ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น

นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2560

The Effects of Inquiry-based Learning and Explicit Nature of Science in the Topic of the Solution for Nature of Science Understanding and Analytical Thinking Abilities of Mathayom Suksa I Students at Khamkaen Nakorn School, Khonkaen Province

Miss Rungtiwa Sriburom

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
2017

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น
ชื่อและนามสกุล	นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์
วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป 2. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น
ผู้วิจัย นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์ **รหัสนักศึกษา** 2582000176 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (2) เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ (4) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 60 คน จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า *(1)* นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ มัธยมศึกษา

Thesis title: The Effects of Inquiry-based Learning and Explicit Nature of Science in the Topic of the Solution for Nature of Science Understanding and Analytical Thinking Abilities of Mathayom Suksa I Students at Khamkaen Nakorn School, Khonkaen Province
Researcher: Miss Rungtiwa Sriburom; **ID:** 2582000176;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Jurarut Thammaprateep, Assistant Professor;
(2) Dr. Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2017

Abstract

The purposes of this research were (1) to compare nature of science understanding scores of Mathayom Suksa I students before and after learning under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science; (2) to compare the post-learning nature of science understanding scores of the students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science with the post-learning counterpart scores of the students who learned under the implicit learning management; (3) to compare analytical thinking ability scores of Mathayom Suksa I students before and after learning under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science; and (4) to compare the post-learning analytical thinking ability scores of the students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science with the post-learning counterpart scores of the students who learned under the implicit learning management.

The research sample consisted of 60 Mathayom Suksa I students in two intact classrooms of Khamkaen Nakhon School in Khon Kaen province during the second semester of the 2017 academic year, obtained by cluster random sampling. The research instruments consisted of learning management plans for the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science in the topic of Solutions, a test of nature of science understanding, and a test of analytical thinking ability. Statistics employed for data analysis were the percentage, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the post-learning nature of science understanding scores of students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science were significantly higher than their pre-learning counterpart scores at the .05 level of statistical significance; (2) the post-learning nature of science understanding scores of students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science were significantly higher than the post-learning counterpart scores of students who learned under the implicit learning management at the .05 level of statistical significance; (3) the post-learning analytical thinking scores of students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science were significantly higher than their pre-learning counterpart scores at the .05 level of statistical significance; and (4) the post-learning analytical thinking scores of students who learned under the inquiry-based learning management indicating explicit nature of science were significantly higher than the post-learning counterpart scores of students who learned under the implicit learning management at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Inquiry-Based Learning Management, Implicit Learning Management, Nature of Science, Analytical Thinking, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่างได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินงานด้านต่างๆ ทั้งยังคอยเอาใจใส่คอยติดตามความก้าวหน้าของผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อาจารย์ณัฐชฎา ชัชวาล อาจารย์มะลิวรรณ วิเชฎฐพงษ์ และอาจารย์ สังวาล อติรัตนวงษ์ ที่กรุณารับเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

ขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทในปีการศึกษา 2558 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอ

คุณค่าและประโยชน์ของวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นความกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

รุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์
กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 4
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ขอบเขตการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 9
การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 15
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 19
การคิดวิเคราะห์ 27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 42
รูปแบบการวิจัย 74
การเก็บรวบรวมข้อมูล 74
การวิเคราะห์ข้อมูล 75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 78
ตอนที่ 1 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 79
ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับ การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 80

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 95
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับ การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 96
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 98
สรุปการวิจัย 98
อภิปรายผล 100
ข้อเสนอแนะ 105
บรรณานุกรม 107
ภาคผนวก 114
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย สำเนาหนังสือขอความขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัย 115
ข ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย 120
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 125
ง ตัวอย่างแบบบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวอย่างแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน 140
จ ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 143
ฉ กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 167
ประวัติผู้วิจัย 172

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 23
ตารางที่ 2.2 เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 33
ตารางที่ 2.3 ระดับคะแนนของงานเขียน 35
ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบข้อเขียน 36
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้และการวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง สารละลาย กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 46
ตารางที่ 3.2 แสดงบทบทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 48
ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล 51
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับแผนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย 54
ตารางที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 60
ตารางที่ 3.6 แนวทางการพิจารณาคำตอบเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 64
ตารางที่ 3.7 กรอบแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 71
ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 73
ตารางที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการทดสอบค่าที (Paired Samples t-test) 79
ตารางที่ 4.2 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Independent samples t-test) 80
ตารางที่ 4.3 จำนวนค่าร้อยละของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 83
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการทดสอบค่าที (Paired Samples t-test) 95

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Independent samples t-test) 96

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบรายด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 81

ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นโลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ 88

ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน 89

ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 90

ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ และวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย 91

ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง 92

ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน 93

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป 94

ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบรายด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 97

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงคุณค่าและข้อจำกัดตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่นและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ (McComas, 2004) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองและส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science; AAAS, 1989) เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกันสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและต่อการดำรงชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ซึ่งองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของสมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science,1990) โดยได้แบ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการกำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) เนื่องจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) นอกจากนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น จนกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) มีการกำหนดการรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งของการทดสอบด้าน

วิทยาศาสตร์ จากผลการประเมิน PISA 2015 มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ โดยเป็นการประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ การประเมินผล PISA นั้นสามารถให้ข้อมูลคุณภาพการศึกษาของชาติว่าได้เตรียมความพร้อมให้เยาวชนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีสมรรถนะในการแข่งขันเพียงใดเมื่อเทียบกับประชาคมโลก จากสรุปผลการวิจัย PISA 2015 ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินของประเทศไทย PISA 2015 การประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ทั้งสามด้านกลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ หรือ O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระดับประเทศของปีการศึกษา 2555 - 2559 พบว่า ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2559) จากการประเมินคุณภาพนักเรียนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยมีความพร้อมที่จะเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีสมรรถนะในการแข่งขันกับประชาคมโลกในศตวรรษที่ 21 นั้นลดลงจากเดิม ซึ่งนับได้ว่าระบบการศึกษาของไทยกำลังประสบปัญหาด้านคุณภาพของชาติอย่างน่าเป็นห่วง โดยเฉพาะทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รวมทั้งสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาของบทเรียนด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัศนี พุฒนอก (2556) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองและนักเรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ โดยอัตโนมัติผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้จึงไม่มีการบูรณาการ เรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการเน้นที่เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีนี้ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิผล ในช่วงเวลาที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจะใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และบูรณนาการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and abd-El-Khalick (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งผู้วิจัยได้สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น จำนวน 100 คน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น จากการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน และวิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคล เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา มหาลีและชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจและเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยเฉพาะในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเสนอแนะว่า ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นหรือบรูณาการเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญให้ชัดเจน

นอกจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนทางด้านการคิดวิเคราะห์ ได้กำหนดสมรรถนะของผู้เรียนที่สำคัญ ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดซึ่งเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) สังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและต้องรับข่าวสารจำนวนมาก ดังนั้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพและความสามารถในด้านการคิดนั้นเป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์ ซึ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นนับเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันบุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะสามารถใช้ปัญญานำชีวิตได้ในทุกๆ สถานการณ์ช่วยให้เราสามารถตัดสินใจ ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผลและช่วยให้เราเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้กระจ่าง ช่วยให้ประเมินและสรุปสิ่งต่างๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏ และนอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานเพื่อให้เกิดการคิดในมิติอื่นๆ ด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) การคิดวิเคราะห์เป็นการขยายความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นการประยุกต์กระบวนการวิเคราะห์เฉพาะของข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเดิมที่สะสมอยู่ในความจำระยะสั้นในรูปแบบโครงสร้างขนาดเล็กของสติปัญญา เพื่อสร้างข้อมูลใหม่อย่างอิสระและสามารถสรุปลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของข้อมูลได้ (Marzano, 2001) จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน ผลสอบมาตรฐานกลางเน้นวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และเชิงซ้อน เขตพื้นที่การศึกษา สพม.25 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2558-2559 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนขามแก่นนคร, 2559) ดังนั้นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะใช้เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนจะช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเสริมสร้างกระบวนการคิดของนักเรียน

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักการศึกษาได้ตระหนักถึงกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ จึงถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่างๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (The Implicit Approaches) เป็นการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้โอกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักการศึกษาที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

(Lederman, 1998) การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีการบ่งชี้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ออกมาอย่างชัดเจน และครูผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย เพื่อจัดการเรียนรู้แนวคิดมีบทบาทในการกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนออกมา เช่น การปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง และการทำกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากการพิจารณาความสำคัญของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการรู้วิทยาศาสตร์และเป็นประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดแทรกไปกับเนื้อหา เรื่อง สารละลาย เนื่องจากมีเนื้อหาที่เหมาะกับการบรูณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้านได้ดี โดยมีกิจกรรมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากการทดลองได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ด้วยตนเอง แสดงให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

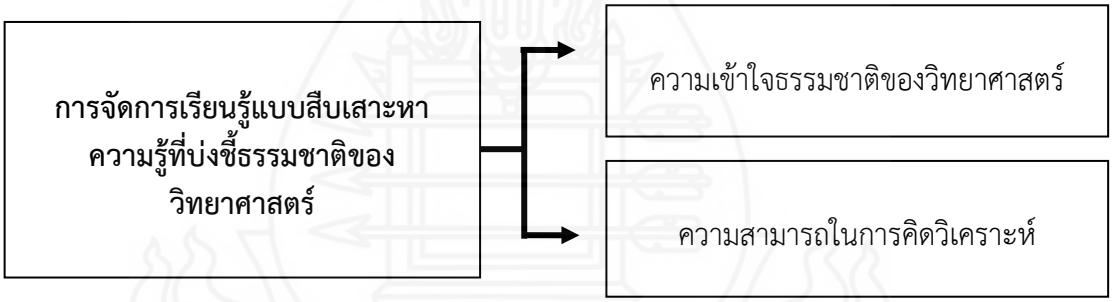
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นต่างๆ ตามความเหมาะสม มี 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีการระบุจุดประสงค์การเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมากจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครอบคลุมลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน เน้นการยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจ และแสดงแนวความคิดของตนออกมา รวมทั้งมีการวัด และประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่การตอบคำถาม การอภิปราย การตอบแบบวัด และการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ แสดงความคิดเห็น และยกตัวอย่างเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano (2001) ประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการสังเกตและการจำแนก ด้านการจัดกลุ่ม ด้านการวิเคราะห์เหตุผล ด้านการนำไปใช้ และด้านการทำนาย โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

4.1 ประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น จำนวนนักเรียนทั้งหมด 332 คน

4.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการศึกษาการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 สารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน และมาตรฐาน ว 3.2 องค์ประกอบของสารละลาย การละลายของสารในตัวทำละลาย ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย และพลังงานกับสารละลาย

4.4 เนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มี 3 ด้าน ได้แก่

4.4.1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.4.2 ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.4.3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในเดือน สิงหาคม – กันยายน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมระยะเวลาที่ใช้ในการสอนทั้งหมด 18 ชั่วโมง

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน การสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง อภิปรายผล และการลงข้อสรุป เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีการสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นต่างๆ ตามความเหมาะสม มี 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ 1) มีการระบุจุดประสงค์การเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างชัดเจน 2) มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมากจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาและกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนออกมา และ 3) มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดูจากการที่นักเรียนแสดงแนวคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การตอบ แบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

5.2 การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการและนักเรียนได้เรียนรู้

แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซึมซับด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน

5.3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย ขยายความ แสดงความคิดเห็น และยกตัวอย่างเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น เป็นค่านิยม ความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาปรัชญาวิทยาศาสตร์ เชิงสังคมวิทยาและจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้ 1) ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็น โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน 2) ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย และนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง และ 3) ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน และวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

5.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแสวงหาข้อเท็จจริงจากเหตุการณ์/เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ โดยเปรียบเทียบข้อมูลด้วยการระบุ จำแนกแยกแยะ การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการสังเกตและการจำแนก ด้านการจัดกลุ่ม ด้านการวิเคราะห์เหตุผล ด้านการนำไปใช้ และด้านการทำนาย

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ในระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 เป็นข้อมูลสำหรับนักการศึกษา นักวิจัย ในการศึกษา วิจัย และส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
    1.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    2.1 การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
    2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    3.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    3.2 ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    3.3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
    3.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. การคิดวิเคราะห์
    4.1 แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์
    4.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
    4.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
    4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
    5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแสวงหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหัวข้อในการนำเสนอ ดังนี้

1.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) มาจากคำว่า การสืบเสาะหรือการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีความหมายโดยทั่วไป การสืบเสาะ คือ การค้นคว้า การแสวงหา การสืบค้นจากคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้น การสืบเสาะมีความหมายที่แตกต่างกันตามคนใช้หรือบริบทที่ใช้แต่ละคนมีลักษณะหรือแนวทางของการสืบเสาะที่แตกต่างกันออกไป โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้วยวิธีการมองเห็น ได้ยิน จับต้อง ชิม และดมกลิ่น เป็นพื้นฐานของการสืบค้นหา (กุลธิดา ท้วมสุข, 2554) ในที่นี้จะกล่าวถึงความหมายของคำว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของผู้ใช้ทางด้านการศึกษา ได้แก่

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของครู หมายถึง เป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงกันที่เริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน จากการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์นั้นเพื่อหาคำตอบนั้นและด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้เองจึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับ แนวคิด แบบจำลอง และทฤษฎี การสืบเสาะหาความรู้ยัง หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่างๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร (National Research Council, 1996)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน หมายถึง ความสามารถในการทำและความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักการว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Crawford, 2000)

