925_d_1.pdf.

กาญจนา มหาลี. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์] https://kaekae.oas.psu.ac.th/ojs/psuhsej/viewarticle.php?id=801&layout=abstract

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2557). ประวัติ ปรัชญา วัฒนธรรม และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1* (น. 1-62). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัย แก้วหนัน. (2553). *ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6317.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). *การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแนวคิดและวิธีการ.* วัฒนาพานิช. https://catalog-lib.psru.ac.th/opac/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00002428.

เบญจพร สาภักดี. (2555). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพอากาศ.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/265709.

ปริณดา ลิมปานนท์. (2547). *การศึกษาการจัดการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. https://core.ac.uk/download/pdf/275906452.pdf.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป. https://www.psclib.com/mbuisc/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=2619.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, *63*(1), 84 - 89. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/354945.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. สุวีริยาสาส์น. http://lib.neu.ac.th/ULIB/dublin.php?ID=1244.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์,5(*2), 73 - 90. https://webmaster.edu.cmu.ac.th/assets/upload/files/2020/10/20201030180841_37587.pdf.

ลำเจียก กำธร, จิณัฐตา ศุภศรี, และฐาปนี อัครสุวรรณกุล. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสะท้อนคิดของนักศึกษาพยาบาลในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลบุคคลที่มีปัญหาทางจิต. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 4*(1), 15-27. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/scnet/article/view/74849.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2551). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยศิลปากร. http://library.christian.ac.th/opac/showsearch_bk.php?pointer=T040945.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย https://www.ipst.ac.th/curriculum.

สุดารัตน์ วิไลวรรณ. (2551). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา* สังกัดกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_Mea/Sudarat_W.pdf

สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์, 29*(3), 228-239. https://kukrdb.lib.ku.ac.th/journal/index.php?/KJSS/search_detail/result/308015.

สุมาลี ดำรงไชย. (2537). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/59692.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.https://www.ipst.ac.th/curriculum

สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). *คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการ พัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. โรงพิมพ์อักษรไทย. https://slideplayer.in.th/slide/2038907/

อังคณา ปัทมพงศา. (2555). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งของนักเรียนวิทยาศาสตร์ศึกษา* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/265974 https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/KU.the.2012.182.

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Nature of Science*. Oxford University Press. http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm#enterp

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans.* Oxford University Press. http://www.project2061.org/publications/articles/2061/sfaasum.htm.

Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science* [Unpublished doctoral dissertation].Oregon State University.https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/wp988p07r

Abd-El Khalick, F.,Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education, 82*(4, 417-436. https://experts.illinois.edu/en/publications/the-nature-of-science-and-instructional-practice-making-the-unnat

Akerson, L. V., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(4), 295-317. https://doi.org/10.1080/09500690050044044

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science course on student' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(10), 1057-1095. https://www.researchgate.net/publication/229688748_The_Influence_of_history_of_science_courses_on_students'_views_of_nature_of_science https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C.

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). View of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(6), 497-521. https://doi.org/10.1002/tea.10034.

Abell, S.K., & Lederman, N.G. (2014). *Handbook of research on science education Volume II*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203097267.

Butzow, J. W. (1971). The process learning component of introductory physical science: A pilot study. *The Journal Research in Education, 6*(10), 1-20. https://eric.ed.gov/?id=ED052047

Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(5), 487-509. https://www.researchgate.net/publication/227722858_Just_do_it_Impact_of_a_science_apprenticeship_program_on_students'_understanding_of_the_nature_of_science_and_scientific_inquiry https://doi.org/10.1002/tea.10086.

Conant, J. B. (1957). *Harvard case histories in experimental science*. Harvard University Press. https://archive.org/stream/harvardcasehisto010924mbp/harvardcasehisto010924mbp_djvu.txt.

Crumb, G. H. (1965). Understanding of science in high school physics. *Journal of Research in Science Teaching, 3*(3), 246-250. https://doi.org/10.1002/tea.3660030312

Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher, 31*(6), 56-60.

https://www.researchgate.net/publication/272681697_Teaching_and_assessing_the_nature_of_science_How_to_effectively_incorporate_the_nature_of_science_in_your_classroom

Durkee, P. (1974). An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high-ability students studying physics. *Science Education, 58*(3), 343-356. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730580308.

Duit, R.,& Treagust, D.F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education 25*(6), 671-688. http://dx.doi.org/10.1080/09500690305016.

Fishwild, J. E. (2005). Modeling instruction and the nature of science. [Master's thesis, Wisconsin - Whitewater University]. http://library.uww.edu/ethesis/Fishwild2005.pdf. http://digital.library.wisc.edu/1793/329.

Flick, L.B., & Lederman, N.G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science*. Springer. https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2016091

Gallagher, C., Hipkins, R., & Zohar,A. (2012). Positioning thinking within national curriculum and assessment systems: Perspectives from Israel, New Zealand and Northern Ireland. *Thinking Skills and Creativity, 7*(2), 134-143. https://www.researchgate.net/publication/257701325_Positioning_thinking_within_national_curriculum_and_assessment_systems_Perspectives_from_Israel_New_Zealand_and_Northern_Ireland

Hodgin, E., & Kahne, J. (2018). Misinformation in the information age: what teachers can do to support Students. *Social Education, 82*(4), 208-212. https://www.researchgate.net/publication/341763454_Misinformation_in_the_Informatio n_Age_What_Teachers_Can_Do_to_Support_Students.

Johnston, A., & Southerland, S. A. (2002). Conceptual ecologies and their influence on nature of science conceptions: More dazed and confused thanever. *National Association for Research in Science Teaching, 20*(2), 1-12.

https://www.academia.edu/3134013/Conceptual_ecologies_and_their_influence_on_nature_of_science_conceptions_More_dazed_and_confused_than_ever

Klopfer, L.E., & Cooley, W.W. (1963). The history of science cases for height school in the development of student's understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching, 1*(1),33-47. https://doi.org/10.1002/tea.3660010112.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(7), 551-578. https://doi.org/10.1002/tea.10036.

Khishfe, R., & Lederman, N.G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(4), 395 - 418. https://doi.org/10.1002/tea.20137.

Khishfe, R., & Lederman, N.G. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education, 29*(8), 939-961.

https://www.researchgate.net/publication/233279995_Relationship_between_Instructional_Context_and_Views_of_Nature_of_Science.

Kruse, J. (2008). Integrating the nature of science throughout the entire school year. *Iowa Science Teachers Journal, 35*(2), 15-20. https://scholarworks.uni.edu/istj/vol35/iss2/5/.

Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(4), 470-496. https://doi.org/10.1002/tea.20230.

Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: St learning in genetics and nature of science. *Science and Education, 19*(2), 187-215. https://eric.ed.gov/?id=EJ872155.

Lederman, N.G., & O'Malley, M. (1990). Student's perceptions of tentativeness in science: Development use and sources of change. *Science Education, 74*(2), 225-239. https://doi.org/10.1002/sce.3730740207.

Lederman, N.G. (1992). Student and teachers conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(4), 331-359. https://doi.org/10.1002/tea.3660290404.

Lederman, N. G. (1999). Teachers understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(9), 916-929. https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=709875.

Lederman, N. G. (2002). Views of nature of science queationaire: Toward valid and meaningful assessment of learner's conception of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(6), 497-518. https://www.researchgate.net/publication/229682332_Views_of_Nature_of_Science_Questionnaire_Toward_Valid_and_Meaningful_Assessment_of_Learners'_Conceptions_of_Nature_of_Science.

Losh, S.C., Tavani, C.M., Njoroge, R., Wilke, R., & McAuley, M. (2003). What does education really do? Educational dimensions and pseudoscience support in the American general public. *The skeptical Inquirer, 27*(5), 30-36. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1485290.

Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge. https://philpapers.org/rec/MATSTT

McComas, W. F. (1998). *The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. The Nature of Science in Science Education*. Kluwer Academic Publishers. https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47215-5_3

McComas, W. F. (2000). *The nature of Science in science education rationales and strategies*. Kluwer academic publishers. https://www.researchgate.net/profile/William Mccomas/publication/226983662_The_Nature_of_Science_and_Science_Education_A_Bibliography/links/00463537c991ff2d92000000/The-Nature-of-Science-and-Science-Education-A-Bibliography.pdf.

McComas, W. F. (2002). *The nature of science in science education*. University of Southern California. https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47215-5_2.

McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (ed.), *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies.* (pp. 3-39). Kluwer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47215-5_1

McComas, W. F., (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher, 71* (9), 24-27. https://www.researchgate.net/publication/262450010_Keys_to_teaching_the_nature_of_science_Focusing_on_the_nature_of_science_in_the_science_classroom

Moss, D., & Robb, J. (2001). Examining students conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education, 23*(8), 771-790. https://www.researchgate.net/publication/278489732_Examining_student_conceptions_of_the_nature_of_science

National Research Council. (1996). *Inquiry and the national science education standards*. National Academic Press. https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1216373.

National Science Teachers Association. (2020, January). *Position Statement on the Nature of Science.* https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science

Olson, J. K., & Clough, M.P. (2004). The nature of science: Always part of the science story. *The Science Teacher, 71*(9), 28-31. https://www.researchgate.net/publication/234593224_The_nature_of_science_Always_part_of_the_science_story.

Promkatkaew, T. (2007). *Development of semi-structured interviews for studying lower primary teachers' conceptions and instruction of the nature of science* [Doctoral dissertation, Srinakharinwirot University]. https://www.researchgate.net/publication/251381511_Development_of_Semi-structured_Interviews_for_Studying_Lower_Primary_Teachers'_Conceptions_and_Instruction_of_the_Nature_of_Science.

Rudge, D.W., & Howe, E.M. (2009). An explicit and reflecttive approach to the use of history to promote understanding of the nature of science of science. *Science & Education, 18*(5), 561-580. https://doi.org/10.1007/s11191-007-9088-4.

Songer, N., & Linn, M. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 761-784. https://doi.org/10.1002/tea.3660280905.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., Khishfe, R., Lederman, J. S., Matthews, L., & Liu, S. Y. (2002). Explicit/Reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: impact on student learning. *The Annual International Conference of the Association for the Education of teachers in Science, 22*(1),1-22. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED465622.pdf.

Schwartz, R. S.,Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education, 88*(4), 610-645. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10128.

Trent, J. (1965). The attainment of the concept understanding science using contrasting physics courses. *Journal of Research in Science Teaching, 3*(3), 224-229. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660030309.

Tamir, P. (1972). Understanding the process of science by students exposed to different science curricula in Israel. *Journal of Research in Science Teaching, 9*(3), 239-245. https://doi.org/10.1002/tea.3660090309.

Wall, L. (2012). Third grade African American students' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching. 49*(1), 1-37. https://doi.org/10.1002/tea.20450.

Yacoubian, H.A., & BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(10), 1229-1252. https://www.researchgate.net/publication/230309181_The_Effect_of_Reflective_Discussions_Following_InquiryBased_Laboratory_Activities_on_Students'_Views_of_Nature_of_Science https://doi.org/10.1002/tea.20380.