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม (2553) ให้ความหมายของ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปผลออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

จากแนวคิดข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน หมายถึง การเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความสามารถในการทำการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บริบทของครู หมายถึง การสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของ ประมวล ศิริผันแก้ว (2553) กล่าวได้ว่า คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

การสืบเสาะหาความรู้อาจถือได้ว่า เป็นวิธีการหรือแนวทางที่จะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่นๆ ด้วย โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรม หรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ หรือทดลองแล้วแต่สถานการณ์ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดจะต้องมีคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ประการ คือ 1) การตั้งคำถาม 2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานในตอบคำถาม 3) การสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีคำอธิบายจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐาน 4) การเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) การสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้ National Science Education Standards (NRC, 2000) ระบุลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถามและการตอบคำถาม

2. มีการสำรวจตรวจสอบจากคำถามที่สนใจศึกษา และเชื่อมโยงกับการนำเสนอข้อมูลที่มีความหมาย รวมทั้งพัฒนารูปแบบของการอธิบายให้มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

3. การสำรวจตรวจสอบมีหลากหลายจุดประสงค์และหลากหลายวิธีการ

4. นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายจากการทดสอบหลักฐานและการตั้งข้อสังเกตใหม่ ๆ ให้กับการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

5. นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันเป็นทีม แม้จะมีความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและแตกต่าง

6. การใช้ความคิดสร้างสรรค์สามารถพบได้ทุกขั้นตอนของการทำงานทางวิทยาศาสตร์

7. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการนำเสนอผลงานจากการศึกษาค้นคว้าต่อสาธารณชน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ข) ยังได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันหรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงานหรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (directed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาธิต หรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบแล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษา หรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดเป็นผู้กำหนดปัญหาออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนจัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราวเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมุติฐาน เป็นขั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดแล้วให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล เป็นขั้นมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์แล้วประเมินว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมุติฐาน เป็นขั้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมุติฐาน

5. สร้างข้อสรุป เป็นขั้นให้นักเรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงานหรือเอกสาร

โดยมีขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา คือ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert karplus, 1960-1969 อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552ข) เป็นผู้ริเริ่มคิดค้นรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) โดยได้จัดรูปแบบของวัฏจักรออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) และการขยายความรู้ (Concept extension) ต่อมานักการศึกษาจำนวนมากได้นำแนวคิดนี้ไปจัดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้อีกหลากหลายแบบโดยเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ รูปแบบของนักการศึกษาสหรัฐอเมริกากลุ่ม Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS (1997 อ้างในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552ข) ได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5Es ได้แก่ Engage Explore Explain Elaborate และ Evaluate ซึ่งมีขอบข่ายรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้ากับหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ

จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้น

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนาข้อมูลมาอภิปราย

4. ขั้นการลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการจัดการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

สำหรับในประเทศไทยมีการนำรูปแบบดังกล่าวมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมต่างๆ ท้าท้ายให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

สำหรับการวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งปัจจุบันมีผู้ทำการศึกษาและนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิผลจำนวนมาก เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนให้มากที่สุด โดยบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่ง ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ข) ได้เสนอขอบข่ายรายละเอียดลักษณะกิจกรรมหรือสถานการณ์ บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน สอดคล้องกัน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน ยั่วยุ น่าสนใจ ใคร่รู้ เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวนักเรียนเอง

บทบาทของครู สร้างความสนใจอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด ให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งเร้าในการตอบคำถาม ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบรูณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความกระจ่างในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ

บทบาทของนักเรียน ตั้งคำถาม ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน แสดงความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำงานตามความคิดอย่างอิสระ ตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏและกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ วางแผนทางการสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ และได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ

บทบาทของครู เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ซักถาม เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ให้เวลานักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหาและการสำรวจตรวจสอบสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

บทบาทของนักเรียน คิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ตั้งสมมติฐาน พิจารณาสมมติฐานเป็นไปได้โดยการอภิปราย ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนถูกต้อง บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล อภิปราย แล้วนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปวาด ตาราง แผนผัง มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ

บทบาทของครู ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนอธิบายเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐานประกอบ ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล

บทบาทของนักเรียน อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้อธิบายผล การสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผล หลักการหรือหลักฐานประกอบ ฟังการอธิบายของคนอื่น แล้วคิดวิเคราะห์และอภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นอธิบาย

4. ขั้นขยายความรู้

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ให้นักเรียนได้อธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์กระจ่าง หรือลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือทดลองเพิ่มขึ้นและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์ใหม่

บทบาทของครู ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียดชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็มหรือขยายแนวคิดและทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มหรือขยายกรอบความรู้ความคิด

บทบาทของนักเรียน ใช้ข้อมูลจากการสำรวจไปใช้ในสถานการณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ใหม่ เชื่อมโยงความรู้กับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมิน

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ มีการตรวจสอบความถูกต้องชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้โดยวิเคราะห์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน วิจารณ์หรืออภิปรายเพื่อเปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้เปรียบเทียบ ผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

บทบาทของครู ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและผลงานด้วยตนเอง ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้

บทบาทของนักเรียน วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบายเพื่อความถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง

สรุปว่า บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นผู้สร้างสถานการณ์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม มีหน้าที่กระตุ้น เร้าความสนใจ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกและช่วยชี้แนะนักเรียนจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน ส่วนบทบาทของนักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วย

ตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษา ครู และผู้วิจัยทางด้านการศึกษาเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เอง (Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กล่าวคือ นักเรียนไม่ได้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้หรือการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) อธิบายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scince process skill) หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-Based Approach) กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต หรือการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว (abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit) เป็นวิธีที่ไม่ได้เน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการเน้นที่เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจะใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และบูรณนาการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and abd-El-Khalick (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ความหมายของคำว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (The Implicit Approaches) นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) อธิบายไว้ว่า การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้โอกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัศนี พุฒนอก (2556) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Implicit approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซึมซับด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการที่ครูมีความเชื่อว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นผลพลอยได้จากการที่นักเรียนทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้หรือเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้จึงไม่มีการบูรณาการเรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด ซึ่งวิธีนี้ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิผล (Khishfe and abd-El-Khalick, 2002) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ครูมีความเชื่อว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มาจากการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่ทำในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการและนักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซึมซับด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เสนอแนวคิดว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรมีการบ่งชี้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ออกมาอย่างชัดเจน และครูมีบทบาทในการกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนต่อแนวความคิดเหล่านั้นออกมา เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงแนวคิดที่ตนมีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้นี้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1998) และมีความสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit and reflective approach) ของ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บ่งชี้ชัดเจน (The Explicit Approaches) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียนซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ 1) มีการระบุ

จุดประสงค์การเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างชัดเจน 2) มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมากจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาและกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนออกมา เพื่อให้ตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตน และเชื่อมโยงแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ และ 3) มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดูจากการที่นักเรียนแสดงแนวคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด ตอบคำถาม การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ก) ได้ศึกษารวบรวมงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหรือมีมุมมองที่เหมาะสมเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ในการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย เพื่อการจัดการเรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องราวต่างๆ เป็นสื่อในการเรียนรู้ เช่น เรื่องราวเกี่ยวกับประวิทยาศาสตร์และประเด็นข้อถกเถียงต่างๆ เกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วสะท้อนความเข้าใจต่อกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่ได้ทำ เช่น การทำกิจกรรมคิดและปฏิบัติ การทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองและการทำกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เช่น วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะหาความรู้โดยกระตุ้นด้วยคำถามและมีแนวทางการสืบเสาะชี้นำ ในการหาคำตอบและการสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนออกแบบและทำการสืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้ตามวิธีนี้ Crowther et al. (2005) เสนอว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกฝังอยู่ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่แล้ว ครูควรมีการแนะนำว่า การอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูควรรวบรวมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน และเชื่อมโยงการอภิปรายประเด็นหนึ่งสู่อีกประเด็นหนึ่งอย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ ควบคู่กับไป กระบวนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนนี้ ทำให้ครูสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการที่นักเรียนรู้สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำทุกวันจากในโทรทัศน์และหนังสือพิมพ์

การวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะ คือ ใช้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และบูรณนาการหรือสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น ในการทำกิจกรรมเรื่อง สารละลาย มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมากจากกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการหยิบยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณา และกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนออกมา มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจาก

นักเรียนแสดงแนวคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นต่างๆ ตามความเหมาะสม มีรายละเอียดแต่ละขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูใช้คำถาม สถานการณ์ หรือสื่อต่างๆ กระตุ้นเร้าความสนใจ สงสัยประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ครูใช้คำถามในการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะแก้ไข โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ก่อนจะเริ่มกิจกรรมในขั้นต่อไป

2. ขั้นสำรวจและค้นหา(exploration) นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ อยากรู้หรือครูกำหนดให้ แล้วออกแบบการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งผู้สอนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย การตีความจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจตรวจสอบ และชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายหรือการตีความจากการใช้การคาดเดา ความเชื่อ เพศ ศาสนา เป็นต้น สามารถเกิดขึ้นได้และคำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำปรึกษา ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ขั้นอธิบาย (explanation) นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล และสรุป แล้วนำเสนอพร้อมคำอธิบายในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนผัง ตาราง เป็นต้น ขั้นนี้เน้นการอธิบายหรือผลงานที่นำเสนอต้องมีการอ้างอิงเอกสารและหลักฐานสามารถตรวจสอบได้ และให้นักเรียนตรวจสอบว่าคำอธิบายของตนสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มอื่นตรวจสอบมาหรือไม่ หากนักเรียนมีข้อสงสัย หรือมีคำถามที่ไม่สามารถอธิบายได้ ครูจะอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในประเด็นเหล่านั้น

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) นักเรียนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ให้ชัดเจน โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆทำให้เกิดความรู้มากขึ้น ครูหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียน โดยกระตุ้นหรือใช้สถานการณ์เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา หรือยกตัวอย่างกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติมา เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักและชัดเจนในลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่แฝงอยู่ในกิจกรรมได้ทำทุกขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของนักเรียนผ่านการตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ และให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation) ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปและประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น ตอบคำถาม การอภิปราย ใบงาน การตอบแบบวัด การเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ เป็นต้น

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พิจารณาตามแนวทางดังนี้ ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนมากจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการยกประเด็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาและ

กระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของตนออกมา เพื่อให้ตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตน และเชื่อมโยงแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดูจากการที่นักเรียนแสดงแนวคิดของตนออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การตอบแบบวัด รวมทั้งการแสดงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลายความหมายทั้งความหมายที่สอดคล้องเป็นแนวเดียวกันและความหมายที่แตกต่างกัน

Lederman et al. (2002) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในฐานะวิธีแห่งความรู้หรือค่านิยม และความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

McComas (2004) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่ามีลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงคุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่นและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

กุศลิน มุสิกุล (2551) ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการ และขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

โดยสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ มีลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น เป็นค่านิยม ความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาปรัชญาวิทยาศาสตร์ เชิงสังคมวิทยา และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

3.2 ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในเอกสารมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ Benchmarks ของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในหลายๆ รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาก็ได้กำหนดให้สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีเอกสารที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในลักษณะเดียวกันนี้เกิดขึ้นตามมาในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษแคนาดา (McComas,

1998) รวมทั้งประเทศไทยที่ปรากฏคำว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนครั้งแรก ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งระบุว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กัน ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหตุผลของการให้ความสำคัญกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษามีความเข้าใจว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน โดยกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและต่อการดำรงชีวิตจะช่วยให้เป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความรู้ใหม่ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้าไปกับความเจริญของเทคโนโลยี นอกจากนี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในเอกสาร สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552ก) ว่าความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดหลักสูตร และกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ราวปลายทศวรรษโดยนักการศึกษาเริ่มตระหนักว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน จึงต้องมุ่งทำความเข้าใจธรรมชาติของโลกควบคู่กับการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั่นคือ มีความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับเข้าใจขั้นตอนกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น กิจกรรมคิดและปฏิบัติ กิจกรรมปฏิบัติการในห้องทดลองและกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่างๆ

สรุปได้ว่า ความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น เป็นส่วนสนับสนุนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งยังระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

AAAS (1993) แบ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวทางดังกล่าวถูกนำมาเป็นต้นแบบและการอ้างอิงจองการพัฒนาหลักสูตรระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งหลักสูตรแกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยอีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแง่ของลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของสมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา ดังต่อไปนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific worldview)

สมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกาได้รวบรวม แนวคิดของนักปรัชญาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเชื่อหรือแนวคิดและเจตคติเกี่ยวกับงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำว่ามันคืออะไรและเป็นอย่างไรโดยเรียกว่า โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแนวคิดเกี่ยวกับโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ประเด็น ดังนี้

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ กล่าวคือ ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนแน่นอน (pattern) เป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาและการใช้กระบวนการคิด มีวิธีการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียดรอบคอบ ที่มีการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความเข้าใจว่าปรากฏการณ์ต่างๆ มีความเป็นแบบแผนแน่นอน สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าเป็นความรู้ส่วนหนึ่งที่สามารถนำไปปรับใช้ได้กับความรู้ของจักรวาลทั้งระบบ

1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากการสังเกตครั้งใหม่อาจจะได้ข้อมูลที่ท้าทายกับทฤษฎีเดิมที่มีอยู่ แม้ว่าทฤษฎีจะเกิดขึ้นจากการอธิบายเหตุการณ์ที่มาจากการสังเกตหลายๆเหตุการณ์จำนวนหนึ่งหรือขอบเขตหนึ่งแล้วก็ตาม แต่เป็นไปได้ว่าอาจจะมีทฤษฎีอื่นที่สามารถอธิบายการสังเกตเหตุการณ์เหล่านั้นได้ดีกว่าหรือสามารถอธิบายการสังเกตในขอบเขตที่กว้างกว่าก็เป็นไปได้ ดังนั้นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งใหม่และเก่าสามารถถูกทดสอบ พิสูจน์และยกเลิกได้ตลอดเวลา ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน (durable) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นไปในแบบของการปรับปรุงแก้ไขมากกว่าการยกเลิกซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของการพัฒนาที่ผ่านการศึกษาอย่างละเอียดถูกต้องแม่นยำจนกลายเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์ หรือในสังคมวิทยาศาสตร์ (scientific community)

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปวิทยาศาสตร์ทุกสาขาจะอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน สมมติฐาน และทฤษฎี ประกอบกับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะแต่อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของปรากฏการณ์ที่สนใจ การสำรวจตรวจสอบ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีและข้อมูลที่มีอยู่เดิม และข้อค้นพบจากการทดลองทั้งที่เป็นวิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน หลักฐานที่เป็นที่มาของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัดตามธรรมชาติ สถานการณ์จริง หรือจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จึงต้องอาศัยการพัฒนาเครื่องมือ เทคนิคและเทคโนโลยี เพื่อการสังเกตเก็บข้อมูลได้แม่นยำมากขึ้น และอาศัยข้อค้นพบจากการสืบสวนสอบสวนของนักวิทยาศาสตร์หลายๆ ท่าน เพื่อเป็นการยืนยันหรือคัดค้านข้อสนับสนุนของการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการจินตนาการและความคิดทำให้เกิดการตั้งสมมติฐานและทฤษฎี ซึ่งข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับ

หลักการของการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐาน เข้ากับข้อสรุป หมายถึง ข้อความรู้นั้นต้องมีการทดสอบความเที่ยงตรงสมเหตุสมผลโดยการนำไปตีความ ประยุกต์ใช้นำไปอ้างอิงไปยังสิ่งอื่นๆ สาธิต และนำไปตัดสินในเบื้องต้น นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะไม่เห็นด้วยกับหลักฐานใดหลักฐานหนึ่งเพียงอย่างเดียวแต่จะเชื่อมั่นในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุปมากกว่า

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกต โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน วิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้อาจมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ การตีความหมายหรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุเชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของความลำเอียงที่อาจมีต่อหลักฐานที่ได้

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น นักวิทยาศาสตร์คนไหนไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริงหรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่มีหลายมิติ เป็นทั้งรายบุคคล สังคมและสถาบัน มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยระบุถึงกิจการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์เกี่ยวข้องกับบุคคลหลากหลายทั้งชาย และหญิง ทุกเชื้อชาติ สัญชาติและดำเนินการหลายอย่างทั่วโลก ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุน หรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา ค่านิยม รวมทั้งสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นตัวกำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และโครงสร้างของการศึกษาวิจัยก็อยู่ในรูปของคณะกรรมการเพื่อสนับสนุนทุนวิจัยต่างๆ

3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร กล่าวคือ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษาเป้าหมายและเทคนิควิธีการที่ใช้การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง ดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เป็นต้น ในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือ ข้อค้นพบ เป็นต้น จรรยาบรรณอีกด้านที่สำคัญคือ จรรยาบรรณในการทดลองกับสิ่งมีชีวิต สัตว์ทดลองจะต้องมีสิทธิที่ได้รับการดูแลให้มีสุขภาพที่ดี มีความสบาย โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องทำการทดลองกับมนุษย์แม้ว่าจะได้รับการยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างแล้วก็ตาม กลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ ข้อจำกัด และความเสี่ยง ที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสามารถเข้าร่วมและออกจากการทดลองหรือการวิจัยได้ตามความต้องการ

3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม และความเชื่อส่วนตัว

งานวิจัยนี้เลือกประเด็นที่ต้องการศึกษาซึ่งครอบคลุมลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 3 ประเด็น คือ โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน 2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 4 ประเด็น คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นที่ศึกษา 2 ประเด็น คือ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

3.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งมีการพัฒนาการประเมินเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมุมมองหรือความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดย Lederman (2007) ได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ตั้งแต่ทศวรรษ ที่ 1954 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley &Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS

ตาราที่ 2.1 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
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
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore &Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford &Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh&Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science – Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham& Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science – Technology – Soctety(VOSTS)	Aikenhead, Fleing& Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS-A)	Lederman& O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick,Bell & Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman &Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman &Ko

ที่มา : Lederman, N.G. (2007). "Nature of Science: Past, Present, and Future" In Abell, S.K. and Lederman, N.G.(ed), *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 831–880.

เนื่องจากเครื่องมือวัดมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย ในช่วงแรกเครื่องมือยังไม่มีการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยในปัจจุบันจึงพยายามพัฒนาให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพมากขึ้น เช่น เครื่องมือประเภทแบบสอบถาม ที่นิยมใช้ในงานวิจัย ซึ่งลักษณะของเครื่องมือวัดมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, Renee, and Schwarts, 2002)

1. Paper and Pencil Test

เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ให้แสดงความคิดเห็น (เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย) ข้อความให้เลือกถูกผิด หรือเป็นตัวเลือกมากกว่า 2 ตัวเลือก โดยเครื่องมือลักษณะดังกล่าวมีข้อจำกัดในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 2002) คือ ข้อแรก เครื่องมือชนิดนี้ อาจมาจากการสันนิษฐานว่าผู้ตอบมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเข้าใจอย่างไรข้อที่สอง คุณภาพของเครื่องมือยังเป็นที่สงสัยของนักการศึกษา เนื่องจากกระบวนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพทำโดยผู้วิจัย ข้อที่สาม เครื่องมือชนิดนี้ไม่สามารถให้ข้อมูลที่จะนำมาอธิบายมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้

2. Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS-A)

เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึก มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิดมักใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดย Ledeman & O'Malley พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990 ประกอบด้วย ข้อคำถาม 7 ข้อ ใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการอธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 ความรู้ทางวิทยาสาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป

2.3 จิตนาการและความคิดสร้างสรรค์

2.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

3. Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)

เป็นเครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 48 ข้อสร้างโดย Rubba ในปี 1978 ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้

3.1 ด้านความไม่ยึดติดกับความเชื่อ

3.2 ด้านการพัฒนา

3.3 ด้านความสามารถสมบรูณ์และเรียบง่าย

3.4 ด้านความสามารถทดสอบได้

3.5 ด้านความเป็นเอกภาพ

4. Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)

เป็นเครื่องมือที่สร้างโดย Meichtry (1992) มีข้อคำถาม 32 ข้อ เป็นแบบ Likert Scale มี 5 ตัวเลือก ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้

4.1 จิตนาการและความคิดสร้างสรรค์

4.2 พัฒนาการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์

4.3 การทดสอบได้

4.4 ความเป็นเอกภาพ

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายที่นำมาประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ละเครื่องมือมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาปัจจัยหลายๆด้าน ก่อนนำเครื่องมือชนิดใดมาปรับใช้ เพื่อให้งานวิจัยให้ได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้มากที่สุด

สำหรับการวิจัยครั้งนี้สร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อคำถามจะทำให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดของนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ และเข้าใจว่าอย่างไร สำหรับการตรวจสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตการตอบคำถาม การอภิปรายสะท้อนความคิดในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และการสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนผ่านบันทึกอนุทินของนักเรียน

เกณฑ์การจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย มีผู้ที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับความเข้าใจวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีแนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. กลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science View)

แบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended questionnaire) ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interviews) โดยงานวิจัยของ Khishfe (2008) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 จำแนกกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ไม่มีมุมมอง 2) กลุ่มที่มีมุมมอง และ 3) กลุ่มที่ไม่แน่ใจหรือจัดกลุ่มไม่ได้

2. กลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science understanding)

แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปลายเปิด โดยงานวิจัยของ สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551) ศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี ได้แบ่งประเภทความเข้าใจของครูเป็น 3 ประเภท คือ 1) มีความเข้าใจเป็นอย่างดี 2) มีความเข้าใจสับสนและไม่ชัดเจน 3) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน

แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยงานวิจัยของ กาญจนา มหาชาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) การจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) เข้าใจถูกต้อง 2) เข้าใจบางส่วน 3) เข้าใจคลาดเคลื่อน และ 4) ไม่เข้าใจ

สำหรับการวิจัยนี้จัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการปรับใช้แนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาตามการจัดของ กาญจนา มหาชาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) เนื่องจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะมีลักษณะเป็นอัตนัย โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และมีช่องว่างให้อธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งพบว่านักเรียนที่ไม่ตอบคำถามในบางข้อ จึงเลือกแนวทางในการจัดกลุ่มความเข้าใจดังกล่าวมาปรับใช้ในการจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ให้ 4 คะแนน

เข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมดหรือมีความสอดคล้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผล และยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย ให้ 3 คะแนน

เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ไม่เข้าใจ (Naive Understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 1 คะแนน

4. การคิดวิเคราะห์

4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

นักวิชาการด้านการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการใด

Marzano (2001) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ได้ สามารถจัดอันดับและจัดประเภทของความรู้และจัดหมวดหมู่ของสิ่งของได้ ระบุข้อผิดพลาดในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่างๆและบอกเหตุผลได้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้นั้นได้ สามารถระบุเจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุและผลในความรู้นั้นได้ จนกระทั่งสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้

ชัยวัฒน์ สุทธิรักษ์ (2553) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นโดย

มีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการทางตรรกะวิทยาในการสรุปตัดสินได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ฆนัท ธาตุทอง (2554) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนกแยกแยะสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อค้นหาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น โดยกำหนดลักษณะของทักษะการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า จะต้องสามารถกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์ สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ และข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ และสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์มาสรุปตอบคำถามตามวัตถุประสงค์

สุวิทย์ มูลคำ (2554) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า เป็นการแสวงหาข้อเท็จจริงจาก เหตุการณ์/เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ โดยเปรียบเทียบข้อมูลด้วยการระบุ จำแนกแยกแยะ การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

4.2 แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการสนใจ เป็นที่ยอมรับและถูกนำมาขยายผลและเผยแพร่ทางการศึกษาเป็นจำนวนมาก ได้แก่ แนวคิดทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom) ซึ่งแนวคิดของบลูมนั้นเริ่มขึ้นมาเป็นระยะเวลานาน ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 Marzano (2001) ได้พัฒนาปรับปรุงแนวคิดของบลูมให้มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวคิดของทั้ง 2 ท่าน มีความสัมพันธ์สอดคล้องและมีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งแนวคิดทั้ง 2 ท่าน มีสาระสำคัญดังนี้

4.2.1 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม

บลูม (Bloom, 1956) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (cognitive domain) ด้านความรู้สึกหรือเจตคติ (affective domain) และด้านทักษะ (psycho-motor domain) ได้กล่าวถึงรายละเอียดความรู้ไว้ 6 ระดับ คือ

1. ระดับความรู้ ความจำ (memory)
   1.1 ความรู้เฉพาะสิ่ง (know ledge of specifics)
      1.1.1 ความรู้ศัพท์เฉพาะ
      1.1.2 ความรู้ข้อเท็จจริง เฉพาะสิ่ง
   1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับสิ่งเฉพาะ
      1.2.1 ความรู้เรื่องแบบแผนนิยม

1.2.2 ความรู้แนวโน้มและลำดับเหตุการณ์
1.2.3 ความรู้เรื่องการจัดจำพวกและประเภท
1.2.4 ความรู้เรื่องเกณฑ์
1.2.5 ความรู้เรื่องระเบียบวิธี
1.3 ความรู้เรื่องสากลและนามธรรมต่างๆ
1.3.1 ความรู้เรื่องหลักการและข้อสรุปทั่วไป
1.3.2 ความรู้เรื่องทฤษฎีและโครงสร้าง
2. ระดับความเข้าใจ (comprehension)
2.1 การแปล
2.2 การตีความ
2.3 การสรุปอ้างอิง
3. ระดับการประยุกต์ (Application)
3.1 การประยุกต์
4. ระดับการคิดวิเคราะห์ (analysis)
4.1 การวิเคราะห์หน่วยย่อย
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
4.3 การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ
5. ระดับการสังเคราะห์ (synthesis)
5.1 ผลิตผลที่สื่อความหมายหรือมีลักษณะพิเศษเฉพาะ
5.2 ผลิตผลในลักษณะของแผนงานหรือชุดปฏิบัติการ
5.3 ผลิตผลในลักษณะของแผนงานหรือชุดปฏิบัติการ
6. ระดับการประเมิน
6.1 การตัดสินใจตามเกณฑ์ภายใน
6.2 การตัดสินใจตามเกณฑ์ภายนอก

4.2.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน

Marzano (2001) จึงได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับของเหตุการณ์ สาเหตุและผล เฉพาะเรื่อง และหลักการ

2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติอันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อจากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่ และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมุติฐานและการทดสอบสมมุติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตน

4.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการใด การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไรโดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด

Marzano (2001) การคิดวิเคราะห์นั้นมีความหมายใกล้เคียงกับแนวคิดของบลูม กล่าวคือ มาร์ซาโน ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย มีการคิดพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนรอบด้านและมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ได้ สามารถจัดอันดับและจัดประเภทของความรู้และจัดหมวดหมู่ของสิ่งของได้ ระบุข้อผิดพลาดในการนำเสนอข้อมูลของสิ่งต่างๆและบอกเหตุผลได้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์