This is Mendeley biography

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

1. ชื่อ : ดร. สุวิทย์ คำมณี
   สถานที่ทำงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
   วุฒิการศึกษา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา : หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม คณะศึกษาศาสตร์
2. ชื่อ : ดร. อรุณลักษณ์ คำมณี
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนเมืองวาปีปทุม
   วุฒิการศึกษา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา : หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ข้าราชการครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
3. ชื่อ : นาย ธนัช ภูมิชูชิต
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนวาปีปทุม
   วุฒิการศึกษา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ข้าราชการครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
4. ชื่อ : นาย ทองคำ คำดำ
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนเมืองวาปีปทุม
   วุฒิการศึกษา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา : วิจัย และประเมินผลการศึกษา
   มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ข้าราชการครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
5. ชื่อ : นาง มณีรักษ์ คำดำ
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนเมืองวาปีปทุม
   วุฒิการศึกษา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา : วิจัย และประเมินผลการศึกษา
   มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ข้าราชการครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 2

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**
เรื่อง เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร **ภาคเรียนที่ 1/2566**
เวลา 2 ชั่วโมง **ครูผู้สอน ประเสริฐ ปะระทัง**

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

สัตว์แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มี กระดูกสันหลังจำแนกย่อยลงไปได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มปลา กลุ่มสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มสัตว์จำพวกนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

จุดประสงค์ด้านความรู้ (K)

1. สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้
2. อภิปรายเพื่อจำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองได้
3. อภิปรายและสรุปเกณฑ์ในการจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้

จุดประสงค์ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)

1. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์
6. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม
8. อธิบายความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จุดประสงค์ด้าน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P)

1. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการสังเกต
4. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจำแนกประเภท
6. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จุดประสงค์ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

10. รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์
11. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น
12. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ความรู้พื้นฐาน

ผู้เรียนมีพื้นความรู้เกี่ยวกับการจำแนกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในท้องถิ่นมาแล้วทั้งพืชและสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์ได้เห็นลักษณะโครงสร้างภายนอก เช่น ขา ครีบ ตีน ปีก เขา ปาก ซึ่งสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ในท้องถิ่นออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้จากบทเรียนวิทยาศาสตร์ประถมศึกษาปีที่ 4

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

-

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยสอดแทรกการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 หาเรื่องราวทางประวัติวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน

1.2 สรุปและเขียนเรื่องราวทางประวัติวิทยาศาสตร์

1.3 การสอนการจำแนกสัตว์ ผู้สอนจะต้องเตรียมภาพสัตว์หรือสัตว์ตัวอย่างที่จะให้ผู้เรียนจำแนก รวมทั้งต้องเตรียมใบกิจกรรมและใบบันทึกกิจกรรมให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มของผู้เรียน ผู้สอนต้องศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจำแนก โดยการจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลัง 5 กลุ่ม โดยดูจากลักษณะคล้ายคลึงกันไว้ด้วยกัน หรือใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิของร่างกาย การหายใจ การสืบพันธุ์ ดังมีรายละเอียดอยู่ในหนังสือเรียนแล้ว เพื่อจะให้ผู้เรียนได้เห็นเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ที่ผู้เรียนคิดขึ้นมากับเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจำแนก เพื่อให้เห็นว่าเกณฑ์ใดมีรายละเอียดและน่าจะใช้เป็นเกณฑ์ที่ถูกต้องมากกว่ากัน

2. ขั้นสอน

2.1 นำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอการค้นพบของวิทเทเคอร์ (5-10 นาที)

2.2 ผู้สอนแสดงภาพสัตว์หรือตัวอย่างของจริงที่หลากหลายมีลักษณะต่าง ๆ กัน และอภิปราย กับผู้เรียนเกี่ยวกับสัตว์ต่าง ๆ เหล่านั้น สัตว์บางชนิดผู้เรียนอาจรู้จักแล้ว แต่สัตว์บางชนิดผู้เรียนอาจไม่รู้จัก เพื่อนำไปสู่ปัญหาว่าจะจัดกลุ่มสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้อย่างไร และถ้าจะแยกภาพสัตว์เหล่านี้ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ โดยใช้กระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ จะแยกสัตว์เหล่านั้นได้อย่างไร บันทึกลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.1

2.3 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ให้แต่ละกลุ่มวางแผนและรวบรวมความคิดร่วมกัน โดยใช้กระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ว่าจะจำแนกสัตว์เหล่านั้นได้อย่างไร

2.4 ให้ผู้เรียนนำภาพกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง และกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มาจำแนกต่อ โดยจำแนกออกทีละสองกลุ่มในลักษณะที่ตรงกันข้าม บันทึกลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.2 โดยใช้เกณฑ์ ของผู้เรียนเอง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สัตว์ในธรรมชาติ

สัตว์มีกระดูกสันหลัง

- สัตว์ปีก บินได้ บินไม่ได้
- สัตว์ไม่มีปีก สัตว์บก สัตว์น้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- โครงร่างแข็งภายนอก เปลือกแข็งหุ้ม ที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ หอยชนิด ต่าง ๆ
  เปลือกแข็งหุ้ม ที่ไม่ใช่หินปูนเป็นองค์ประกอบ กุ้ง แมลง
- ไม่มีโครงร่างแข็ง ลำตัวกลม ไส้เดือนดิน
  ลำตัวแบน พยาธิตัวแบน

2.5 เมื่อผู้เรียนจำแนกเสร็จแล้ว นำเสนอผลการจำแนกสัตว์ของแต่ละกลุ่ม เพื่อร่วมอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

2.6 ผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง และไม่มีกระดูกสันหลัง โดยใช้ลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการจำแนก คือ อุณหภูมิร่างกาย การหายใจ การสืบพันธุ์ แล้วให้ผู้เรียนฝึกจัดกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังอีกครั้งหนึ่งตามเกณฑ์ดังกล่าว บันทึกลงในใบกิจกรรม 2.3

3. ขั้นอภิปราย

3.1 นำผลการจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลัง มาร่วมกันอภิปรายถึงเหตุผลที่ใช้ในการจำแนก (ผู้สอนอาจจะแนะนำให้ผู้เรียนพิจารณาใช้เกณฑ์จากลักษณะภายนอกของสัตว์ ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการจำแนก พร้อมทั้งบอกเกณฑ์และเหตุผลที่ใช้ในการจำแนก จากนั้นร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกของแต่ละกลุ่มว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3.2 อภิปรายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเรื่องราวการค้นพบของวิทเทเคอร์ รวมทั้งกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ลงมือปฏิบัติในกิจกรรมที่ 2.1 และ 2.2 โดยใช้คำถามเป็นตัวขับเคลื่อนนำไปสู่การพานักเรียนอภิปรายให้ถึงให้เชื่อมโยงว่าการการจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตมันขึ้นอยู่กับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น คือ 1. มีความเข้าใจในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Scientific Ideas Are Subject To Change) วิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้จากการสังเกตอย่างรอบคอบและ

สร้างทฤษฎีมาอธิบาย ปรากฏการณ์นั้น การเปลี่ยนแปลงความรู้หรือทฤษฎีสามารถเกิดขึ้นได้หากมีทฤษฎีใหม่ที่อธิบาย ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีและครอบคลุมมากกว่าทฤษฎีเดิม

2. มีความเข้าใจในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ประกอบกับนักวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย มีทั้งชายและหญิง หน้าใหม่และอาวุโส หลายเชื้อชาติมีการรวมตัวกันทั้งแบบ เป็นทางการไม่เป็นทางการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรูปตรวจสอบความถูกต้อง ทำงานร่วมกัน (Science Is a Complex Social Activity) กิจการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการทำงานที่หลากหลายวิธีการ และดำเนินงานภายใต้หลักสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับ วิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของทุกอาชีพ การเผยแพร่ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดโอกาสในการได้รับการวิพากษ์วิจารณ์จากนักวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

3. มีความเข้าใจในประเด็นความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์อาวุโสหรือผู้มีอำนาจไม่ได้กำหนดความถูกต้อง ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is Not Authoritarian) วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานที่สามารถ พิสูจน์ได้ตรวจสอบได้และความคิดเห็นซึ่งได้จากผู้ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทาง นักวิทยาศาสตร์ไม่มีอำนาจตัดสินใจแทนบุคคลอื่นได้ว่าสิ่งใดจริงหรือสิ่งใดไม่จริง สิ่งใดผิดหรือสิ่งใดถูก เช่น เมื่อเรียนจบแล้ว นักเรียนควรรู้ว่าในระยะยาว ทฤษฎีจะถูกตัดสินโดยพิจารณาว่าทฤษฎีนั้นใช้เวลาในการศึกษา/สังเกตได้ดีหรือไม่ และทฤษฎีนั้นช่วยให้เกิดผลการทำนายที่เที่ยงตรงมากเพียงใด .หรือเมื่อเรียนจบแล้ว นักเรียนควรรู้ว่าในบางครั้งการสำรวจด้วยวิธีการเดิมอาจให้ผลลัพธ์ที่ต่างไปจากเดิม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสิ่งที่สำรวจเปลี่ยนแปลงไป หรืออาจเป็นเพราะใช้วิธีการที่ไม่เหมือนเดิม หรือสถานการณ์ขณะสำรวจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เป็นต้น

รวมทั้งอภิปรายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ทักษะการสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 รวบรวมข้อสนเทศและข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ 2. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นการจัดจำพวกวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดให้สิ่งที่มีสมบัติบางประการเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายโดยใช้ภาพหรือภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสื่ออื่น ๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยาย เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความได้อย่างชัดแจ้งรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

4. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้ว่าสัตว์ชนิดใดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และแตกต่างจากกลุ่มอื่น นักวิทยาศาสตร์ ได้มีการจำแนกสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เช่น กระดูกสันหลัก การสืบพันธ์ อุณหภูมิร่างกาย การหายใจ เป็นต้น โดยการแบ่งประเภทสัตว์ที่