พื้นฐานของความรู้นั้นได้ สามารถระบุเจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุและผลในความรู้นั้นได้ จนกระทั่งสามารถสรุปจนตกผลึกเป็นความรู้ใหม่ได้ ประกอบด้วย ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการสังเกตและการจำแนก (Matching) หมายถึง ความสามารถในการสังเกตและจำแนก แยกแยะ รายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนได้ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการจับคู่และการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ ที่เหมือนกันทั้งรูปร่างลักษณะ แหล่งกำเนิดได้

2. ด้านการจัดกลุ่ม (Calssification) หมายถึง ความสามรถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับและจัดประเภทของสิ่งต่างๆ สามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของที่เหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกันออกเป็นพวกเป็นกลุ่ม

3. ด้านการวิเคราะห์เหตุผล (Error analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะข้อผิดพลาด มองเห็นความผิดปกติ ความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์สอดคล้องของสิ่งต่างๆ สามารถโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องสิ่งผิดปกติ ไม่เหมาะสมเป็นไปไม่ได้ในสถานต่างๆ จากการสังเกตและการใช้ความรู้เดิมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถสรุปประเด็นต่างๆ และยกเหตุผลประกอบได้

โดยผ่านการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีความสามารถในการสรุปจากความรู้ที่มีมาก่อน เป็นความรู้ที่เชื่อถือได้และยอมรับโดยทั่วไป จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือมีการทดลองมีพยานหลักฐานมีข้อมูลสนับสนุนหรือพิจารณาแล้วว่าเป็นจริง

การวิเคราะห์เหตุผล เป็นการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดโดยใช้เหตุผลตามข้อมูลหรือเนื้อหานั้นๆ ในการอธิบายความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การระบุหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้องสมเหตุผล สิ่งที่ผิดปกติแตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็นการพัฒนาความสามารถในด้านนี้ จะเกิดขึ้นๆ ได้ความให้มีการโต้แย้ง ถกเถียงโดยใช้เหตุผล โดยจะมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ความรู้เดิม หมายถึง ความรู้ที่เป็นจริง เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปความรู้ที่เชื่อกันมานาน

2) ความรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3) ความรู้จากข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ ผู้โต้เถียงกันจะต้องมีพยานที่เป็นที่น่าเชื่อถือได้ประกอบในการถกเถียงมีข้อมูลสนับสนุน สามารถหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆมาสนับสนุนความคิดที่ยอมรับ

4) มีข้อมูลที่ได้จากการพิสูจน์ ทดลองมาแล้ว

5) ข้อมูลอื่นๆ ที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นความจริง สามารถขยายความคิดของตนเองให้เป็นที่ยอมรับ

4. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้ โดยทั่วไปจะเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

5. ด้านการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่ไปใช้เพื่อการประมาณและทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างจำเพาะเจาะจง สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ สามารถในการระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้นและปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสม

กับสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ โดยทั่วไปเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย กล่าวคือ จากข้อสรุป จากกฎ สูตร ทฤษฎีหรือหลักการใหญ่แล้วสามารถระบุรายละเอียดได้ สร้างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างจำเพาะเจาะจงได้ เลือกหลักการหรือกฎที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เจาะจง

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ของบลูมและมาร์ซาโนแล้วจะเห็นได้ว่าทั้งสองแนวคิดมีความคล้ายคลึงกัน โดยที่บลูมได้นำเสนอในรูปหลักการอย่างกว้างๆ แต่ของมาร์ซาโนจะแสดงให้เห็นในรูปของกิจกรรมและทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติกล่าวคือ

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญของบลูมที่กล่าวว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญหรือมีบทบาทที่สุด ประกอบด้วยวิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นๆจัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่นและจำแนกแยกแยะข้อมูลที่เหมือนกันและแตกต่างกันจนกระทั่งไปสู่ความสามารถในการจับคู่ของมาร์ซาโน

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูม หมายถึง การค้นหาว่าความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน มีสิ่งใดสอดคล้องกันหรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกันกับเรื่องนี้และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกัน สิ่งใดไม่เข้าพวก สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุดและน้อยที่สุด การเรียนลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ความมากน้อยของสิ่งต่างๆ เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับสาเหตุ จุดประสงค์และผล และแบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย ก็มีความหมายเดียวกัน ความสามรถในการจับคู่ การจัดกลุ่มหรือหมวดหมู่หรือจัดประเภทของสิ่งจ่างๆ ที่มีลักษณะจุดร่วมเหมือนกันและการระบุและสรุปข้อมูล การใช้เหตุผล การอธิบายความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การระบุข้อมูลหรือสิ่งที่ไม่ถูกต้องไม่สมเหตุสมผล สิ่งที่ปกติ แตกต่างออกไปจากที่ควรจะเป็นของมาร์ซาโน

3. วิเคราะห์หลักการของบลูม หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของเรื่องราว สิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด ลักษณะส่วนประกอบได้แก่ การวิเคราะห์เหตุผล การนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่เสนอเป็นความรู้และหลักการใหม่ สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งความสามรถในการประเมิน คาดเดาทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถระบุสิ่งที่มีผลตามมา สิ่งใดจริงสิ่งใดไม่จริง และสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการได้อย่างเหมาะสมของมาร์ซาโน

จากลักษณะการคิดวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ มาร์ซาโน ความสามารถ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการสังเกตและการจำแนก 2) ด้านการจัดกลุ่ม 3) ด้านการวิเคราะห์เหตุผล 4) ด้านการนำไปใช้ และ 5) ด้านการทำนาย เนื่องจากสามารถบรูณาการนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ได้กล่าวเกี่ยวกับประโยชน์ของการคิดว่า การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมมีเหตุผล ในยุคข่าวสารเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันสูง การปูพื้นฐานการคิดและส่งเสริมการคิดให้แก่เด็ก

และเยาวชนจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่ระดับอนุบาลไปจนถึงระดับสูง การได้รับการพัฒนาการคิดตั้งแต่เยาว์วัยจะช่วยพัฒนาความคิดให้ก้าวหน้า ส่งผลให้สติปัญญาเฉียบแหลมเป็นคนรวบคอบ ตัดสินใจได้ถูกต้อง สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้ดีเป็นบุคคลที่มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นสุข ผลจากการฝึกให้คิดจะช่วยให้เกิดประโยชน์แก่เด็กและเยาวชน สรุปได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและเหตุผลและงานที่ได้รับมีประสิทธิภาพ
2. สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆ และประเมินงานโดยใช้หลักเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. รู้จักประเมินตนเองและผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง
4. ได้เรียนรู้เนื้อหาได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่า มีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ได้ฝึกทักษะการทำงาน การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. มีความรู้ความสามารถ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบชัดเจนนับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นคว้าหาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุป
7. เกิดความสามารถในการคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง คิดไกล และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
8. ทำให้เป็นผู้มีปัญญา มีคุณธรรมจริยธรรม ความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตากรุณาและเป็นผู้มีประโยชน์ต่อสังคม
9. พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงอยู่ของชีวิตมนุษย์ในภาวะปัจจุบันได้อย่างมีคุณภาพสามารถแก้ปัญหาชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยพบว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งตามแนวคิดของบลูม และมาร์ซาโน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบวัด การสัมภาษณ์ การสังเกตและบันทึก เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ใช้ตั้งแต่ปีพุธศักราช 2551 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
2551	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก	จุฬารัตน์ ต่อหิรัญ
2551	ข้อสอบแบบอัตนัย	รุ่งระวี ศิริบุญนาม
2553	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	วโรดม จันที และ น้อยทิพย์ ลิ้มยิ่งเจริญ
2555	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	พรพิมล ปิยภัณฑ์
2555	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
2555	แบบสัมภาษณ์ และบันทึก	ภควรรณ เหลาแหลม และ คงศักดิ์ ธาตุทอง
2557	แบบอัตนัย	ยุวรี ไชยโพนงาม
2558	แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ปัทุมวรรณ ป้องทอง
2560	แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ชลธิชา สาชิน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย สามารถแบ่งเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แบบปรนัย แบบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์ ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ลักษณะเครื่องมือแบบปรนัยเลือกตอบ (Multiple-choice Test) มากที่สุด โดยลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

เป็นเครื่องมือที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ให้ผู้ตอบเลือกจากตัวเลือกหลายๆตัว การเลือกจะต้องพิจารณาถึงข้อความในแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่ถูกที่สุด เป็นเครื่องมือใช้วัดผลด้านความรู้เป็นหลัก เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สร้างโดย วโรดม จันที และน้อยทิพย์ ลิ้มยิ่งเจริญ (2553) ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Bloom ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ และงานวิจัยของ ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย (2555) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Marzano ความสามารถ 5 ด้าน คือ ด้านการจับกลุ่ม ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป และด้านสรุปเป็นหลักเกณฑ์เฉพาะ

2. ข้อสอบแบบอัตนัย

เป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งข้อสอบรูปแบบนี้ต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและมีแนวคำตอบ เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สร้างโดย รุ่งระวี ศิริบุญนาม (2551) ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ

3. แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการสร้างโดย ภควรรณ เหลาแหลม และคงศักดิ์ ธาตุทอง (2555) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหานำผลที่ได้มาจัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ตามกรอบการคิดของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) และประเมินชิ้นงานของนักเรียนโดยการสังเกตและการสัมภาษณ์ ซึ่งการคิด

วิเคราะห์ของนักเรียน มี 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีหลากหลายที่นำมาประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แต่ละเครื่องมือมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรพิจารณาปัจจัยหลายๆด้าน ก่อนนำเครื่องมือชนิดใดมาปรับใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้มากที่สุด

เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย เกี่ยวกับแบบประเมินการคิดวิเคราะห์มีเครื่องมือในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลายวิธี ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ชนิดของเครื่องมือตามแนวคิดของ Marzano (2001) ความสามารถ 5 ด้าน โดยใช้เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ (Multiple choice) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด 1 คำตอบ ลักษณะของเกณฑ์ในการให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ ได้แก่ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

2. แบบข้อเขียน /สร้างคำตอบอิสระ (extended-response question) เป็นข้อสอบที่ถามให้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปราย สถานการณ์ที่กำหนดภายใต้หลักวิชาที่สมเหตุสมผล ซึ่งลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนนแบบเขียนตอบ ดังนี้

เกณฑ์ให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Rubric Score) เป็นการให้คะแนน โดยดูภาพรวมที่แสดงถึงความเข้าใจ การเกิด แนวคิดหลัก กระบวนการที่ใช้ และการสื่อความหมาย และแบ่งระดับ คุณภาพของงานโดยเขียนอธิบายพฤติกรรมการแสดงออกในแต่ละระดับอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2.3 ระดับคะแนนของงานเขียน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3 (ดี)	เขียนได้ตรงประเด็น และชัดเจน มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปอย่างชัดเจน ภาษาที่ใช้ถูกต้องมีตัวสะกดและไวยากรณ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสม สื่อความหมายได้
2 (ผ่าน)	เขียนได้ตรงประเด็น มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปที่ใช้ทำให้ผู้อ่านเกิดความสับสน เหตุผลไม่สอดคล้องกัน
1 (ต้องปรับปรุง)	เขียนไม่ตรงประเด็น ไม่มีคำนำ เนื้อหา และบทสรุปที่ใช้ทำให้ผู้อ่านเกิดความสับสน ขาดเหตุผลสนับสนุน
0	ไม่มีผลงาน

ที่มา : บุญเรียง ขจรศิลป์. (2544). *วิธีวิจัยทางการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น. การพิมพ์.

สำหรับการวิจัยครั้งนี้สร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์หรือข้อมูลสั้นๆ แบบวัดมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ มีลักษณะปลายปิด โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบเลือกตอบ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน และ 2) แบบอัตนัยเขียนคำตอบสั้นๆ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระดับคะแนนตามแนวคิดของ บุญเรียง ขจรศิลป์ (2544) มาปรับใช้และวิเคราะห์ตามองค์ประกอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano (2001) มีเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบข้อเขียนดังตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบข้อเขียน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4 (คะแนนเต็ม)	- ตอบคำถามตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง - อธิบายคำตอบได้ชัดเจน - ให้เหตุผลประกอบสมเหตุสมผล - ยกตัวอย่างประกอบ อย่างน้อย 2 ข้อขึ้นไป
2 (ตอบถูกบางส่วน)	- ตอบคำถามตรงประเด็นตามที่กำหนดได้ถูกต้อง - เหตุผลไม่สอดคล้องกันหรือขาดเหตุผลสนับสนุน - ยกตัวอย่างไม่ครบ 2 ข้อ
0 (ไม่ได้คะแนน)	ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

5.5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอ ดังนี้

กาญจนา มหาลี (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกด้าน โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวกับ ขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และระยะที่ 2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกด้าน โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณนาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและเปิด

โอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจบางส่วน และมีความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และการคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นหรือบูรณนาการเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และร่วมกันสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่สำคัญให้ชัดเจน

ทัศนี พุฒนอก (2556) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น และช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจ แต่หลังการจัด การเรียนรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจลดลง

อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบทุกประเด็น ในภาพรวมของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดในประเด็น คือ NOS 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รองลงมาคือ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน และประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุดคือ NOS 4 กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน แต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

เบญจมาศ ศรีอุดร (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการเรียนเรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเลยสว่างวิทยาคม จังหวัดเลย จำนวน 38 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัย พบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดคือ NOS 1 วิทยาศาสตร์หาคาตอบจากประสบการณ์และหลักฐานเชิงประจักษ์ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน ตามลำดับ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุด คือ NOS 9 วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม

5.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยนำเสนอดังนี้

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรูณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยศึกษาตามแนวคิดของบลูม ผลการวิจับพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรูณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรูณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรมน ขันธาฤทธิ์ (2551) ได้สร้างชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบำรุงเหนือ กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาตามแนวคิดของบลูม พบว่า ชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 69.88/73.29 คะแนนก่อนและหลังการใช้ชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนเห็นด้วยกับการใช้ชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมาก

รุ่งนภา เบญมาตย์ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บรูณาการโดยศึกษาตามแนวคิดของมาร์ซาโน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บรูณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บรูณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภัทรตรา กุลยะ (2551) ได้จัดการเรียนรู้กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้มโนมติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบรูณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาตามแนวคิดของบลูม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้มโนมติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบรูณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบรูณาการสูงกว่านักเรียนหญิง และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบรูณาการ

สุริสา ไวแสน (2557) ที่ได้ทำการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติในเรื่องสารละลายกรด-เบส พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียนโดยหลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 83.3 และระดับดีมาก ร้อยละ 16.67

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

5.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอดังนี้

Solomon *et al.*(1992) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างนักเรียนอายุระหว่าง 11–14 ปี จาก 5 ห้องเรียน ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยครู และประเมินความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามในแบบสอบถามแต่ละข้อประกอบด้วยเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติวิทยาศาสตร์หนึ่งเรื่อง แบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Meichtry (1992) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาความรู้ การทดสอบได้ของความรู้ การเป็นแบบแผนของความรู้ของนักเรียนในระดับเกรด 6 - 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร Biological Science Curriculum Study (BSCS) ซึ่งเป็นหลักสูตรใหม่ทำการประเมินความเข้าใจทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในด้านพัฒนาการและทดสอบได้ของความรู้วิทยาศาสตร์ลดลง ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจในด้านความคิดสร้างสรรค์ลดลง และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิมมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการทดสอบได้มากกว่ากลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร BSCS

Kang, Scharmann and Noh (2005) ศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงโซล ประเทศเกาหลี จำนวน 1,702 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามหลายตัวเลือกที่ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Solomon *et al.* และจาก VOSTS ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับญาณวิทยาร่วมสมัย มุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยนักเรียนในระดับประถมศึกษามีอัติมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด จากผลผลการศึกษาจึงเสนอว่า ควรจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาจะเกิดประโยชน์มากกว่าการปรับปรุงความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

Khishfe & Abd – El – Khalick (2002) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์การอนุมานและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 62 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมก่อนการศึกษานักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทำกิจกรรมของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยพบว่า ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดพบว่า

นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอย่างน้อยก็หนึ่งองค์ประกอบ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีผลทำให้นักเรียนเกรด 6 มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Khinshfe (2008) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 7 ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit Inquiry Oriented Approach) ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน กับนักเรียน 18 คน จัดการเรียนรู้โดยครูที่มีความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากโครงการ Inquiry, Context and Nature Of Science (ICAN) จัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต และประชากรกับระบบนิเวศ ทำการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ การอนุมาน และความคิดสร้างสรรค์ ด้วยแบบสอบถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์ทั้งก่อนระหว่างและหลังการศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ไคสแควส์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาสาสตร์จากหลังการศึกษาเพิ่มมากขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยนำเสนอ ดังนี้

Lumpkin (1991) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงคนในเนื้อหาวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อได้สอนทักษะหารคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่าง นักเรียนเกรด 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนเกรด 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Halsted (1999) ได้ศึกษากระบวนการช่วยส่งเสริมทักษะการคิด สร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกรอบงานด้านทฤษฎีที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งช่วยปลูกฝังทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน และ 2) ผลการวิจัย กล่าวสนับสนับรูปแบบการสอน การใช้วิธีการสนทนา การเรียนรูป้แบบร่วมมือ การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการและการทำกิจกรรมโครงงาน เป็นวิธีการที่มีคุณประโยชน์สูงสุดที่จะช่วยส่งเสริม ทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการศึกษาผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยมีวิธีการสอน 7 วิธี ได้แก่ 1) การสืบเสาะหาความรู้แบบชัดแจ้ง 2) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย 3) การจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ 4) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ 6) การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 7) แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 5 วิธี ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 2) เขียนตอบ 3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

4) VOSTS และ 5) MNSKS เป็นต้น ในการศึกษาค้นคว้าเทคนิควิธีการเรียนรู้แบบต่างๆ ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการรู้วิทยาศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมีกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ควรจะมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่เน้นกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนและการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น โดยมีนักเรียนทั้งหมด จำนวน 332 คน จำนวน 9 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น จำนวนนักเรียน 60 คน จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ผู้วิจัยสร้างแผนการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน 5 แผน โดยมีระยะเวลาในการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง มีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครูวิทยาศาสตร์พื้นฐานเล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อกำหนดรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้และจัดทำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง สารละลาย เพื่อออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกเป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

N1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

N2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

N3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

N5 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ

N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

N8 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

N9 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางขั้นตอนตามบริบทหรือความเหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.3 ดำเนินการออกแบบและสร้างกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจบูรณนาการ หรือให้สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการใช้คำถาม กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การสังเกต การวัด การประมวลค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ และการจำแนก ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อค้นคว้าหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ และกิจกรรมการปฏิบัติ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ การคิด การค้นคว้า การเล่นเกมส์ การทดลอง และการสรุปผลจากการเรียนรู้การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่างเป็นกระบวนการจนค้นพบความรู้ เพื่อให้นักเรียนพิจารณา และกระตุ้น เร้าความสนใจ ให้นักเรียนได้สะท้อนแนวความคิดของตนออกมา ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย มีการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง ดังนี้

1) องค์ประกอบของสารละลาย เวลา 3 ชั่วโมง

2) การละลายของสารในตัวทำละลาย เวลา 4 ชั่วโมง

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย เวลา 2 ชั่วโมง

4) ความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานกับสารละลาย เวลา 4 ชั่วโมง

5) ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน เวลา 5 ชั่วโมง

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) ส่วนแสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ 2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ปกติและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4) สาระการเรียนรู้ 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6) สื่อและแหล่งเรียนรู้ 7) การวัดและประเมินผล และ 8) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E โดยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แทรกในบางขั้นตอน ทั้งนี้ขึ้นกับบริบทของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน รวมทั้งมีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่มีการชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูใช้คำถาม สถานการณ์หรือสื่อต่างๆ กระตุ้นเร้าความสนใจ สงสัยประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ครูใช้คำถามในการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะแก้ไขโดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ก่อนจะเริ่มกิจกรรมในขั้นต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ อยากรู้หรือครูกำหนดให้ แล้วออกแบบการทดลอง การสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งผู้สอนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย การตีความจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจตรวจสอบ และชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายหรือการตีความจากการใช้การคาดเดา ความเชื่อ เพศ ศาสนา เป็นต้น สามารถเกิดขึ้นได้และคำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำปรึกษา ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

3) ขั้นอธิบาย (explanation) นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล และสรุป แล้วนำเสนอพร้อมคำอธิบายในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนผัง ตาราง เป็นต้น ขั้นนี้เน้นการอธิบายหรือผลงานที่นำเสนอต้องมีการอ้างอิงเอกสารและหลักฐานสามารถตรวจสอบได้และให้นักเรียนตรวจสอบว่าคำอธิบายของตนสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มอื่นตรวจสอบมาหรือไม่ หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือมีคำถามที่ไม่สามารถอธิบายได้ ครูจะอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในประเด็นเหล่านั้น

4) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) นักเรียนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ให้ชัดเจนโดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆทำให้เกิดความรู้มากขึ้น ครูหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียน โดยกระตุ้นหรือใช้สถานการณ์เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้สะท้อนความเข้าใจของนักเรียนผ่านการตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ และให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5) ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation) ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปและประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น จากการตอบคำถาม การทำแบบวัด ใบงาน การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ เป็นต้น

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้และการวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง สารละลาย กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์									กิจกรรมการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
										ใช้คำถาม	การอภิปราย	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9		จากกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้	จากการปฏิบัติกิจกรรม
องค์ประกอบของสารละลาย	√									√(4)		
				√								√(3)
							√				√(3)	
การละลายของสารในตัวทำละลาย				√								√(3)
						√					√(4)	
							√				√(3)	
ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย							√			√(2)		
								√				√(3)
ความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานกับสารละลาย				√								√(2)
					√					√(4)		
							√				√(2)	

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์									กิจกรรมการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
											การอภิปราย	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	ใช้คำถาม	จากกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้	จากการปฏิบัติกิจกรรม
ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน	√									√(4)		
		√									√(3)	
			√							√(4)		
				√								√(2)
								√		√(3)		
									√		√(4)	
สรุป	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**6**	**6**	5

หมายเหตุ : 1 = ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)
2 = ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
3 = ขั้นอธิบาย (explanation)
4 = ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
5 = ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation)

ตารางที่ 3.2 แสดงบทบทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1. ใช้คำถาม 2. สถานการณ์ 3. สื่อ เช่น รูปภาพ สื่อของจริง วีดีทัศน์ โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และจัดสถานการณ์ที่แปลกใหม่ รวมทั้งยั่วยุน่าสนใจและนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบความรู้	1. สร้างความสนใจ 2. กระตุ้นให้ร่วมกันคิด 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด 4. จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสนใจ 5. ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนให้นักเรียนคิดและอภิปรายร่วมกัน	1. ถามคำถามตามประเด็น 2. ตอบคำถาม 4. แสดงความสนใจ 5. อยากรู้คำตอบ 6. แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด 7. นำเสนอประเด็นสถานการณ์ที่สนใจ 8. อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	1. กิจกรรมหรือสถานการณ์ 2. ใช้คำถามให้นักเรียน สำรวจตรวจสอบ ปัญหาหรือประเด็น ที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ 3. ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจค้นหา ซักถามผู้เรียน 2. ให้ข้อเสนอแนะ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน 3. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายการตีความจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจตรวจสอบ 4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ 3. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็นลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ 4. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นอธิบาย (explanation)	1. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล อภิปรายและสรุปผล 2. การนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนผัง กราฟ บรรยาย 3. มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน 4. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง 2. ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 3. ให้ผู้เรียนอธิบายให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากการสำรวจตรวจสอบได้ 4. อธิบายเพิ่มเติมในประเด็นเหล่านั้นที่นักเรียนสงสัยหรือมีคำถามที่ไม่สามารถอธิบายได้	1. อธิบายผลงานที่นำเสนอต้องมีการอ้างอิงเอกสารและหลักฐานสามารถตรวจสอบได้ 2. รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ 3. คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ 4. ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบายอ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. ใช้คำถาม 2. สถานการณ์หรือกิจกรรม ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำ ความรู้ที่เรียนมาไปขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ 2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความรู้ ความเข้าใจอย่างหลากหลาย พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน 3. หยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจผ่านการตอบคำถาม การอภิปราย	1. นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการสังเกต ตรวจสอบสร้างความรู้ใหม่ หรือไปใช้ในชีวิตประจำวัน 3. นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation)	มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้และกระบวนการที่ได้โดยการวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทบทวนใหม่ โดยใช้เครื่องมือประเมิน เช่น แบบวัดใบกิจกรรม และการเขียนสะท้อนการเรียนรู้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่ การประเมิน 2. สังเกตผู้เรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน 3. ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้	1. ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ 2. แสดงความรู้ความเข้าใจจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ 3. ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง

2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.1.5 ได้รับข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ควรปรับกิจกรรมให้น่าสนใจและจัดสถานการณ์ที่หลากหลาย แปลกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง 2) ควรมีเครื่องมือที่หลากหลายในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน เช่น การตอบคำถาม อภิปราย แบบวัดแผนผัง และการนำเสนอ เป็นต้น 3) การตั้งคำถามควรต้องคำถามที่ชัดเจน

2.1.6 นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำการจัดการเรียนรู้แบบที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ปกติ	การวัดประเมินผล	วัตถุประสงค์ NOS	การวัดประเมินผล
องค์ประกอบของสารละลาย แผน NOS (3 ชั่วโมง) แผนปกติ (3 ชั่วโมง)	1. อธิบายเกี่ยวกับสารละลาย กระบวนการละลาย ตัวทำละลาย และตัวละลาย 2. อธิบายวิธีตรวจสอบองค์ประกอบของสารละลาย 3. ระบุองค์ประกอบของสารละลาย	1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. แบบฝึกหัด เรื่ององค์ประกอบของสารละลาย	1. ยกตัวอย่างการศึกษาความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนในบทเรียนได้ 2. อธิบายหลักฐาน เพื่อยืนยันการทดลององค์ประกอบของสารละลายได้ 3. ระบุสาเหตุและวิธีการของนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหลีกเลี่ยงอคติ	1. การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด 2. การตอบแบบฝึกหัดเรื่ององค์ประกอบของสารละลาย 3. สังเกตจากการตอบคำถาม
การละลายของสารในตัวทำละลาย แผน NOS (4 ชั่วโมง) แผนปกติ (4 ชั่วโมง)	1. ทดลองและอธิบายการละลายของสารในตัวทำละลาย 2. อธิบายความรู้เกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 3. ระบุสารละลายที่เตรียมสารใดเป็นตัวละลายและสารใดเป็นตัวทำละลาย	1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. แบบฝึกหัด เรื่องการละลายของสารในตัวทำละลาย	1. อธิบายการทดสอบสารละลายด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ 2. อธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ 3. สามารถให้เหตุผลและหลีกเลี่ยงความลำเอียงจากการตีความได้	1. การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด 2. การตอบแบบฝึกหัดเรื่องการละลายของสารในตัวทำละลาย 3. สังเกตจากการตอบคำถาม