เน้นให้ศึกษาได้ง่ายมักใช้เกณฑ์ของกระดูกสันหลังของสัตว์ในการแบ่ง สามารถแบ่งออก ได้ 2 ประเภท ดังนี้ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์ในกลุ่มมีกระดูกสันหลังมีลักษณะกระดูกที่เป็นแนวยาวไปตามด้านหลังของสัตว์ ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง คือ สัตว์ที่ไม่มีกระดูกแข็งเป็นแนวยาวไปตามด้านหลังของสัตว์ สัตว์มีกระดูกสันหลัง เป็นสัตว์ที่มีเนื้อเยื่อของร่างกายเจริญเป็นอวัยวะที่มีการทำงานซับซ้อน ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่อาศัยอยู่ทั้งในน้ำและบนบก จัดว่าเป็นสัตว์ชั้นสูง แบ่งกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง ได้ดังนี้ สัตว์พวกปลา เป็นสัตว์เลือดเย็น หายใจด้วยเหงือก มีแผ่นปิดเหงือก มีครีบ บางชนิดมีเกล็ด บาง ชนิดไม่มีเกล็ด เช่น ปลาตะเพียน ปลากระเบน ฉลาม ม้าน้ำ ฯลฯ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เป็นสัตว์เลือดเย็น ผิวหนังเปียกชื้น ไม่มีเกล็ด ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ หายใจ ด้วยเหงือก เมื่อโตขึ้นหายใจด้วยปอดและผิวหนัง อาศัยอยู่บนบก มี 4 ขา เช่น กบ อึ่งอ่าง คางคก จิ้งจก น้ำฯลฯ สัตว์เลื้อยคลาน เป็นสัตว์เลือดเย็น ผิวหนังแห้ง ลำตัวมีเกล็ดปกคลุม หายใจด้วยปอด วางไข่บน บก ไข่มีเปลือกแข็งหุ้ม เช่น เต่า จระเข้ กิ้งก่า จิ้งจก ฯลฯ สัตว์จำพวกนก เป็นสัตว์เลือดอุ่น หายใจด้วยปอด ขาคู่หน้าพัฒนาไปเป็นปีก มีขนเป็นแผง มี เกล็ดที่ขาและนิ้วเท้า ไข่มีเปลือกแข็งหุ้ม มีจะงอยปากแข็ง เซลล์เม็ดเลือดแดงมีนิวเคลียสตลอด ชีวิต เช่น นกพิราบ นกนางนวล นกยูง นกกระจอกเทศ ฯลฯ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์เลือดอุ่น ผิวหนังเรียบ มีต่อมน้ำนมหรับสร้างน้ำนมให้ตัวอ่อน หายใจด้วยปอด มีขนแบบ เส้นผม ส่วนใหญ่เป็นสัตว์บก เช่น สุนัข ช้าง ลิง เสือ สิงโต จิงโจ้ เม่น หนู ฯลฯ สำหรับสัตว์น้ำที่ จัดเป็นเลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น โลมา วาฬ พะยูน ฯลฯ สัตว์ปีกมีชนิดเดียวคือ ค้างคาว สัตว์เลี้ยง ลูกด้วยน้ำนมส่วนใหญ่ออกลูกเป็นตัว ยกเว้นตุ่นปากเป็ดและอีคิดนาเท่านั้นที่ออกลูกเป็นไข่ สัตว์ประเภทนี้ มีทั้งสัตว์ชนิดที่กินพืชและกินสัตว์เป็นอาหาร สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง คือ เป็นสัตว์ที่ไม่มี สัตว์ที่ไม่มีกระดูกแข็งเป็นแกนกลางภายในร่างกาย มักจะมีขนาดเล็ก ถ้ามีขาจะมีจำนวนขามาก และมีการเคลื่อนที่แตกต่างกัน แบ่งตามประเภทของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังได้ดังนี้ พวกฟองน้ำ ลักษณะลำตัวมีโพรง มีรูพรุน สืบพันธุ์ได้ทั้งอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำเค็ม เช่น ฟองน้ำ ฟองน้ำแก้ว ฯลฯ พวกลำตัวกลวงหรือมีโพรง ลักษณะลำตัวคล้ายทรงกระบอกกลวง มีช่องเปิดออกจากลำตัวเพียงช่อง เดียว กลางลำตัวเป็นโพรง เป็นทางให้อาหารเข้าและ กักอาหารออกจากลำตัว มีเข็มพิษไว้ ป้องกันตัวและจับเหยื่อ สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศบางชนิดอาศัยในน้ำจืด เช่น ไฮดรา และบางชนิดอาศัยในน้ำเค็ม เช่น แมงกะพรุน ปะการัง ดอกไม้ทะเล ฯลฯ พวกหนอนตัวแบน ลักษณะลำตัวแบนยาว มีปากแต่ไม่มีทวาร สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและ ไม่อาศัยเพศ อาศัยอยู่ในน้ำเค็มและน้ำจืด เช่น พยาธิใบไม้ พยาธิตัวตืด ฯลฯ พวกหนอนตัวกลม ลักษณะลำตัวยาว ผิวเรียบ ไม่เป็นปล้อง เพศผู้เพศเมียแยกคนละตัว สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ ดำรงชีวิตแบบปรสิต เช่น พยาธิตัวจี๊ด พยาธิปากขอ ฯลฯ พวกหอยทะเลและหมึกทะเล ลักษณะลำตัวนิ่มมีหัวใจสูบฉีดเลือด เคลื่อนที่โดยใช้กล้ามเนื้อ หายใจด้วยปอด สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศออกลูกเป็นไข่ เช่น หอยขี้กา หอยทาก หมึกทะเล ฯลฯ พวกสัตว์ทะเล ผิวขรุขระ ลักษณะตามผิว

ลำตัวหยาบ ขรุขระ มีสารพวกหินปูนเป็น องค์ประกอบ ร่างกายแยกเป็นแฉก สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ออกลูกเป็นไข่ เช่น ดาวทะเล ปลิงทะเล เม่นทะเล ฯลฯ พวกที่มีขาเป็นข้อ ลักษณะขาต่อกันเป็นข้อๆ มีระบบหมุนเวียนเลือด ระบบทางเดินอาหารที่ สมบูรณ์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เช่น กุ้ง ปู กิ้งกือ แมลงปอ แมงมุม ฯลฯ พวกที่มีล้ำตัวเป็นปล้อง ลักษณะล้ำตัวกลมยาวคล้ายวงแหวน ต่อกันเป็นปล้อง ผิวหนังเปียก ชื้น มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เช่น ไส้เดือน ปลิง ฯลฯ

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเป็นตัวขับเคลื่อนนำไปสู่การสรุปให้ถึงให้เชื่อมโยงว่าการจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น คือ 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ ความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์อาวุโสหรือผู้มีอำนาจไม่ได้กำหนดความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is Not Authoritarian) วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ตรวจสอบได้และความคิดเห็นซึ่งได้จากผู้ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทาง นักวิทยาศาสตร์ไม่มีอำนาจตัดสินใจแทนบุคคลอื่นได้ว่าสิ่งใดจริงหรือสิ่งใดไม่จริง สิ่งใดผิดหรือสิ่งใดถูก 6. มีความเข้าใจในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ประกอบกับนักวิทยาศาสตร์มีความหลากหลายมีทั้งชายและหญิง หน้าใหม่และอาวุโส หลายเชื้อชาติมีการรวมตัวกันทั้งแบบ เป็นทางการไม่เป็นทางการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรูปตรวจสอบความถูกต้อง ทำงานร่วมกัน (Science Is a Complex Social Activity) กิจการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการทำงานที่หลากหลายวิธีการ และดำเนินงานภายใต้หลักสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับ วิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของทุกอาชีพ การเผยแพร่ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดโอกาสในการได้รับการ วิพากษ์วิจารณ์จากนักวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ 8. มีความเข้าใจในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Scientific Ideas Are Subject To Change) วิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้จากการสังเกตอย่างรอบคอบและสร้างทฤษฎีมาอธิบายปรากฏการณ์นั้น การเปลี่ยนแปลงความรู้หรือทฤษฎีสามารถเกิดขึ้นได้หากมีทฤษฎีใหม่ที่อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีและครอบคลุมมากกว่าทฤษฎีเดิม ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ทักษะการสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 รวบรวมข้อสนเทศและข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ 4. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นการจัดจำพวกวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดให้สิ่งที่มีสมบัติบางประการเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวก 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายโดยใช้ภาหรือภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสื่ออื่น ๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยาย เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่

ต้องการสื่อความได้อย่างชัดแจ้งรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

5. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีวัด/เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
1. สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้	สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม ลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. อภิปรายเพื่อจำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองได้	อภิปรายและจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.2	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. อภิปรายและสรุปเกณฑ์ในการจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้	อภิปรายและสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม ลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (1)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 1) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม (6)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 6) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6. อธิบายความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (8)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 8) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการสังเกต (1)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ทักษะที่ 1) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจำแนกประเภท (4)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์	วิธีวัด/เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
	วิทยาศาสตร์(ทักษะที่ 4)นำเสนอหน้าชั้นเรียน	
9. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (6)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ทักษะที่ 6)นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10.รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
12. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

-

ความคิดเห็นผู้บริหาร

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บริหารสถานศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

บันทึกผลหลังการสอน

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

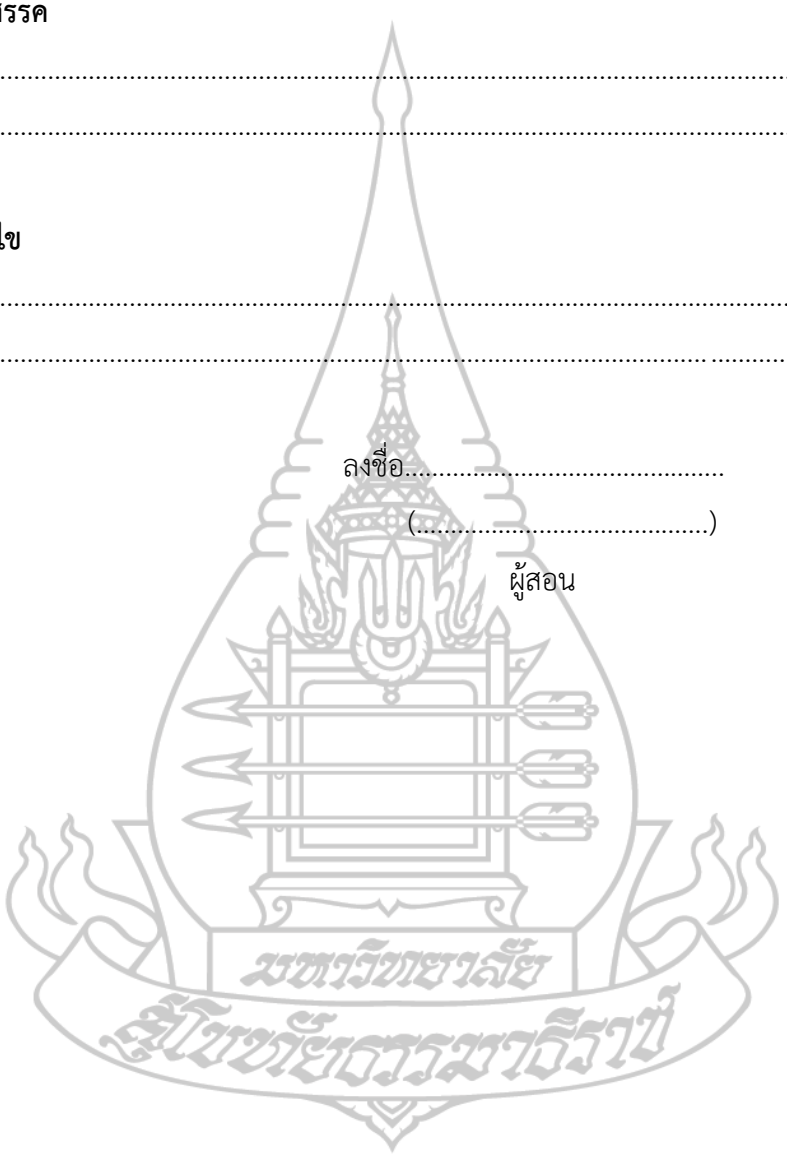
.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้สอน



ใบความรู้ 2.1

สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีมากมายหลากหลายชนิด การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต จำเป็นต้องมีการจัดจำแนกเป็นหมวดหมู่ (Taxonomy) นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการหลายอย่างที่จะ จำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตไดโคโตมัสคีย์ (Dichotomous Key) เป็นวิธีหนึ่งในการจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น กลุ่มย่อย ๆ ได้โดยใช้โครงร่างที่มีลักษณะแตกต่างกันเป็นคู่ ๆ เช่น

สัตว์มีกระดูกสันหลัง

- มีขนปกคลุมลำตัว ขนเป็นเส้นคล้ายผม สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

ขนเป็นแผงแบบนก นก

- ไม่มีขนปกคลุมลำตัว มีครีบคู่ มีแผ่นปิด ช่องเหงือก ปลากระดูกแข็ง

ไม่มีแผ่นปิด ช่องเหงือก ปลากระดูกอ่อน

ไม่มีครีบคู่ มีเกล็ด สัตว์เลื้อยคลาน จิ้งจก

ไม่มีเกล็ด สัตว์ครึ่งน้ำ ครึ่งบก กบ

ข้อสังเกต : การจำแนกโดยใช้ไดโคโตมัสคีย์นี้จะพบว่า การจำแนกสัตว์เป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ในการจัดจำแนก