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ปกติ	การวัดประเมินผล	วัตถุประสงค์ NOS	การวัดประเมินผล
ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย แผน NOS (2 ชั่วโมง) แผนปกติ (2 ชั่วโมง)	1. ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร 2. สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารแต่ละชนิดได้	1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. แบบฝึกหัด ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย	1. ระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียงจากการทดลองได้ 2. อธิบายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	1. การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด 2. การตอบแบบฝึกหัดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย
ความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานกับสารละลาย แผน NOS (4 ชั่วโมง) แผนปกติ (6 ชั่วโมง)	1. ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ 2. อธิบายความหมายของระบบสิ่งแวดล้อม การละลายประเภทของดูดพลังงาน และคายพลังงาน	1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. แบบฝึกหัด เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานกับสารละลาย	1. ระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียงในการทดลองได้ 2. อธิบายวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการได้	1. การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด 2. การตอบแบบฝึกหัดเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย 3. สังเกตจากการตอบคำถาม

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ปกติ	การวัดประเมินผล	วัตถุประสงค์ NOS	การวัดประเมินผล
สารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน แผน NOS (5 ชั่วโมง) แผนปกติ (6 ชั่วโมง)	1. อธิบายและทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันด้วยกระดาษลิตมัส 2. จัดกลุ่มสารละลายที่ตรวจสอบเป็นสารละลายกรดหรือสารละลายเบส โดยใช้สมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส 3. อธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ 4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า PH กับคุณสมบัติความเป็นกรดและเบสโดยใช้อินดิเคเตอร์ 5. อธิบายประโยชน์จากสารละลายกรดและเบส	1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. แบบฝึกหัด เรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน	1. ให้เหตุผลการศึกษาความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนได้ 2. อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานเพิ่มเติมได้ดีกว่า 3. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน 4. สามารถอธิบายว่าวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน เพื่อยืนยังผลการทดลองนั้นๆ 5. อธิบายสาเหตุวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	1. การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด 2. การตอบแบบฝึกหัดเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน 3. สังเกตจากการตอบคำถาม

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับแผนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
1. ขั้นสร้างความสนใจ	1.1 ครูนำของเหลว 4 ชนิด โดยให้นักเรียนสังเกตสารทั้ง 4 ชนิด - ให้นักเรียนทายว่าสารทั้ง 4 ชนิดคืออะไรบ้าง - ลักษณะสารทั้ง 4 ชนิดที่สังเกตได้ - สารแต่ละชนิดประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง **ในกรณีที่นักเรียนทายว่า น้ำสีแดง คือ น้ำหวานสีแดง มีองค์ประกอบ ได้แก่ น้ำ + น้ำตาล + สีผสมอาหาร ลักษณะน้ำหวานสีแดงจะมีรสหวาน ของเหลวใส กลิ่นหอม แสดงว่านักเรียนใส่ความคิดเห็นหรือความรู้เดิมของตนเองจะไม่ใช่การตีความจากการสังเกตทำให้เกิดความลำเอียงที่มาจากตัวผู้สังเกตอาจมีผลต่อหลักฐานที่ได้ (บ่งชี้โดยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็น N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง)** - ทราบไหมว่าสารทั้ง 4 ชนิดเป็นสารใดบ้างจะตรวจสอบอย่างไร	1.1 ครูให้นักเรียนแยกกลุ่มสาร 3 ชนิด ได้แก่ น้ำหวานสีแดง, น้ำเกลือ และน้ำอัดลมที่ไม่เจอสี ให้สังเกตสารทั้ง 3 ชนิด มีสิ่งที่เหมือนหรือสิ่งที่แตกต่างกันอย่างไร **(ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์; N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง)** 1.2 ถ้าต้องการตรวจสอบสารละลายของเหลวทั้ง 3 ชนิด จะมีวิธีใดบ้างที่สามารถใช้ตรวจสอบ 1.3 นักเรียนคิดว่าสารละลายอยู่ในสถานะของแข็ง และแก๊สได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

<table>
<tr><th>ขั้นตอน</th><th>การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</th><th>การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย</th></tr>
<tr><td>2. ขั้นสำรวจและค้นหา</td><td>2.1 ครูนำของเหลวทั้ง 4 ชนิด ให้นักเรียนทดสอบ ขั้นตอนดังนี้
1. สังเกตลักษณะ น้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำ และน้ำแดง แล้วบันทึกผล
2. นำของเหลว 4 ชนิด ชนิดละ 1 cm^3 ใส่ลงในหลุมโลหะ ชนิดละหลุม
3. นำจากหลุมไปตั้งบนตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ให้ความร้อนจนของเหลวระเหยแห้งไปหมด สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
<table><tr><th>สาร</th><th>ลักษณะของเหลวที่สังเกตได้ก่อนให้ความร้อนจนแห้ง</th><th>ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อให้ความร้อนจนแห้ง</th></tr><tr><td>น้ำเกลือ</td><td></td><td></td></tr><tr><td>น้ำเชื่อม</td><td></td><td></td></tr><tr><td>น้ำ</td><td></td><td></td></tr><tr><td>น้ำแดง</td><td></td><td></td></tr></table></td><td>2.1 นักเรียนทำกิจกรรม 3.1 เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย มีขั้นตอนการทดลองดังนี้
1. สังเกตลักษณะและระบุองค์ประกอบของ น้ำเชื่อม น้ำเกลือ และน้ำอัดลมที่ไม่เจือสี แล้วบันทึกผลการสังเกต
2. นำของเหลวทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 1 cm^3 ใส่ลงในหลุม ชนิดละหลุม
3. นำจากหลุมไปตั้งบนตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ให้ความร้อนจนของเหลวระเหยแห้งไปหมด สังเกตและบันทึกผล
<table><tr><th>สาร</th><th>องค์ประกอบ</th><th>ลักษณะของเหลวก่อนให้ความร้อนจนแห้ง</th><th>ลักษณะของเหลวเมื่อให้ความร้อนจนแห้ง</th></tr><tr><td>น้ำเกลือ</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>น้ำเชื่อม</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>น้ำอัดลม</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
3. ขั้นอธิบาย	3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดสอบการละลายทั้ง 4 ชนิดหน้าชั้นเรียนและอภิปรายผลร่วมกัน - น้ำเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่เป็นสารบริสุทธิ์ - แล้วน้ำแดงเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่เป็นสารบริสุทธิ์ **(บ่งชี้โดยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็น N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง) :นักเรียนคิดว่าถ้าทำการทดลองของเหลวที่เป็นประเภทเครื่องดื่ม เลือกมาเพียง 1 ชนิดเท่านั้น จะสามารถสรุปการตรวจสอบองค์ประกอบของสารละลายอยู่ในสถานะของเหลวได้ทั้งหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด (บ่งชี้โดยการปฏิบัติกิจกรรม ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็น N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน) : ในการทดสอบของเหลวทั้ง 4 ชนิดเมื่อให้ความร้อนพบว่ามีสารตกค้างก้นหลุมโลหะ เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถตีความสรุปบนหลักฐานได้**	3.1 ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน นักเรียนกลุ่มใดมีผลการทดลองแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มแรกให้ออกมานำเสนอและหลังจากนั้นอภิปรายผลร่วมกัน 3.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายผลร่วมกัน โดยครูใช้คำถามดังนี้ - น้ำเชื่อม น้ำเกลือ และน้ำอัดลม การสังเกตก่อนให้ความร้อนมีลักษณะอย่างไร - สิ่งที่เหลืออยู่บนจานหลุมโลหะแต่ละหลุมเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร - มีสารเหลืออยู่ทุกหลุมหรือไม่ เพราะเหตุใด **(ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์; N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน)** - สมบัติของตัวทำละลายและตัวละลายมีผลต่อการละลายของสารหรือไม่อย่างไร - น้ำเชื่อม น้ำเกลือและน้ำอัดลม มีองค์ประกอบกี่ชนิดอะไรบ้าง - เราจะมีวิธีการตรวจสอบองค์ประกอบของสารละลายเหล่านี้ได้อย่างไร

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
4. ขั้นขยายความรู้	ครูเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับสารละลายเป็นสารผสมประเภทสารเนื้อเดียว มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวทำละลายที่มีปริมาณมากที่สุดในของผสมและตัวละลายอื่นๆ เป็นตัวละลาย การระเหยแห้งนำมาเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำตาลมะพร้าว - ให้เติมคำในช่องว่างดังนี้ สารละลายของแข็ง ตัวทำละลายจะต้องเป็น.....สารละลายของเหลว ตัวทำละลายจะต้องเป็น.....และสารละลายแก๊ส ตัวทำละลายจะต้อง..... ส่วนตัวถูกละลายในสารละลายทั้ง 3 ชนิด เป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส **(บ่งชี้โดยการใช้คำถาม ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็น N1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ :ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนแน่นอน สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการคิดและมีวิธีการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียด รวมทั้งมีเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การพิจารณาตัวทำละลายและตัวละลาย)**	ครูอธิบายเพิ่มเติมจากคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับสารละลายเป็นสารเนื้อเดียว ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวทำละลายที่มีปริมาณมากที่สุดในของผสมและตัวละลายที่อยู่ในถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ การให้ความร้อนแก่สารจนของเหลวระลายกลายเป็นไอแห้งทั้งหมด ใช้ตรวจสอบองค์ประกอบของสารละลาย เป็นวิธีแยกสารโดยให้ความร้อน เรียกว่า การระเหยแห้ง เป็นวิธีการตรวจสอบได้ดีกับตัวละลายที่เป็นของแข็งระเหยยาก โดยการระเหยแห้งนำมาเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำตาลมะพร้าว การผลิตเครื่องดื่มที่เปลี่ยนจากสารละลายเป็นเครื่องดื่มชนิดผง เช่น ขิงผง เก๊กฮวยผง มะตูมผง นมผง ชาผง เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย
5. ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้	5.1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดองค์ประกอบของสารละลาย 5.2 นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ 2 ประเด็น ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์และลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์	5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของสารละลายมีกี่ชนิดอะไรบ้าง การตรวจสอบสารละลายด้วยวิธีการระเหยแห้ง 5.3 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย

2.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน จำนวน 16 ข้อ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และมีช่องว่างให้อธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ประกอบด้วยข้อความทางบวกและข้อความทางลบ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาและทำความเข้าใจสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์และทำตารางวิเคราะห์องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2.3 สร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกเป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

N1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้
N2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
N3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน
N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
N5 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ
N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย
N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง
N8 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
N9 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

โดยสร้างตารางการวิเคราะห์จำนวนแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประเด็นเกี่ยวกับ NOS	จำนวนข้อ		ข้อความ	คำถาม	
	เชิงบวก	เชิงลบ		เชิงบวก	เชิงลบ
1. ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์					
1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้	1	1	1. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอน และสามารถเข้าใจได้	√	
			2. วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา		√
1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	1	1	3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าไม่เป็นความรู้และไม่สามารถนำไปใช้กับความรู้ของจักรวาลทั้งหมดได้		√
			4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า	√	
1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน	1		5. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบูรณ์	√	
1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม	2		6. ปรากฏการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นกับโลกของเราไม่สามารถตรวจสอบได้ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	√	
			7. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม	√	

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ประเด็นเกี่ยวกับ NOS	จำนวนข้อ		ข้อความ	คำถาม	
	เชิงบวก	เชิงลบ		เชิงบวก	เชิงลบ
2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	2	1	8. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	√	
			9. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยาน มาสนับสนุนเพียงพอ	√	
			10. วิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อ ปาฏิหาริย์ และพลังเหนือธรรมชาติได้		√
2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ		1	11. นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จิตนาการและการให้เหตุผลเชิงตรรกะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		√
2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย	1		12. วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตและในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้	√	
2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง	1	1	13. นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล	√	
			14. นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง		√

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ประเด็นเกี่ยวกับ NOS	จำนวนข้อ		ข้อความ	คำถาม	
	เชิงบวก	เชิงลบ		เชิงบวก	เชิงลบ
2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น		1	15. นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหรือตำแหน่งการงานสูงมีอำนาจในการตัดสินใจว่าอะไรคือความจริง		√
3. กิจการทางวิทยาศาสตร์					
3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน		2	16. นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง โดยที่ความต้องการของคนในสังคมไม่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์		√
			17. การหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน		√
3.2 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป	1	1	18. นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า และวิจัยโดยคำนึงถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์มากกว่าความถูกต้องทางศีลธรรม และจริยธรรม		√
			19. การทดลองมนุษย์ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและปัจจุบัน	√	
3.3 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะของผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง	1		20. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ค่านิยมในการแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้	√	

2.2.4 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย

2.2.5 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้ว หาค่าความตรง (Validity) ของข้อคำถามโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณา พิจารณาหาค่าความตรงด้วยสูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามระหว่าง 0.67 - 1.00

2.2.6 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try - Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2559 ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จำนวน 22 คน

2.2.7 ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนคำตอบมีรายละเอียด ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ให้ 4 คะแนน

เข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมด หรือมีความสอดคล้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผล และยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย ให้ 3 คะแนน

เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ไม่เข้าใจ (Naive Understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 1 คะแนน

2.2.8 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.36-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 - 1 ความเชื่อเที่ยงของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.721 สามารถนำข้อคำถามไปใช้ได้ จำนวน 16 ข้อ

ตารางที่ 3.6 แนวทางการพิจารณาคำตอบเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ความเข้าใจ**	**แนวทางการพิจารณาคำตอบ**
โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้	เข้าใจถูกต้อง	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอน และสามารถเข้าใจได้ และวิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา เช่น pH ของสารละลายกรดและเบส การพิจารณาตัวทำละลาย(solvent) และตัวละลาย (solute)
	เข้าใจบางส่วน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอน และสามารถเข้าใจได้และอธิบายถึงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา แต่ไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน และเราไม่สามารถเข้าใจได้ทั้งหมดทุกเรื่องและ วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา แต่ไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	เข้าใจถูกต้อง	สามารถระบุได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า เช่น จากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน พบว่าสารละลายบางชนิดนักเรียนไม่สามารถจำแนกมีสมบัติของสารละลายได้ เมื่อตรวจสอบความเป็นกรด-เบส โดยใช้กระดาษลิตมัสในการทดสอบ สามารถทำความเข้าใจและอธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสได้อย่างละเอียดขึ้น
	เข้าใจบางส่วน	สามารถระบุได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	ระบุว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และตอบคำถามได้ไม่ถูกต้องตรงตามคำตอบ
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน	เข้าใจถูกต้อง	อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์ เช่น ทฤษฎีกรด-เบส
	เข้าใจบางส่วน	อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์ แต่ไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์ แต่ไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	เข้าใจถูกต้อง	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่และความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยาน มาสนับสนุนเพียงพอ รวมทั้งวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อ ปาฏิหาริย์ และพลังเหนือธรรมชาติได้ เช่น การจำแนกสารละลายกรด-เบส และกลางจากสังเกตการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์
	เข้าใจบางส่วน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยาน มาสนับสนุนเพียงพอ รวมทั้งวิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อ ปาฏิหาริย์ และพลังเหนือธรรมชาติได้และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่มีหลักฐานก็ได้ รวมทั้งวิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อ ปาฏิหาริย์ และพลังเหนือธรรมชาติได้และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ	เข้าใจถูกต้อง	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้จิตนาการและการให้เหตุผลเชิงตรรกะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การละลายประเภทคายการดูดและคายพลังงาน โดยเราไม่สามารถที่จะมองเห็นอนุภาคของของแข็งและโมเลกุลของน้ำจำเป็นที่จะต้องอาศัยหลักการจินตนาการและความคิดทำให้เกิดการตั้งสมมติฐานและทฤษฎี
	เข้าใจบางส่วน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จิตนาการแต่ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จิตนาการและการไม่ให้เหตุผลเชิงตรรกะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น
วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย	เข้าใจถูกต้อง	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ในอนาคตและในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบ เช่น การเกิดสึนามิ แผ่นดินไหว ซากฟอสซิล เป็นต้น สถานการณ์ครูสั่งให้นักเรียนชงโอวันติล 1 แก้ว โดยให้เทโอวันติลครึ่งกระป๋องลงในน้ำ นักเรียนจะปฏิบัติตามที่ครูสั่งหรือไม่ โดยให้นักเรียนได้ฝึกการทำนายและสามารถให้เหตุผลประกอบได้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย	เข้าใจบางส่วน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตไม่ได้ เพราะเป็นเรื่องที่ยังไม่เกิดขึ้นและในอดีตสามารถอธิบายได้และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า วิทยาศาสตร์อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ในอนาคตและในอดีตไม่ได้และไม่ให้เหตุผลประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น
นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง	เข้าใจถูกต้อง	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล การทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อความแม่นยำ และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหรือตำแหน่งการงานสูงไม่มีอำนาจในการตัดสินใจว่าอะไรคือความจริงได้ เช่น การทดลองต้องทดลองมากกว่า 3 ครั้ง เพื่อความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูล รวมทั้งต้องแปลความหมายข้อมูลตามผลการทดลอง
	เข้าใจบางส่วน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่านักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล การทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อความแม่นยำ และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหรือตำแหน่งการงานสูงมีอำนาจในการตัดสินใจว่าอะไรคือความจริงได้ และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย	เข้าใจคลาดเคลื่อน	แสดงความสัมพันธ์ของคำตอบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล การทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหรือตำแหน่งการงานสูงไม่มีอำนาจในการตัดสินใจว่าอะไรคือความจริงได้และไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	เข้าใจถูกต้อง	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง โดยที่ความต้องการของคนในสังคมมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน เช่น นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มระดมความคิดเหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานหลายๆ คนในห้องทดลอง และนำเสนอผลการทดลองให้เพื่อนๆ กลุ่มอื่นได้ซักถาม วิพากษ์วิจารณ์ เพื่อจะได้มีการพัฒนาความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ
	เข้าใจบางส่วน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง โดยที่ความต้องการของคนในสังคมไม่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนและไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจ	แนวทางการพิจารณาคำตอบ
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	เข้าใจคลาดเคลื่อน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลองไม่ได้ทำเพื่อความต้องการของคนในสังคมและการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์จะไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น
วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป	เข้าใจถูกต้อง	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า และวิจัยโดยคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรมและจริยธรรม และการทดลองมนุษย์จะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น เช่น นักเรียนต้องการศึกษาเลือดของ ด.ช. เอ ทดสอบความเป็นกรด- เบส ต้องได้รับการยินยอมจาก ด.ช. เอ และจะต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นที่เป็นความจริง
	เข้าใจบางส่วน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า และวิจัยโดยคำนึงถึงประโยชน์มากกว่าจริยธรรม และตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและไม่ให้เหตุผลหรือไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย
	เข้าใจคลาดเคลื่อน	ระบุได้ว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้า และวิจัยไม่คำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรม และการทดลองมนุษย์จะต้องไม่ได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้นและไม่ให้เหตุผลประกอบการอธิบาย
	ไม่เข้าใจ	ไม่ตอบคำถามหรือไม่แสดงความคิดเห็น

2.3 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001) โดยแบบวัดที่มีลักษณะคำถามแบบปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการสังเกตและการจำแนก, ด้านการจัดกลุ่ม, ด้านการวิเคราะห์เหตุผล, ด้านการนำไปใช้ และด้านการทำนาย แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยแบบอัตนัย 9 ข้อ และแบบวัดเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 11 ข้อ การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาโครงสร้างของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังระดับของการเรียนรู้ของผู้เรียนจากหนังสือหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียน และเอกสารการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางจัดทำกรอบแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งการสร้างคำถามและคำตอบให้ถูกต้อง

2.3.2 จัดทำกรอบแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจ นำกรอบแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเนื้อหา จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้เรียบเรียงแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น มีรายละเอียดตารางที่ 3.7 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 กรอบแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์	แนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
1. ด้านการสังเกตและการจำแนก	ความสามารถในการสังเกตและจำแนก แยกแยะ รายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนได้ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการจับคู่และการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆที่เหมือนกันทั้งรูปร่างลักษณะ แหล่งกำเนิดได้
2. ด้านการจัดกลุ่ม	ความสามารถในการประมวลความรู้ เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับและจัดประเภทของสิ่งต่างๆ สามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันออกเป็นพวกเป็นกลุ่ม
3. ด้านการวิเคราะห์เหตุผล	ความสามารถในการแยกแยะข้อผิดพลาด มองเห็นความผิดปกติ ความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์สอดคล้องของสิ่งต่างๆ สามารถโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องสิ่งผิดปกติไม่เหมาะสมเป็นไปไม่ได้ในสถานต่างๆ จากการสังเกตและการใช้ความรู้เดิมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถสรุปประเด็นต่างๆและยกเหตุผลประกอบได้

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์	แนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
4. ด้านการนำไปใช้	ความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้ โดยทั่วไปจะเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย
5. ด้านการทำนาย	ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่ไปใช้ เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้สามารถในการระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้นและปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ โดยทั่วไปเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย กล่าวคือ จากข้อสรุป จากกฎ สูตร ทฤษฎี สามารถระบุรายละเอียดได้และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เจาะจงได้

2.3.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบบวัดมี 6 สถานการณ์ คำถาม มีลักษณะแบบปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน นำแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.3.4 นำข้อเสนอแนะที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้มีความกระชับ ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้านที่ต้องการศึกษามากยิ่งขึ้น รวมทั้งตัดข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนาให้ตัดออก เนื่องจากมีข้ออื่นทดแทนอยู่แล้ว

2.3.5 นำแบบวัดที่ปรับปรุง และแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญไปหาค่าความตรง (Validity) ของข้อคำถามโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาหาค่าความตรง ด้วยสูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามระหว่าง 0.67 – 1 จำนวน 20 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับภาษาให้กระชับและเข้าใจง่ายขึ้น

2.3.6 นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้ (Try - Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ของโรงเรียนชุมแพศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

2.3.7 ตรวจให้คะแนน และแนวทางการพิจารณากลุ่มคำตอบ เพื่อตรวจให้คะแนนและจัดกลุ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

รูปแบบข้อสอบ (ข้อที่)	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
อัตนัย (1, 2, 6, 7 และ 12)	ไม่ได้คะแนน	ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง
	2 คะแนน	สามารถตอบสิ่งที่เหมือนหรือสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้สมเหตุสมผล
	4 คะแนน	สามารถตอบสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตได้ถูกต้อง พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้สมเหตุสมผล
อัตนัย (15, 16 และ 19)	ไม่ได้คะแนน	ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง
	1 คะแนน	ยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือน และสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ
	3 คะแนน	ยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง อย่างละ 2 ข้อ
อัตนัย (18)	ไม่ได้คะแนน	ไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง
	1 คะแนน	ยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง อย่างละ 2 ข้อ
	2 คะแนน	เมื่อยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือน และสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก (3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17 และ 20)	0	ตอบผิด
	1	ตอบถูก

2.3.8 นำผลการตรวจมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 1 และมีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.618 สามารถนำข้อสอบไปใช้ได้จำนวน 20 ข้อ

2.4 แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้

แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง สร้างขึ้นสำหรับใช้บันทึกเหตุการณ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และบันทึกผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ ใช้ในการพิจารณาลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการเขียนบรรยายหรือบันทึกเหตุการณ์ในชั้นเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ผลการจัดการเรียนรู้ อุปสรรค และการแก้ปัญหา โดยมีแนวทางในการสร้างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.4.1 ศึกษารูปแบบของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้จากเอกสารต่างๆ เพื่อกำหนดกรอบการบันทึกของผู้วิจัย ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ให้กับนักเรียน

2.4.2 สร้างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้และนำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ท่านมาปรับปรุงกรอบการบันทึกให้สามารถบันทึกข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมให้มากยิ่งขึ้น

2.4.3 ได้แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ที่มีกรอบการบันทึก และนำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5 อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีการกำหนดหัวข้อให้นักเรียนเขียนบันทึกจุดมุ่งหมายของการใช้อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

2.5.1 ศึกษารูปแบบของอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ จากนั้นสร้างหัวข้อ เพื่อให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง

2.5.2 นำอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ ความเหมาะสมของหัวข้อที่กำหนดให้นักเรียนเขียนบันทึก และปรับปรุงความเหมาะสมของหัวข้อ ในการเขียนบันทึกของนักเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.5.3 ได้อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีหัวข้อให้นักเรียนเขียนบันทึก

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ซึ่งดำเนินการวิจัยตามรูปแบบการวิจัย โดยมีห้องทดลองและห้องควบคุม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

4.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยผู้วิจัยทดสอบนักเรียนทั้งห้องทดลองและห้องควบคุมด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้เวลานักเรียนทำแบบวัดทั้งหมด 120 นาที แบ่งการสอบเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองและดำเนินการสอนห้องทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย จำนวน 5 แผน เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

4.3 รวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกหลังการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ “ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้” เพื่อนำมาวิเคราะห์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกแผนการจัดการเรียนรู้

4.4 รวบรวมข้อมูลจากการบันทึกอนุทินของนักเรียน โดยให้นักเรียนบันทึกอนุทินของตนเองหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย ในหัวข้อ “สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร” เพื่อนำมาวิเคราะห์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กำหนดให้นักเรียน ส่งบันทึกอนุทินท้ายคาบเรียน สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

4.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนห้องทดลองและห้องควบคุมด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกับก่อนการเรียนรู้และให้เวลานักเรียนทำแบบวัดทั้งหมด 120 นาที แบ่งการสอบเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที เช่นเดียวกัน

4.6 เปรียบเทียบคำตอบก่อนและหลังเรียนโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา แล้วจัดกลุ่มคำตอบ บันทึกความถี่และร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano (2001) เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ก่อนและหลังเรียน โดยเกณฑ์การพิจารณามีเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนและหลังเรียน จากการที่นักเรียนตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการอ่านคำตอบที่นักเรียนให้เหตุผลประกอบว่ามีความสอดคล้องกับการแสดงความคิดเห็นหรือไม่ โดยการลงรหัสซึ่งเป็นตัวแทนความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เอาไว้แต่ละข้อตามที่กำหนดกรอบไว้ แล้วอ่านคำตอบอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาเป็นรายข้อ การให้คะแนนคำตอบมีรายละเอียด ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง การอธิบาย ขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

เข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง การอธิบาย ขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นได้ถูกต้องแต่ยกตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ให้เหตุผลไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง การอธิบายขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