ข้อเสนอแนะ

1. ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถจัดสัตว์เข้ากลุ่มใดได้ ให้ใช้แผนภาพการจัดจำแนกกลุ่มสัตว์ช่วยในการจัด โดยมีแผนภาพตามที่แนบมา ข้อสำคัญการใช้แผนภาพ: ผู้เรียนควรรู้จักลักษณะที่สำคัญของสัตว์นั้น เช่น อุณหภูมิของร่างกาย ลักษณะผิวหนัง การหายใจ ฯลฯ
2. ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนช่วยกันทำบัตรภาพสัตว์เพื่อใช้ประกอบการทำกิจกรรม
3. ผู้สอนควรชี้แจงผู้เรียนเข้าใจคำบางคำที่มักใช้ผิด เช่น

แมลงมุม ควรเรียกว่า แมงมุม

แมลงป่อง ควรเรียกว่า แมงป่อง

แมงปอ ควรเรียกว่า แมลงปอ

แมงดา ควรเรียกว่า แมลงดานา

ปลาหมึก ควรเรียกว่า หมึกทะเล

ปลาดาว ควรเรียกว่า ดาวทะเล

ปลาวาฬ ควรเรียกว่า วาฬ

ปลาโลมา ควรเรียกว่า โลมา

หอยเม่น ควรเรียกว่า เม่นทะเล

4. ผู้สอนชี้แจงผู้เรียนในเรื่องขนาดของภาพอาจมีขนาดที่โตกว่าขนาดจริงมาก เช่น ภาพไฮดรา

มหาวิทยาลัยนเรศวร

กิจกรรมที่ 2.1

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์

2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.1

ใบกิจกรรม 2.1

1. จำแนกกลุ่มสัตว์เป็น 2 กลุ่ม โดยใช้กระดูกสันหลัง เป็นเกณฑ์ในการจำแนก

ใบบันทึกกิจกรรม 2.1

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

การจำแนกสัตว์

สัตว์มีกระดูกสันหลัง	**สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง**
1.	1. .....
2.	2. .....
3.	3. .....
4.	4. .....
5.	5. .....
6.	6. .....
7.	7. .....
8.	8. .....
9.	9. .....
10.	10. .....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

ไฮดรา ปลากระเบน ดอกไม้ทะเล ฉลาม ม้าน้ำ ฟองน้ำ เขียด ดาวทะเล คางคก ดอกไม้ทะเล กุ้ง กิ้งก่า จระเข้ กิ้งกือ หอยทาก จิ้งจกน้ำ นกนางนวล เต่า พยาธิตัวแบน แมลงปอ พยาธิตัวตืด นกยูง ลิง พยาธิตัวจี๊ด พยาธิไส้เดือน ปลิงน้ำจืด พะยูน ค้างคาว ปู แมงมุม หอยโข่ง หอยทาก นกกระจอกเทศ ไส้เดือนดิน และช้าง

ใบกิจกรรม 2.2

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์

2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.2

1. จำแนกกลุ่มสัตว์โดยจำแนกออกทีละ

2 กลุ่มในลักษณะที่ตรงกันข้าม

ใบบันทึกกิจกรรม 2.2

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

จำแนกกลุ่มสัตว์ในธรรมชาติ ผลการจำแนกกลุ่มสัตว์ ตัวอย่างการจำแนกกลุ่มสัตว์

สัตว์มีกระดูกสันหลัง

- สัตว์ปีก บินได้ บินไม่ได้
- สัตว์ไม่มีปีก สัตว์บก สัตว์น้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- โครงร่างแข็งภายนอก เปลือกแข็งหุ้ม ที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ หอยชนิด ต่างๆ
  เปลือกแข็งหุ้ม ที่ไม่ใช่หินปูนเป็นองค์ประกอบ กุ้ง แมลง
- ไม่มีโครงร่างแข็ง ลำตัวกลม ไส้เดือนดิน
  ลำตัวแบน พยาธิตัวแบน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

นกเพนกวิน นก ม้า ไก่ ช้าง เป็น วัว ห่าน ควาย หอย ง กุ้ง คน ทั้ง พยาธิ แมลง ไส้เดือนดิน

ใบกิจกรรม 2.3

กิจกรรมที่ 2.3 จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังอย่างไร

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์
2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.3

1. จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยใช้ลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยจำแนกออกเป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ จำพวกนก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ใบบันทึกกิจกรรม 2.3

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังอย่างไร

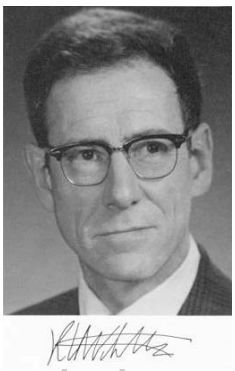
ผลการจำแนกบัตรภาพสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็น 5 กลุ่ม

กลุ่ม	**ชื่อสัตว์**
ปลา	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์เลื้อยคลาน	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์จำพวกนก	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	1. ..... 2. ..... 3. .....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

นกกระจอกเทศ ลิง กิ้งก่า จิ้งจกน้ำ ม้าน้ำ ค้างคาว นกยูง จระเข้ คางคก ปลากระเบน พะยูน นกนางนวล เต่า เขียด ปลาฉลาม ช้าง

การค้นพบของวิทเทเคอร์



วิทเทเคอร์ (R.H. WHITAKER) จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรโมเนออาณาจักรโปรติสตา อาณาจักรพืช อาณาฟังไจ และ อาณาจักรสัตว์

อาณาจักรสัตว์ (KINGDOM ANIMALIA)

สัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และมีระยะตัวอ่อน (EMBRYO) สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์แบ่งออกเป็นไฟลัมต่างๆดังนี้

1. ไฟลัมพอริเฟอรา(PHYLUM PORIFERA)สัตว์ที่ลำตัวเป็นรูพรุน ได้แก่ ฟองน้ำ

2. ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) สัตว์ที่มีลำตัวกลวง ระบบประสาทเป็นแบบร่างแหประสาท (NERVE NET) ได้แก่ แมงกะพรุน ดอกไม้ทะเล ปะการัง กัลปังหา และไฮดรา

3. ไฟลัมแพลทิเฮลมินทิส(PHYLUM PLATYHELMINTHES) หนอนตัวแบนเป็นสัตว์กลุ่มแรกที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ พยาธิใบไม้ พยาธิตัวตืด และพลานาเรีย

4. ไฟลัมนีมาโทดา(PHYLUM NEMATODA) หนอนตัวกลม ไม่มีปล้อง เคลื่อนที่ด้วยการเอี้ยวตัวสลับกันไปมา ได้แก่ พยาธิตัวกลมต่างๆ เช่น พยาธิไส้เดือน ไส้เดือนฝอย และหนอนในน้ำส้มสายชู

5. ไฟลัมแอนนิลิดา (PHYLUM ANNILIDA) หนอนปล้องเป็นพวกแรกที่มีระบบเลือดแบบปิด ขับถ่ายโดยเนฟริเดียม (NEPRIDIUM) ได้แก่ ไส้เดือนดิน แม่เพรียง ทากดูดเลือด และปลิงน้ำจืด6. 6.ไฟลัมอาร์โทรโปดา (PHYLUM ARTHROPODA) สัตว์ที่มีขาและรยางค์อื่นๆ ต่อกันเป็นข้อๆ เป็นสัตว์กลุ่มใหญ่ที่สุดในอาณาจักรสัตว์ ได้แก่ กุ้ง กั้ง ปู แมลง ตะขาบ กิ้งกือ เป็นต้น

7. ไฟลัมมอลลัสกา(PHYLUM MOLLUSCA) สัตว์ที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม ได้แก่ หมึกและหอยชนิดต่างๆ

8. ไฟลัมเอไคโนเดอร์มาตา (PHYLUM ECHINODERMATA) สัตว์ที่ผิวหนังมีหนามขุรขระ ได้แก่ ดาวทะเล เม่นทะเล เหรียญทะเล ปลิงทะเล ดาวเปราะ

9. ไฟลัมคอร์ดาตา (PHYLUM CHORDATA) สัตว์ที่มีแกนกลางของร่างกายสัตว์ในไฟลัมนี้มีลักษณะร่วมกัน 3 ประการคือ

1. มีแท่งโนโตคอร์ด(NOTOCHORD) อย่างน้อยชั่วระยะหนึ่งของชีวิต
2. มีไขสันหลังเป็นหลอดยาวอยู่ทางด้านหลัง

3. มีอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซที่บริเวณคอหอย(หรืออาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะอื่นเช่น ปอด)

สัตว์กลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. PROTOCHORDATE เป็นสัตว์ทะเลทั้งสิ้น ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่มีโนโตคอร์ดเป็นแกนกลางของร่างกาย ได้แก่เพรียงหัวหอม และ AMPHIOXUS

2. VERTEBRATE ได้แก่สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทั้งหมด ได้แก่

- CLASS OSTEICTHYES ได้แก่ ปลากระดูกแข็ง เช่น ปลาหมอ ปลาทู ม้าน้ำ
- CLASS CHONDRICTHYES ได้แก่ ปลากระดูกอ่อน เช่น ปลาฉลาม ปลากระเบน
- CLASS AMPHIBIA ได้แก่สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่นกบ ซาลามานเดอร์ งูดิน
- CLASS REPTLIA ได้แก่ สัตว์เลื้อยคลาน เช่น งู จระเข้ กิ้งก่า เต่า
- CLASS AVES ได้แก่ สัตว์ปีกต่างๆ เช่น นก เป็ด ไก่
- CLASS MAMMALIA ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น วาฬ โลมา ช้าง ม้า วัว ลิง

ชื่อที่มักเรียกผิด	ข้อเท็จจริง	ชื่อที่ควรเรียก
1.ปลาดาว	เป็นสัตว์ในไฟล้ม ECHINODERMATA	ดาวทะเล
2.หอยแม่น	เป็นสัตว์ในไฟล้ม ECHINODERMATA	แม่นทะเล
3.ม้าน้ำ	เป็นปลากระดูกแข็ง	-
4.ปลาวาฬ , ปลาโลมา , ปลาพะยูน	เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	วาฬ,โลมา,พะยูน
5.ปลาหมึก	เป็นสัตว์ในไฟล้ม MOLUUSCA	หมึก
6.แมงดานา	เป็นสัตว์พวกแมลงเนื่องจากมี 6 ขา	แมลงดานา
7.แมลงมุม แมลงป่อง	เป็นสัตว์พวกแมงเนื่องจากมี 8 ขา	แมงมุม แมงป่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**

เรื่อง เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร **ภาคเรียนที่ 1/2566**

เวลา 2 ชั่วโมง **ครูผู้สอน ประเสริฐ ปะระทัง**

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

สัตว์แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มี กระดูกสันหลังจำแนกย่อยลงไปได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มปลา กลุ่มสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มสัตว์จำพวกนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

จุดประสงค์ด้านความรู้ (K)

1. สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้
2. อภิปรายเพื่อจำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองได้
3. อภิปรายและสรุปเกณฑ์ในการจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้

จุดประสงค์ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)

1. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์
6. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม
8. อธิบายความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จุดประสงค์ด้าน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P)

1. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการสังเกต
4. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจำแนกประเภท
6. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จุดประสงค์ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

10. รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์
11. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น
12. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ความรู้พื้นฐาน

ผู้เรียนมีพื้นความรู้เกี่ยวกับการจำแนกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในท้องถิ่นมาแล้วทั้งพืชและสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์ได้เห็นลักษณะโครงสร้างภายนอก เช่น ขา ครีบ ตีน ปีก เขา ปาก ซึ่งสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ในท้องถิ่นออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้จากบทเรียนวิทยาศาสตร์ประถมศึกษาปีที่ 4

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

-

สาระการเรียนรู้

เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันว่า สัตว์ในท้องถิ่นของนักเรียนมีอะไรบ้าง แบ่งเป็นกี่ประเภท และศึกษาใบความรู้

2. นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความหลากหลายของประเภทของสัตว์ที่มีในท้องถิ่น

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนคิดหาวิธีออกแบบเพื่อสำรวจในใบงาน สังเกตสัตว์ต่าง ๆ ในท้องถิ่น และจดบันทึกแบบที่คิดได้เพื่อนำเสนอเพื่อน

2.นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมจดบันทึกความเห็นหรือแบบหาคำตอบของกลุ่ม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน

4.นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายโดยอาศัยข้อมูลที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มได้เสนอแนวคิดหรือแบบหาคำตอบจนได้แนวคิดหรือแบบของห้องและเขียนแนวคิดหรือแบบร่วมกัน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนออกสำรวจ สังเกตประเภทของสัตว์ในท้องถิ่นของนักเรียน (ขั้นตอนนี้ครูอาจให้นักเรียนทำการสำรวจมาจากบ้านก่อนแล้ว) ว่ามีอะไรบ้าง

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาอภิปรายถึงสัตว์ในท้องถิ่นของนักเรียน ให้นักเรียนบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งประเภทของสัตว์ต่าง ๆ และบอกว่าสัตว์แต่ละชนิดมีความสำคัญอย่างไร เพื่อหาข้อสรุป

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป โดยใช้ภาพสัตว์ในท้องถิ่นเดียวกันและสัตว์ที่อยู่คนละท้องถิ่น ดังนี้

1. สัตว์ชนิดเดียวกัน จะมีลักษณะเหมือนกันมากกว่าสัตว์ต่างชนิดกัน
2. ในท้องถิ่นพบว่ามีสัตว์ที่มีลักษณะเหมือนกันและต่างกันอยู่มากมาย
3. เราสามารถใช้ลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสัตว์ได้
4. สัตว์แต่ละชนิดมีความสำคัญต่อท้องถิ่นแตกต่างกันไป
5. สัตว์แต่ละชนิดให้ประโยชน์แก่เราทั้งทางตรงและทางอ้อม

ขั้นขยายความรู้

1. นักเรียนระดมความคิดร่วมกันว่ายังมีสัตว์อะไรอีกบ้างที่มีชีวิตน่าศึกษาเป็นกรณีพิเศษ ซึ่งมีวงจรชีวิตที่แตกต่างจากเพื่อน และน่าศึกษามาก เช่น ความเป็นอยู่แบบกลุ่ม เดี่ยว นิสัย

2. วาดภาพสัตว์ที่ชอบหรือเขียนเรียงความเรื่อง “สัตว์เลี้ยงของฉัน” เป็นการบ้าน พร้อมวาดภาพประกอบ

ขั้นประเมิน

1. นักเรียนสามารถระบุชื่อและชนิดของสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นของตนเองจากการศึกษา สำรวจ สังเกต และอภิปราย

2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบงาน การจำแนกสัตว์ ที่ครูผู้สอนได้แจกให้

สื่อการเรียนและแหล่งเรียนรู้

1. ใบงาน
2. รูปภาพสัตว์ในท้องถิ่น
3. บริเวณโรงเรียน/ชุมชน/ท้องถิ่น
4. ห้องสมุด
5. สัตว์ในท้องถิ่น
6. ปราชญ์ชาวบ้าน
7. ใบใความรู้
8. ใบกิจกรรม

5. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีวัด/เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
1. สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้	สังเกตและจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม ลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. อภิปรายเพื่อจำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองได้	อภิปรายและจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.2	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. อภิปรายและสรุปเกณฑ์ในการจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้	อภิปรายและสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในจำแนกสัตว์เป็น 2 กลุ่ม ลงในใบบันทึกกิจกรรม 2.3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (1)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 1) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม (6)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 6) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6. อธิบายความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (8)	อภิปรายและสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประเด็นที่ 8) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการสังเกต (1)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ทักษะที่ 1) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจำแนกประเภท (4)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ทักษะที่ 4)นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์	วิธีวัด/เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
9. มีความรู้ความเข้าใจในทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (6)	อภิปรายและสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะที่ 6) นำเสนอหน้าชั้นเรียน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10.รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
12. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

-

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ความคิดเห็นผู้บริหาร

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บริหารสถานศึกษา

บันทึกผลหลังการสอน

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้สอน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ใบความรู้ 2.1

สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีมากมายหลากหลายชนิด การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต จำเป็นต้องมีการจัดจำแนกเป็นหมวดหมู่ (Taxonomy) นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการหลายอย่างที่จะ จำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตไดโคโตมัสคีย์ (Dichotomous Key) เป็นวิธีหนึ่งในการจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น กลุ่มย่อย ๆ ได้โดยใช้โครงร่างที่มีลักษณะแตกต่างกันเป็นคู่ ๆ เช่น

สัตว์มีกระดูกสันหลัง

- มีขนปกคลุมลำตัว ขนเป็นเส้นคล้ายผม สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

ขนเป็นแผงแบบนก นก

- ไม่มีขนปกคลุมลำตัว มีครีบคู่ มีแผ่นปิด ช่องเหงือก ปลากระดูกแข็ง

ไม่มีแผ่นปิด ช่องเหงือก ปลากระดูกอ่อน

ไม่มีครีบคู่ มีเกล็ด สัตว์เลื้อยคลาน จิ้งจก

ไม่มีเกล็ด สัตว์ครึ่งน้ำ ครึ่งบก กบ

ข้อสังเกต : การจำแนกโดยใช้ไดโคโตมัสคีย์นี้จะพบว่า การจำแนกสัตว์เป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ในการจัดจำแนก

ข้อเสนอแนะ

1. ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถจัดสัตว์เข้ากลุ่มใดได้ ให้ใช้แผนภาพการจัดจำแนกกลุ่มสัตว์ช่วยในการจัด โดยมีแผนภาพตามที่แนบมา ข้อสำคัญการใช้แผนภาพ: ผู้เรียนควรรู้จักลักษณะที่สำคัญของสัตว์นั้น เช่น อุณหภูมิของร่างกาย ลักษณะผิวหนัง การหายใจ ฯลฯ
2. ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนช่วยกันทำบัตรภาพสัตว์เพื่อใช้ประกอบการทำกิจกรรม
3. ผู้สอนควรชี้แจงผู้เรียนเข้าใจคำบางคำที่มักใช้ผิด เช่น

แมลงมุม ควรเรียกว่า แมงมุม

แมลงป่อง ควรเรียกว่า แมงป่อง

แมงปอ ควรเรียกว่า แมลงปอ

แมงดา ควรเรียกว่า แมลงดานา

ปลาหมึก ควรเรียกว่า หมึกทะเล

ปลาดาว ควรเรียกว่า ดาวทะเล

ปลาวาฬ ควรเรียกว่า วาฬ

ปลาโลมา ควรเรียกว่า โลมา

หอยเม่น ควรเรียกว่า เม่นทะเล

4. ผู้สอนชี้แจงผู้เรียนในเรื่องขนาดของภาพอาจมีขนาดที่โตกว่าขนาดจริงมาก เช่น ภาพไฮดรา

กิจกรรมที่ 2.1

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์
2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.1

ใบกิจกรรม 2.1

1. จำแนกกลุ่มสัตว์เป็น 2 กลุ่ม โดยใช้กระดูกสันหลัง เป็นเกณฑ์ในการจำแนก

ใบบันทึกกิจกรรม 2.1

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

การจำแนกสัตว์

สัตว์มีกระดูกสันหลัง	**สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง**
1.	1. .....
2.	2. .....
3.	3. .....
4.	4. .....
5.	5. .....
6.	6. .....
7.	7. .....
8.	8. .....
9.	9. .....
10.	10. .....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

ไฮดรา ปลากระเบน ดอกไม้ทะเล ฉลาม ม้าน้ำ ฟองน้ำ เขียด ดาวทะเล คางคก ดอกไม้ทะเล กุ้ง กิ้งก่า จระเข้ กิ้งกือ หอยทาก จิ้งจกน้ำ นกนางนวล เต่า พยาธิตัวแบน แมลงปอ พยาธิตัวตืด นกยูง ลิง พยาธิตัวจี๊ด พยาธิไส้เดือน ปลิงน้ำจืด พะยูน ค้างคาว ปู แมงมุม หอยโข่ง หอยทาก นกกระจอกเทศ ไส้เดือนดิน และช้าง

ใบกิจกรรม 2.2

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์

2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.2

1. จำแนกกลุ่มสัตว์โดยจำแนกออกทีละ

2 กลุ่มในลักษณะที่ตรงกันข้าม

ใบบันทึกกิจกรรม 2.2

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

จำแนกกลุ่มสัตว์ในธรรมชาติ ผลการจำแนกกลุ่มสัตว์ ตัวอย่างการจำแนกกลุ่มสัตว์

สัตว์มีกระดูกสันหลัง

- สัตว์ปีก บินได้ บินไม่ได้
- สัตว์ไม่มีปีก สัตว์บก สัตว์น้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- โครงร่างแข็งภายนอก เปลือกแข็งหุ้ม ที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ หอยชนิด ต่างๆ
  เปลือกแข็งหุ้ม ที่ไม่ใช่หินปูนเป็นองค์ประกอบ กุ้ง แมลง
- ไม่มีโครงร่างแข็ง ลำตัวกลม ไส้เดือนดิน
  ลำตัวแบน พยาธิตัวแบน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

นกเพนกวิน นก ม้า ไก่ ช้าง เป็น วัว ห่าน ควาย หอย ง กุ้ง คน ทั้ง พยาธิ แมลง ไส้เดือนดิน

ใบกิจกรรม 2.3

กิจกรรมที่ 2.3 จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังอย่างไร

รายการวัสดุ – อุปกรณ์

1. ภาพสัตว์
2. ใบบันทึกกิจกรรม 2.3

1. จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยใช้ลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยจำแนกออกเป็นกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ จำพวกนก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ใบบันทึกกิจกรรม 2.3

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

จำแนกกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังอย่างไร

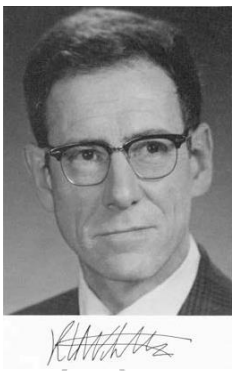
ผลการจำแนกบัตรภาพสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็น 5 กลุ่ม

กลุ่ม	**ชื่อสัตว์**
ปลา	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์เลื้อยคลาน	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์จำพวกนก	1. ..... 2. ..... 3. .....
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	1. ..... 2. ..... 3. .....

ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้จำแนก

นกกระจอกเทศ ลิง กิ้งก่า จิ้งจกน้ำ ม้าน้ำ ค้างคาว นกยูง จระเข้ คางคก ปลากระเบน พะยูน นกนางนวล เต่า เขียด ปลาฉลาม ช้าง

การค้นพบของวิทเทเคอร์



วิทเทเคอร์ (R.H. WHITAKER) จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรโมเนออาณาจักรโปรติสตา อาณาจักรพืช อาณาฟังไจ และ อาณาจักรสัตว์

อาณาจักรสัตว์ (KINGDOM ANIMALIA)

สัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และมีระยะตัวอ่อน (EMBRYO) สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์แบ่งออกเป็นไฟลัมต่างๆดังนี้

1. ไฟลัมพอริเฟอรา(PHYLUM PORIFERA)สัตว์ที่ลำตัวเป็นรูพรุน ได้แก่ ฟองน้ำ

2. ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) สัตว์ที่มีลำตัวกลวง ระบบประสาทเป็นแบบร่างแหประสาท (NERVE NET) ได้แก่ แมงกะพรุน ดอกไม้ทะเล ปะการัง กัลปังหา และไฮดรา

3. ไฟลัมแพลทิเฮลมินทิส(PHYLUM PLATYHELMINTHES) หนอนตัวแบนเป็นสัตว์กลุ่มแรกที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ พยาธิใบไม้ พยาธิตัวตืด และพลานาเรีย

4. ไฟลัมนีมาโทดา(PHYLUM NEMATODA) หนอนตัวกลม ไม่มีปล้อง เคลื่อนที่ด้วยการเอี้ยวตัวสลับกันไปมา ได้แก่ พยาธิตัวกลมต่างๆ เช่น พยาธิไส้เดือน ไส้เดือนฝอย และหนอนในน้ำส้มสายชู

5. ไฟลัมแอนนิลิดา (PHYLUM ANNILIDA) หนอนปล้องเป็นพวกแรกที่มีระบบเลือดแบบปิด ขับถ่ายโดยเนฟริเดียม (NEPRIDIUM) ได้แก่ ไส้เดือนดิน แม่เพรียง ทากดูดเลือด และปลิงน้ำจืด6. 6.ไฟลัมอาร์โทรโปดา (PHYLUM ARTHROPODA) สัตว์ที่มีขาและรยางค์อื่นๆ ต่อกันเป็นข้อๆ เป็นสัตว์กลุ่มใหญ่ที่สุดในอาณาจักรสัตว์ ได้แก่ กุ้ง กั้ง ปู แมลง ตะขาบ กิ้งกือ เป็นต้น

7. ไฟลัมมอลลัสกา(PHYLUM MOLLUSCA) สัตว์ที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม ได้แก่ หมึกและหอยชนิดต่างๆ

8. ไฟลัมเอไคโนเดอร์มาตา (PHYLUM ECHINODERMATA) สัตว์ที่ผิวหนังมีหนามขุรขระ ได้แก่ ดาวทะเล เม่นทะเล เหรียญทะเล ปลิงทะเล ดาวเปราะ

9. ไฟลัมคอร์ดาตา (PHYLUM CHORDATA) สัตว์ที่มีแกนกลางของร่างกายสัตว์ในไฟลัมนี้มีลักษณะร่วมกัน 3 ประการคือ

1. มีแท่งโนโตคอร์ด(NOTOCHORD) อย่างน้อยชั่วระยะหนึ่งของชีวิต
2. มีไขสันหลังเป็นหลอดยาวอยู่ทางด้านหลัง

3. มีอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซที่บริเวณคอหอย(หรืออาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะอื่นเช่น ปอด)

สัตว์กลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. PROTOCHORDATE เป็นสัตว์ทะเลทั้งสิ้น ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่มีโนโตคอร์ดเป็นแกนกลางของร่างกาย ได้แก่เพรียงหัวหอม และ AMPHIOXUS

2. VERTEBRATE ได้แก่สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทั้งหมด ได้แก่

- CLASS OSTEICTHYES ได้แก่ ปลากระดูกแข็ง เช่น ปลาหมอ ปลาทู ม้าน้ำ
- CLASS CHONDRICTHYES ได้แก่ ปลากระดูกอ่อน เช่น ปลาฉลาม ปลากระเบน
- CLASS AMPHIBIA ได้แก่สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่นกบ ซาลามานเดอร์ งูดิน
- CLASS REPTLIA ได้แก่ สัตว์เลื้อยคลาน เช่น งู จระเข้ กิ้งก่า เต่า
- CLASS AVES ได้แก่ สัตว์ปีกต่างๆ เช่น นก เป็ด ไก่
- CLASS MAMMALIA ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น วาฬ โลมา ช้าง ม้า วัว ลิง

ชื่อที่มักเรียกผิด	ข้อเท็จจริง	ชื่อที่ควรเรียก
1.ปลาดาว	เป็นสัตว์ในไฟล้ม ECHINODERMATA	ดาวทะเล
2.หอยแม่น	เป็นสัตว์ในไฟล้ม ECHINODERMATA	แม่นทะเล
3.ม้าน้ำ	เป็นปลากระดูกแข็ง	-
4.ปลาวาฬ , ปลาโลมา , ปลาพะยูน	เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	วาฬ,โลมา,พะยูน
5.ปลาหมึก	เป็นสัตว์ในไฟล้ม MOLUUSCA	หมึก
6.แมงดานา	เป็นสัตว์พวกแมลงเนื่องจากมี 6 ขา	แมลงดานา
7.แมลงมุม แมลงป่อง	เป็นสัตว์พวกแมงเนื่องจากมี 8 ขา	แมงมุม แมงป่อง

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2566

วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 51 ข้อ)

****

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สิ่งที่นักเรียนได้จากการสังเกตภาพต้นกล้วยมีอะไรบ้าง (ทักษะการสังเกต)

ก. ต้นกล้วยในภาพคือกล้วยตานี

ข. มีระบบรากแก้ว เส้นใบแบบร่างแห

ค. มีระบบรากฝอย เมล็ดค่อนข้างกลมสีดำ

ง. ใบเดี่ยวสีเขียวขนาดใหญ่ เส้นใบแบบขนาน ลำต้นไม่มีข้อปล้อง ดอกมีสีม่วงแดง ผลดิบมีสีเขียว

2. จากภาพนักเรียนกะประมาณความยาวของเมล็ดถั่วแดงที่เรียงต่อกัน 18 เมล็ด ได้เท่าใด (ทักษะการสังเกต)

ก. 13 นิ้ว ข. 14 นิ้ว

ค. 29 เซนติเมตร ง. 31 เซนติเมตร

3. เมื่อนักเรียนใส่เกลือแกงลงในน้ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการสังเกต)

ก. น้ำจะใส

ข. น้ำจะเค็ม

ค. น้ำรสชาติดีขึ้น

ง. เกลือแกงจะละลาย

4. ถ้านักเรียนจะวัดขนาดของมรกตจะเลือก ใช้เครื่องมือวัดชนิดใด (ทักษะการวัด)

ก. สายวัด ข. ตลับเมตร

ค.ไม้บรรทัด ง. เครื่องชั่งสปริง

5. ทำไมนักเรียนจึงเลือกใช้ตลับเมตรวัดความยาวของกระดานดำ (ทักษะการวัด)

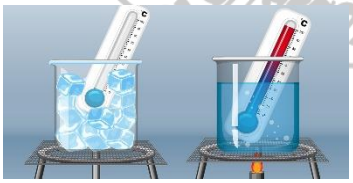
ก. เพราะกระดานดำยาว ตรงหัวมีขอเกี่ยว ทำให้วัดได้แม่นยำ

ข. เพราะกระดานดำยาว ตรงหัวโค้งงอได้ทำให้วัดได้แม่นยำเพิ่มขึ้น

ค. เพราะกระดานดำ ตรงหัวมีที่จับเพื่อให้เพื่อนช่วยดึงสายวัด ทำให้เกิดความแม่นยำ

ง. เพราะกระดานดำยาว ที่ตลับเมตรมีที่ล็อคกับขอบของกระดานดำทำให้วัดได้แม่นยำยิ่งขึ้น

6. นักเรียนจะใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาวัดอุณหภูมิของน้ำได้อย่างไร (ทักษะการวัด)



ก. ต้องให้กระเปาะจุ่มอยู่ในน้ำ จับส่วนปลายให้เทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง

ข. การอ่านอุณภูมิต้องให้สายตาอยู่ในระดับต่ำกว่าของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์

ค. การอ่านอุณภูมิต้องให้สายตาอยู่ในระดับสูงกว่าของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์

ง. ต้องให้กระเปาะจุ่มอยู่ในน้ำบริเวณก้นภาชนะ จับที่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ก่อนทำการวัด

7. นักเรียนอ่านค่าปริมาตรของสารสีแดงละลายในน้ำจากบีกเกอร์ได้เท่าใด (ทักษะการวัด)

ก. 600 มิลลิลิตร ข. 700 มิลลิลิตร

ค. 800 มิลลิตร ง.900 มิลลิลิตร

8. จากภาพนักเรียนวัดความยาวของเมล็ดถั่วแดงที่เรียงต่อกัน 12 เมล็ด โดยใช้ไม้บรรทัดได้เท่าใด (ทักษะการวัด)

ก. 20 นิ้ว ข. 20 เมตร

ค. 20 มิลลิเมตร ง. 20 เซนติเมตร

9. ทุเรียนที่ปลูกในสวนต้นนี้ ให้ผลผลิตทั้งหมดกี่ผล (ทักษะการใช้ตัวเลข)

ก. จำนวน 8 ผล ข. จำนวน 9 ผล

ค. จำนวน 10 ผล ง. จำนวน 11 ผล

10. สิงโตในภาพที่นักเรียนเห็นมีจำนวนกี่ตัว

(ทักษะการใช้ตัวเลข)

ก. จำนวน 7 ตัว ข. จำนวน 8 ตัว

ค. จำนวน 9 ตัว ง. จำนวน 10 ตัว

11. เมื่อทราบความกว้าง ความยาว ความลึก จะสามารถหาปริมาตร ของสระน้ำได้อย่างไร

(ทักษะการใช้ตัวเลข)

ก. ปริมาตรของสระน้ำ =กว้าง x ยาว

ข. ปริมาตรของสระน้ำ = กว้าง x ยาว x ลึก

ค. ปริมาตรของสระน้ำ = กว้าง x ยาว x สูง

ง. ปริมาตรของสระน้ำ = กว้าง x ยาว x หนา

12. ทองคำแท่งมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มวล 500 กรัม จะมีความ หนาแน่นเท่าใด (ทักษะการใช้ตัวเลข)

ก. 0.2 g / cm^3 ข. 0.5 g / cm^3

ค. 2 g / cm^3 ง. 5 g / cm^3

13. ร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว ถ้านักเรียนมีน้ำหนัก 45 กิโลกรัม จะมีน้ำอยู่ในร่างกายเท่าใด (ทักษะการใช้ตัวเลข)

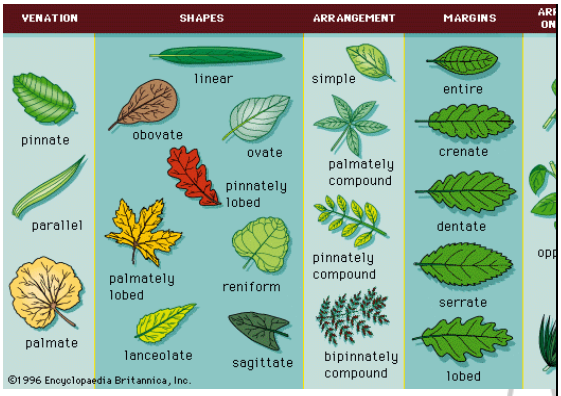
ก. 2/3 x 45 = 20 กิโลกรัม

ข. 2/3 x 45 = 25 กิโลกรัม

ค. 2/3 x 45 = 30 กิโลกรัม

ง. 2/3 x 45 = 35 กิโลกรัม

14. นักเรียนจะแบ่งพืชดอก โดยใช้ลักษณะของเส้นใบเป็นเกณฑ์ได้อย่างไร (ทักษะการจำแนกประเภท)



ก. เส้นใบแบบร่างแห เป็นพืชล้มลุก เส้นใบแบบขนาน เป็นไม้พุ่ม

ข. เส้นใบแบบร่างแห เป็นพืชตระกูลถั่ว เส้นใบแบบขนานเป็นไม้ยืนต้น

ค. เส้นใบแบบขนาน เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เส้นใบแบบร่างแห เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ง. เส้นใบแบบขนาน เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบแบบร่างแห เป็นพืชใบเลี้ยงคู่

15. จากภาพมีสัตว์ดังนี้ คือไก่ แมว สุกร เสือโคร่ง หมาป่า เสือดาว นักเรียนจะแบ่งสัตว์ออกเป็นกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ใด (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. สัตว์เลี้ยงกับสัตว์ป่า

ข. สัตว์มีปีกกับสัตว์ไม่มีปีก

ค. สัตว์กินเนื้อกับสัตว์กินพืช

ง. สัตว์มีกระดูกสันหลังกับสัตว์ปีก

16. ครูใช้เกณฑ์ใด ในการคัดเลือกวิตามิน A D E K มาไว้ในกลุ่มเดียวกัน (ทักษะการจำแนกประเภท)

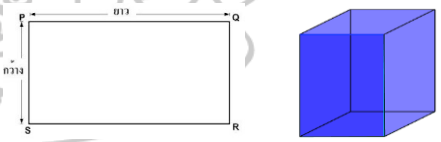
ก. ไม่ละลายในไขมัน แต่ละลายน้ำ

ข. ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในไขมัน

ค. ละลายในน้ำ และละลายในไขมัน

ง. ไม่ละลายน้ำ และไม่ละลายในไขมัน

17. จากภาพเป็นรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ชนิดใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)



ก. สี่เหลี่ยมจัตุรัส ปริซึมสี่เหลี่ยม

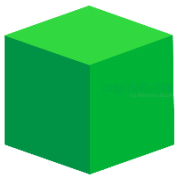
ข. สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ค. สี่เหลี่ยมคางหมู ทรงสี่เหลี่ยมคางหมู

ง. สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ทรงสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

18. ข้อใดคือ รูป 2 มิติที่นักเรียนวาดจากภาพวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ (ทักษะการหา

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)



ก. กรวย ข. สี่เหลี่ยมจัตุรัส

ค. สี่เหลี่ยมผืนผ้า ง. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม

19. จากภาพ วัตถุรูปทรงนี้มีชื่อทางเรขาคณิตว่าอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. ทรงกรวย ข. ทรงสามเหลี่ยม

ค. ปริซึมสามเหลี่ยม ง. ทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

20. ถ้าหมุนกระดาษรูปวงกลมอย่างเร็วรอบแกนไม้จะเห็นเป็นรูปทรงอะไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. กรวย ข. ปริซึม

ค. รูปทรงกลม ง. รูปทรงสามเหลี่ยม

21. จากภาพ เงารูป 2 มิติ ที่นักเรียนเห็นเป็นรูปทรง 3 มิติ ของวัตถุใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. ไข่ไก่ ข. แตงโม

ค. ดวงจันทร์ ง. ลูกฟุตบอล

22. จากภาพ นักเรียนสามารถบองเงา 2 มิติ ที่เกิดขึ้นได้ตามข้อใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. ข.

ค. ง.

23. เมื่อตัดวัตถุรูปทรงกระบอกในแนวระดับ นักเรียนคิดว่าจะเกิดรอยตัดเป็นรูปอะไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. รูปวงรี ข. รูปวงกลม

ค. รูปสี่เหลี่ยม ง. รูปสามเหลี่ยม

24. นักเรียนจะมองเห็นดวงอาทิตย์ตกได้ต้องมองไปทางทิศใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก.ทิศใต้ ข. ทิศเหนือ

ค. ทิศตะวันออก ง. ทิศตะวันตก

25. จากภาพ การขึ้นรถแท็กซี่ของคนไทยต้องขึ้นจากถนนฝั่งใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. บนทางด่วน

ข. ป้ายรถประจำทาง

ค. ด้านขวามือของคนขับ

ง. ด้านซ้ายมือของคนขับ

26. ภาพผู้ชายส่องกระจกเงาที่นักเรียนเห็น นักเรียนสังเกตเห็นผู้ชายจับเนกไทด้วยมือข้างใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. ข้างขวา ข. ข้างซ้าย

ค. ทั้ง 2 ข้าง ง. ไม่ได้จับ

27. จากภาพจะพบสัตว์ชนิดนี้ในเวลา 12.00 น. ที่ตำแหน่งใด และเวลา 23.00 น. จะพบที่ตำแหน่งใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. 12.00 น. พบได้ในถ้ำ / 23.00 น.พบได้ในน้ำ

ข. 12.00 น. พบได้ที่ต้นไม้ในป่า / 23.00 น. พบได้ในถ้ำ

ค. 12.00 น. พบได้ในถ้ำ / 23.00 น. พบได้ที่ต้นไม้ในป่า

ง. 12.00 น. พบได้ในน้ำ / 23.00 น. พบได้ที่ต้นไม้ในป่า

28. เมื่อเวลาผ่านไปปริมาตรของน้ำที่ต้มในบีกเกอร์จนเดือดจะเป็นอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

ก. ลดลง ข. เพิ่มขึ้น

ค. เท่าเดิม ง. ระเหย

29. นักเรียน มีแนวทางจะนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวงจรชีวิตของกบอย่างไร ที่มองดูแล้วทำให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

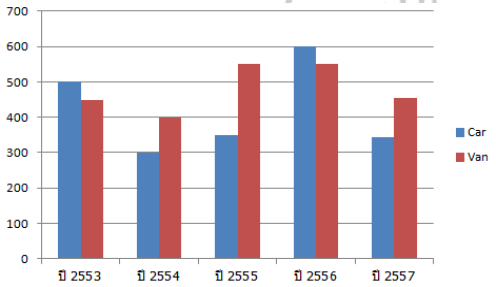
ก. นำเสนอเป็นกราฟ

ข. นำเสนอเป็นตาราง

ค. นำเสนอเป็นแผนภูมิ

ง. นำเสนอเป็นแผนภาพวงจรชีวิตของกบ

30. เหตุใดนักเรียนจึงเลือกแผนภูมิแท่งในการนำเสนอข้อมูลปริมาณเงินฝากประจำปี (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)



ก. เพราะนำเสนอข้อมูลได้ดีที่สุด

ข. เพราะนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุด

ค. เพราะนำเสนอข้อมูลตรงประเด็นมากที่สุด

ง. เพราะมองดูแล้วทำให้เข้าใจง่ายเปรียบเทียบได้ชัดเจน

31. ตารางในการนำเสนอข้อมูลความสูงของต้นถั่วที่ใส่ปุ๋ยและปลูกในดินต่างชนิดกันควรเป็นอย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ก. ตารางต้องประกอบด้วย ต้นที่ – ชนิดของดิน – ปริมาณของปุ๋ย - ความสูงของต้นถั่ว

ข. ตารางต้องประกอบด้วย ต้นที่ – ชนิดของปุ๋ย – ปริมาณของปุ๋ย - ความสูงของต้นถั่ว

ค. ตารางต้องประกอบด้วย ต้นที่ – ชนิดของถั่ว – ปริมาณของปุ๋ย – ความสูงของต้นถั่ว

ง. ตารางต้องประกอบด้วย ต้นที่ – ชนิดของดิน – ปริมาณของน้ำที่รด ความสูงของต้นถั่ว

32. นักเรียนลองทำข้อมูลวงชีวิตของผีเสื้อให้เป็นแผนภาพวงจรที่เข้าใจง่ายที่สุดได้อย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ก. ไข่ - หนอน - ดักแด้ - ตัวเต็มวัย

ข. ไข่ – ลูกน้ำ - ตัวโม่ง - ตัวเต็มวัย

ค. ไข่ - ตัวอ่อน - ดักแด้ - ตัวเต็มวัย

ง. ไข่ - หนอน – ตัวอ่อน – ตัวเต็มวัย

33. ให้นักเรียนบรรยายลักษณะของหลอดที่ใส่ในแก้วใบที่มีน้ำและไม่มีน้ำ ด้วยข้อความที่กระทัดรัดและให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

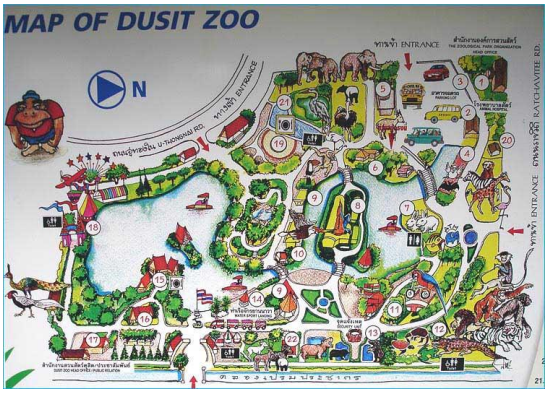
ก. แก้วใบที่มีน้ำจะมองเห็นหลอดเป็นปกติและแก้วใบที่ไม่มีน้ำจะมองเห็นหลอดเป็นปกติ

ข. แก้วใบที่มีน้ำจะมองเห็นหลอดขาดออกจากกันแต่แก้วใบที่ไม่มีน้ำจะมองเห็นหลอดเป็นปกติ

ค. แก้วใบที่มีน้ำจะมองเห็นหลอดเป็นปกติแต่แก้วใบที่ไม่มีน้ำจะมองเห็นหลอดขาดออกจากกัน

ง. แก้วใบที่มีน้ำจะมองเห็นหลอดขาดออกจากกันและแก้วใบที่ไม่มีน้ำจะมองเห็นหลอดขาดออกจากกัน

34. เมื่อนักเรียนดูแผนผังของสวนสัตว์ดุสิตแล้ว นักเรียนสามารถบอกได้ว่าถ้านักเรียนยืนอยู่ตรงประตูด้านทิศตะวันตกของสวนสัตว์ และต้องการจะไปดูยีราฟจะต้องเดินทางไปในทิศทางใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)



ก. ทางซ้ายของตำแหน่งที่ยืนอยู่

ข. ทางขวาของตำแหน่งที่ยืนอยู่

ค. ทางทิศใต้ของตำแหน่งที่ยืนอยู่

ง. ทางทิศตะวันตกของตำแหน่งที่ยืนอยู่

35. ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืด ถ้านำปลาช่อนไปเลี้ยงในน้ำทะเลจะเกิดผลอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. ปลาช่อนจะตาย

ข. ปลาช่อนจะกินอาหารปริมาณมาก

ค. ปลาช่อนจะขยายพันธุ์ก่อนที่จะตาย

ง. ปลาช่อนปรับตัวสามารถอยู่ในน้ำทะเลได้

36. นักเรียนเก็บไข่ไก่ได้ดังนี้

วันอาทิตยเก็บไข่ไก่ได้ 3 ฟอง วันจันทร์เก็บไข่ไก่ได้ 7 ฟอง วันอังคารเก็บไข่ไก่ได้ 11 ฟอง วันพุธเก็บไข่ไก่ได้ 15 ฟอง เมื่อถึงวันเสาร์นักเรียนจะเก็บไข่ไก่ได้กี่ฟอง (ทักษะการพยากรณ์)

ก. 19 ฟอง ข. 23 ฟอง

ค. 27 ฟอง ง. 31 ฟอง

37. นักเรียนไม่ชอบรับประทานอาหารกลุ่มผักและผลไม้ วันหนึ่งนักเรียนมีเลือดออกตามไรฟัน อาการที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. ขาดวิตามิน A

ข. ขาดวิตามิน C

ค. รับประทานอาหารที่แข็งมาก

ง. รับประทานอาหารรสเผ็ดมาก

38. ถ้าหากนักเรียนจะนำต้นดาวเรืองไปไว้ใต้ต้นมะม่วงทำการรดน้ำใส่ปุ๋ยตามปกติเมื่อเวลาผ่านไปต้นดาวเรืองจะเป็นอย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

ก. เจริญงอกงาม

ข. ไม่เจริญงอกงาม

ค. ต้นดาวเรืองสูงขึ้น

ง. ต้นดาวเรืองออกดอก

39. นักเรียนสังเกตว่าเมล็ดทานตะวัน ที่นำมาปลูกไว้โดยกางมุ้งในไร่เดียวกัน แปลงหนึ่งลำต้นเจริญเติบโต งดงาม ดอกโต แต่อีกแปลงหนึ่งลำต้นและดอกมีขนาดเล็กแตกต่างกัน ทั้งที่ให้น้ำ ใส่ปุ๋ย และได้รับแสงแดด เท่าๆ กัน จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ขนาดดอกทานตะวัน” ที่จะช่วยให้สังเกตและทดลองได้ถูกต้อง และเข้าใจตรงกัน (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

ก. ขนาดดอกทานตะวัน หมายถึง น้ำหนักดอกทานตะวัน

ข. ขนาดดอกทานตะวัน หมายถึง ความสูงของต้นดอกทานตะวัน

ค. ขนาดดอกทานตะวัน หมายถึง ความยาวของ ต้น ราก ใบ ของดอกทานตะวัน

ง. ขนาดดอกทานตะวัน หมายถึง ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกทานตะวัน

40. จากสมมติฐานที่ว่า “ถ้าชนิดของดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่อุ้มไว้ ดังนั้น ดินเหนียวจะอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าดินร่วน และดินร่วนจะอุ้มน้ำไว้ได้ มากกว่าดินทราย” จากสมมติฐานดังกล่าว ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม คืออะไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ก. ตัวแปรต้น คือ ปริมาณของดินและน้ำต้องเท่ากัน ตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำที่อุ้มไว้ ตัวแปรควบคุม คือ ชนิดของดิน

ข. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของดิน ตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำที่อุ้มไว้ ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณของดินและน้ำต้องเท่ากัน

ค. ตัวแปรต้น คือ ปริมาณน้ำที่อุ้มไว้ ตัวแปรตาม คือ ชนิดของดิน ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณของดินและน้ำต้องเท่ากัน

ง. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของดิน ตัวแปรตาม คือ ปริมาณของดินและน้ำต้องเท่ากัน ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำที่อุ้มไว้

41. ถ้าอาหารไก่มีปริมาณโปรตีนมากขึ้น จะมีผลต่อไก่หรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนี้ได้อย่างไร (ทักษะการทดลอง)

ก. นำไก่ที่มีน้ำหนักและขนาดเท่ากันจำนวน 2 ตัว ตัวที่ 1 ให้ข้าวสาร ตัวที่ 2 ให้ลำข้าว

สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ข. นำไก่ที่มีน้ำหนักและขนาดเท่ากันจำนวน 2 ตัว ตัวที่ 1 ให้ข้าวเปลือก ตัวที่ 2 ให้ข้าวสาร สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ค. นำไก่ที่มีน้ำหนักและขนาดเท่ากันจำนวน 2 ตัว ตัวที่ 1 ให้อาหารสำเร็จรูป ตัวที่ 2 ให้เศษอาหาร สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ง. นำไก่ที่มีน้ำหนักและขนาดเท่ากันจำนวน 2 ตัว ตัวที่ 1 ให้อาหารปกติ ตัวที่ 2 ให้อาหารที่มีโปรตีนมากขึ้น สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

42. การวัดค่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อนด้วยเทอร์โมมิเตอร์มีวิธีการวัดอย่างไร (ทักษะการทดลอง)

ก. จับปลายเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงในแนวดิ่งจุ่มกระเปาะในน้ำพุร้อน

ข. จับปลายเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงในแนวดิ่งจุ่มกระเปาะเหนือผิวน้ำพุร้อน

ค. จับปลายเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงในแนวนอนจุ่มกระเปาะเหนือผิวน้ำพุร้อน

ง. จับปลายเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงในแนวนอนกระเปาะจุ่มในน้ำพุร้อน

43. นักเรียนสงสัยว่า เพื่อนของนักเรียนมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรค COVID 19 หรือไม่ นักเรียนจะเลือกและใช้เครื่องมือชนิดใด (ทักษะการทดลอง)

ก.

ข.

ค.

ง.

44. นักเรียนได้ทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุโดยปล่อยวัตถุ 2 ชนิด ที่มีมวล 1 กิโลกรัม และ 8 กิโลกรัม ลงมาจากหน้าผาพร้อมกัน นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองอย่างถูกต้องและเที่ยงตรงดังข้อใด (ทักษะการทดลอง)

ก. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม , 8 กิโลกรัม จะตกถึงพื้นเวลา 1 , 8 นาที

ข. วัตถุมวล 1 กิโลกรม , 8 กิโลกรัม จะตกถึงพื้นเวลา 2 , 8 นาที

ค. วัตถุมวล 1 กิโลกรม , 8 กิโลกรัม จะตกถึงพื้นเวลา 10 , 80 วินาที

ง. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม , 8 กิโลกรัม จะตกถึงพื้นเวลา 9.8 วินาที

45. นักเรียนทำการทดสอบน้ำส้มสายชูจากการเปลี่ยนสีของเมทิลไวโอเลต ผลการทดสอบ ปรากฏในตารางที่ 4-2 (ดัดแปลงจาก ปรีชา สุวรรณพินิจ, นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปิยดา สุวรรณพินิจ, 2556: 50)

ตาราง 4-2 ผลการทดสอบน้ำส้มสายชูจากการเปลี่ยนสีของเมทิลไวโอเลต

ชนิดของน้ำส้มสายชู	การเปลี่ยนสีของเมทิลไวโอเลต
A	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
B	ไม่เปลี่ยนสี
C	เปลี่ยนเป็นสีเขียว
D	ไม่เปลี่ยนสี

จากตารางการทดสอบของนักเรียน ข้อใดแปลความหมายได้ถูกต้อง (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

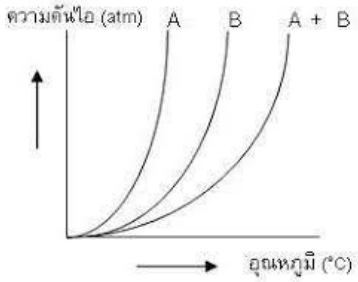
ก. น้ำส้มสายชูชนิด A C มีกรดแร่เจือปน

ข. น้ำส้มสายชูชนิด B D มีกรดแร่เจือปน

ค. น้ำส้มสายชูชนิด A C ไม่มีกรดแร่เจือปน

ง. น้ำส้มสายชูชนิด A B C D ไม่มีกรดแร่เจือปน

46. ครูให้นักเรียนดูกราฟข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสาร A B และ A+B กับความดันไอ ดังต่อไปนี้



ข้อใดอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดีที่สุด (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

ก. ของเหลว A+B จะมีจุดเดือดคงที่ต่ำกว่า A

ข. ของเหลว A+B จะมีจุดเดือดคงที่สูงกว่า B และ A

ค. ของเหลว B จะมีจุดเดือดคงที่ต่ำกว่า A และ A+B

ง. ของเหลว A+B จะมีจุดเดือดคงที่สูงกว่า B และต่ำกว่า A

47. นักเรียนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดที่สามารถสะท้อนการตกของวัตถุจากที่สูงได้อย่างไร (การสร้างแบบจำลอง)

ก. ออกแบบน้ำตกและสร้างภูเขาจำลอง

ข. ออกแบบภูเขาและสร้างน้ำตกจำลอง

ค. ออกแบบภูเขาและสร้างหน้าผาจำลอง

ง. ออกแบบและทดสอบการตกของวัตถุจากที่สูงในห้องเรียน โดยใช้วัตถุและวัสดุต่าง ๆ กัน

48. นักเรียนไม่ควรเลือกแบบจำลองที่แสดงออกในข้อใด (การสร้างแบบจำลอง)

ก. แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม

ข. แบบจำลองที่เป็นนามธรรม

ค. แบบจำลองที่เป็นคำพูด แบบจำลองที่เป็นสัญลักษณ์

ง. แบบจำลองที่เป็นลักษณะท่าทาง แบบจำลองภาพ

49. จากการสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม ของนักเรียนที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์เรือนกระจก ก๊าซที่ทำให้โลกร้อนคือก๊าซใด (การสร้างแบบจำลอง)

ก. ก๊าซฮีเลียม (He) ก๊าซไซยาไนด์ (CN)

ข. ก๊าซโอโซน (O_3) , ก๊าซไฮโดรเจน (H_2)

ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4)

ง. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไฮโดรเจนไดออกไซด์(H_20)

50. นักเรียนยกตัวอย่างการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ได้ ยกเว้นข้อใด (การสร้างแบบจำลอง)

ก. แบบจำลองอะตอมของโบร์

ข. แบบจำลองอะตอมของ อริสโตเติล

ค. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ง. แบบจำลองอะตอมในกลศาสตร์ควอนตัม

51. นักเรียนยกตัวอย่างการสร้างแบบจำลองประวัติศาสตร์ซึ่งเป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ได้ ยกเว้นข้อใด

ก. แบบจำลองอะตอมของ ดอลตัน

ข. แบบจำลองอะตอมของ ทอมสัน

ค. แบบจำลองอะตอมของ รัทเธอร์ฟอร์ด

ง. แบบจำลองอะตอมในกลศาสตร์ควอนตัม

เฉลย

1) ง.	2) ค.	3) ง.	4) ก.	5) ก.	6) ก.
7) ข.	8) ง.	9) ข.	10) ข.	11) ข.	12) ง.
13) ค.	14) ง.	15) ก.	16) ข.	17) ข.	18) ข.
19) ง.	20) ค.	21) ค.	22) ค.	23) ข.	24) ง.
25) ง.	26) ก.	27) ค.	28) ก.	29) ง.	30) ง.
31) ก.	32) ก.	33) ข.	34) ก.	35) ก.	36) ค.
37) ข.	38) ข.	39) ง.	40) ข.	41) ง.	42) ก.
43) ค.	44) ง.	45) ก.	46) ข.	47) ง.	48) ข.
49) ค.	50) ข.	51) ง.			

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความเหมาะสม
1	จำแนกพืชและสัตว์	4.32	0.18	มาก
2	เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร	4.31	0.19	มาก
3	วัตถุ วัสดุ สสาร	4.30	0.18	มาก
4	การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย	4.23	0.12	มาก
5	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	4.33	0.11	มาก
6	แม่เหล็ก	4.31	0.08	มาก
7	การเคลื่อนที่ของแสง และการมองเห็น	4.33	0.21	มาก
8	ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา	4.23	0.15	มาก
รวม		**4.30**	**0.15**	มาก

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความเหมาะสม
1	จำแนกพืชและสัตว์	4.43	0.25	**มาก**
2	เราจะจัดกลุ่มสัตว์ได้อย่างไร	4.43	0.27	**มาก**
3	วัตถุ วัสดุ สสาร	4.43	0.27	**มาก**
4	การศึกษาสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและปลอดภัย	4.36	0.19	**มาก**
5	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	4.57	0.13	**มากที่สุด**
6	แม่เหล็ก	4.54	0.11	**มากที่สุด**
7	การเคลื่อนที่ของแสง และการมองเห็น	4.52	0.25	**มากที่สุด**
8	ตัวกลางของแสงและการเกิดเงา	4.32	0.20	**มาก**
รวม		**4.45**	**0.21**	**มาก**

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายประเสริฐ ปะระทัง

วัน เดือน ปี เกิด 17 ตุลาคม 2523

สถานที่เกิด อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สถานที่ทำงาน โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

ตำแหน่ง ข้าราชการครู