ไม่เข้าใจ (Naive Understanding: NU) หมายถึง การตอบคำถามไม่ตรงกับประเด็นที่ถามหรือไม่ตอบคำถาม

5.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย รายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ
f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

5.3.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ X แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
∑X แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.3.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X แทน คะแนนแต่ละตัว
N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม
$\sum$ แทน ผลรวม

5.3.4 การทดสอบค่า t-test แบบ Independent Samples กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน โดยมีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\right)\left(\frac{n_1-n_2}{n_1 n_2}\right)}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

X_1, X_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย 1 และกลุ่มเป้าหมาย 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน ขนาดของกลุ่มเป้าหมาย 1 และกลุ่มเป้าหมาย 2 ตามลำดับ

S_1, S_2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มเป้าหมาย 1 และกลุ่ม 2 ตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน รวม 9 ประเด็น ดังนี้

N1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้
N2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
N3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน
N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
N5 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ
N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย
N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง
N8 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
N9 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

ตอนที่ 1 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วทำการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาในแต่ละด้านที่ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ที่นำมาศึกษาวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบค่าที (Paired Samples t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	42.83	3.69	11.88*	.000
หลังการจัดการเรียนรู้	30	52.57	4.89		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.69 และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.89 เมื่อพิจารณาค่า t แสดงให้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

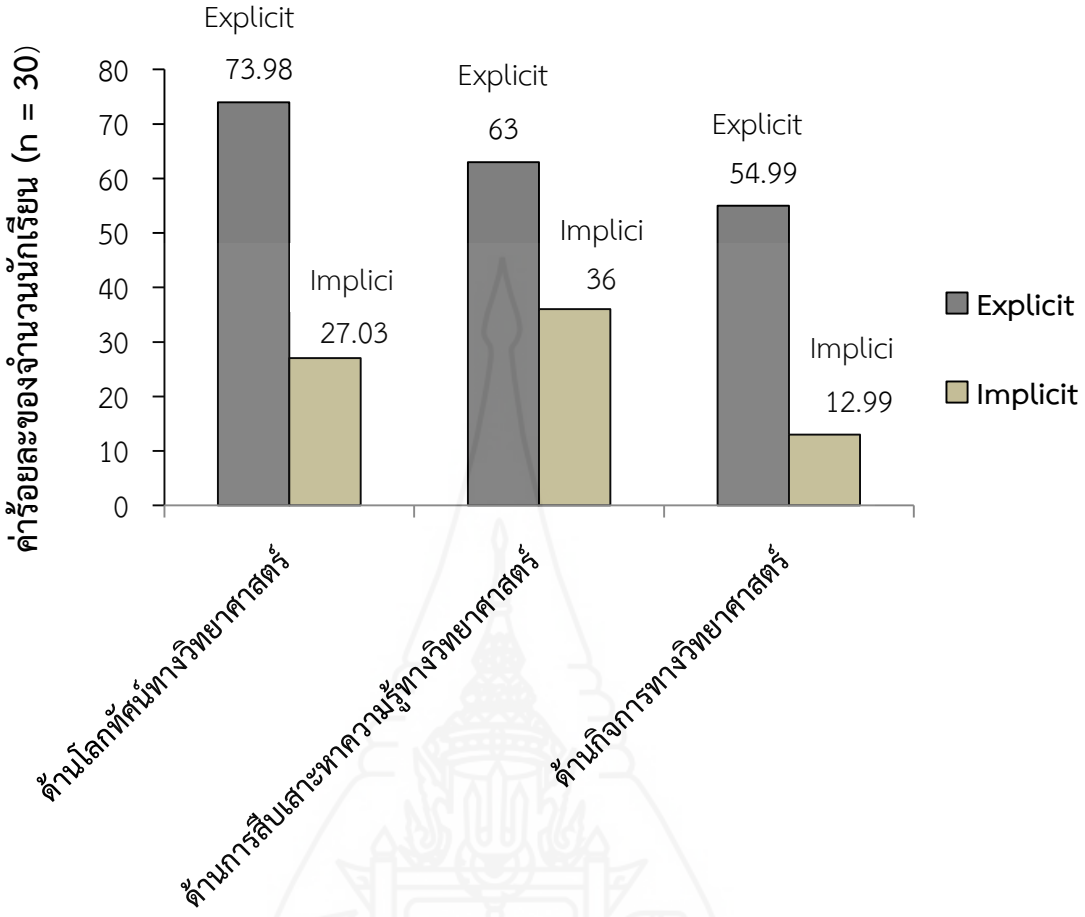
ตารางที่ 4.2 ผลเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Independent samples t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ทดลอง	30	52.57	4.89	7.12*	.000
ควบคุม	30	43.76	4.68		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.89 กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.68 เมื่อพิจารณาค่า t แสดงให้เห็นว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการเปรียบเทียบรายด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย โดยพิจารณาแผนภูมิแท่งในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบรายด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

จากภาพที่ 4.1 พบว่า หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย เมื่อเปรียบเทียบรายด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 73.98 รองลงมาเป็นด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 63 และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 54.99 และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 36 รองลงมาเป็นด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 27.03 และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 12.99 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

N1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

N2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

N3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

N5 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ

N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

N8 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

N9 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละด้านที่ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ที่นำมาศึกษาวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับ รายละเอียด ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง (Understanding: U) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

เข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมดหรือมีความสอดคล้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายให้เหตุผล และยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

เข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง การอธิบายหรือการตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

ไม่เข้าใจ (Naive Understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม

โดยแบ่งเป็นกลุ่มตามระดับความเข้าใจ ประกอบด้วย เข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่มีนักเรียนกลุ่มเข้าใจถูกต้อง นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจคลาดเคลื่อน แต่หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามรถอธิบายแสดงความเข้าใจของตนเองออกมาได้มากขึ้น และนักเรียนกลุ่มที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มมากขึ้น แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนค่าร้อยละของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน (ค่าร้อยละ N=30)							
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				หลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์			
	U	PU	MU	NU	U	PU	MU	NU
1. ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์								
1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้								
- ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้	10.0	63.3	26.7	0	73.3	20	6.7	0
- วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรมปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งต่างๆ	10.0	46.7	43.3	0	23.3	36.7	40	0
1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้								
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าไม่เป็นความรู้และไม่สามารถนำไปใช้กับความรู้ของจักรวาลทั้งหมดได้	3.3	23.3	70.0	3.3	30	40	30	0
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า	20	63.3	16.7	0	66.7	26.7	6.7	0
1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน								
- วิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบูรณ์	6.7	63.3	30	0	53.3	36.7	10	0

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน (ค่าร้อยละ N=30)							
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				หลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์			
	U	PU	MU	NU	U	PU	MU	NU
2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์								
2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน								
- นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	20	60	20	0	56.7	36.7	6.7	0
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยาน มาสนับสนุนเพียงพอ	50	30	20	0	60	36.7	3.3	0
- วิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อได้ เช่น การทำนายโชคชะตา ผีสางและพลังเหนือธรรมชาติได้	36.7	40	23.3	0	66.7	23.3	10	0
2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ								
- การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่พิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะและจิตนาการ	16.7	30	53.3	0	60	16.7	23.3	0
2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย								
- วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อนาคตและอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้	6.7	56.7	36.7	0	23.3	36.7	40	0

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน (ค่าร้อยละ N=30)							
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				หลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์			
	U	PU	MU	NU	U	PU	MU	NU
2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง								
- นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล	6.7	43.3	46.7	0	43.3	46.7	10	0
- นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง	0	36.7	63.3	0	0	63.3	36.7	0
3. กิจการทางวิทยาศาสตร์								
3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน								
- นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลองหากทำงานหลายคนจะส่งผลต่อการสรุปผลทดลอง	0	13.3	86.7	0	50	20	30	0
- การหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรม	3.3	20	76.7	0	53.3	20	26.7	0
3.2 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป								
- นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้าและวิจัยโดยคำนึงถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์มากกว่าการคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรมและจริยธรรม	10	30	60	0	36.7	36.7	26.7	0
- การทดลองมนุษย์โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและปัจจุบัน	43.3	50	6.7	0	60	33.3	6.7	0

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1) โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ประเด็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 63.3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 73.3

2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าไม่เป็นความรู้และไม่สามารถนำไปใช้กับความรู้ของจักรวาลทั้งหมดได้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 70 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 30 เข้าใจบางส่วน ร้อยละ 40 และเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 30 และประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิม ได้ดีกว่าพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 63.3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 66.7

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 63.3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 53.3

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ประเด็นนักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 60 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 56.7 ประเด็นวิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อได้ เช่น การทำนายโชคชะตา ผีสางและพลังเหนือธรรมชาติได้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ40 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 66.7

2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ ประเด็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่พิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะและจิตนาการ นักเรียนส่วนใหญ่ มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 53.3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 60

3) ประเด็นวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย ได้แก่ วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อนาคตและอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 6.7 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ 23.3

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง ประเด็นนักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 63.3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 63.3

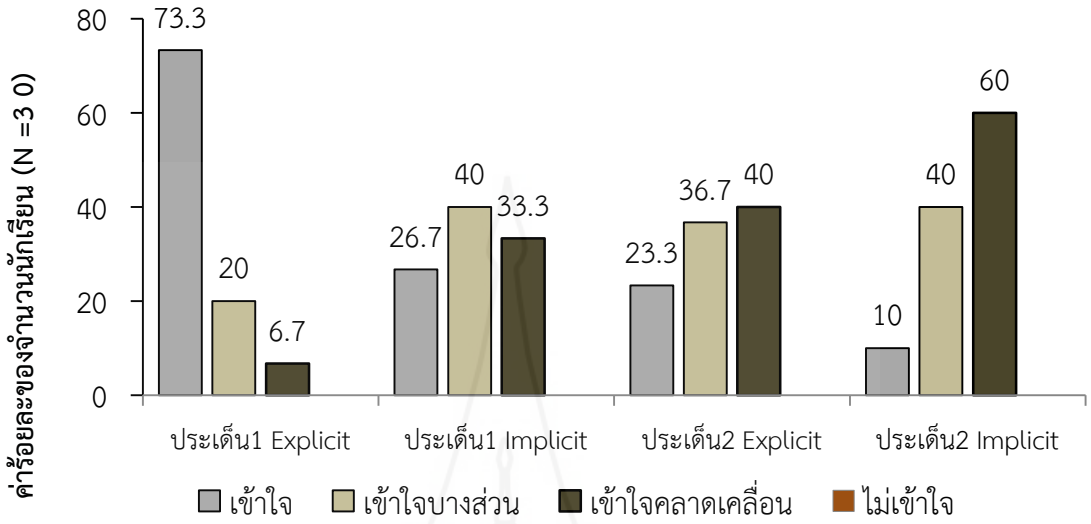
ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ประเด็นนักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลองหากทำงานหลายคนจะส่งผลต่อการสรุปผลทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 86.7เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 50 ประเด็นการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 76.7 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 53.3

2) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ประเด็นการทดลองมนุษย์โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและปัจจุบัน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 50 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 60

เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยไม่มีนักเรียนกลุ่มเข้าใจถูกต้อง นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจคลาดเคลื่อน แต่หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามรถอธิบายแสดงความเข้าใจของตนเองออกมาได้มากขึ้น และนักเรียนกลุ่มที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มมากขึ้น โดยพิจารณาเป็นรายข้อของแต่ละด้านของลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แสดงจากแผนภูมิแท่งในภาพ ดังนี้

ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

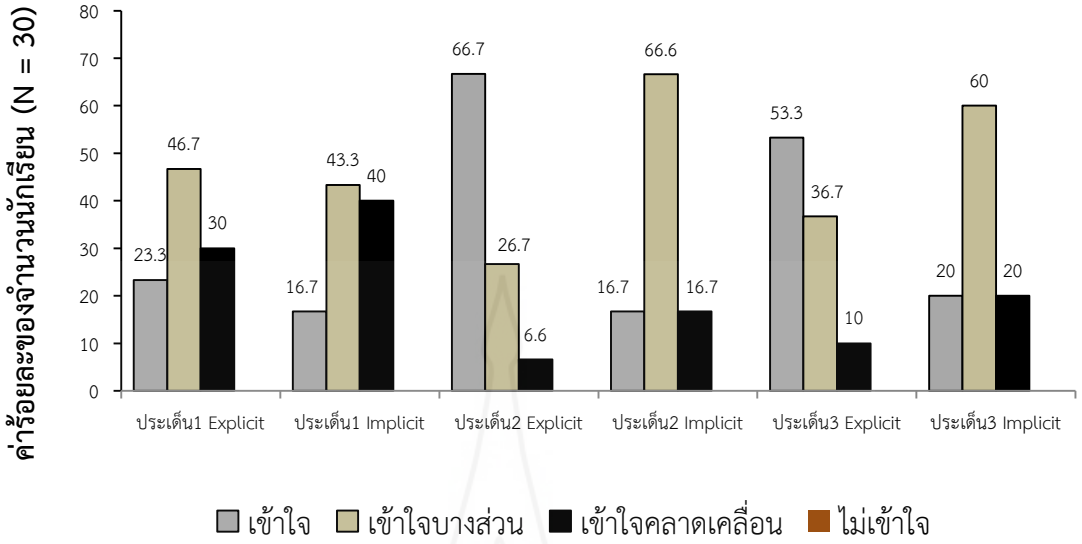


ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นโลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้

ประเด็นที่ 2 วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา

จากภาพที่ 4.2 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ได้แก่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 40 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 33.3 และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องร้อยละ 26.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ 73.3 และวิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 60 นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 40 และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 10 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ 23.3 นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 36.7 และนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40

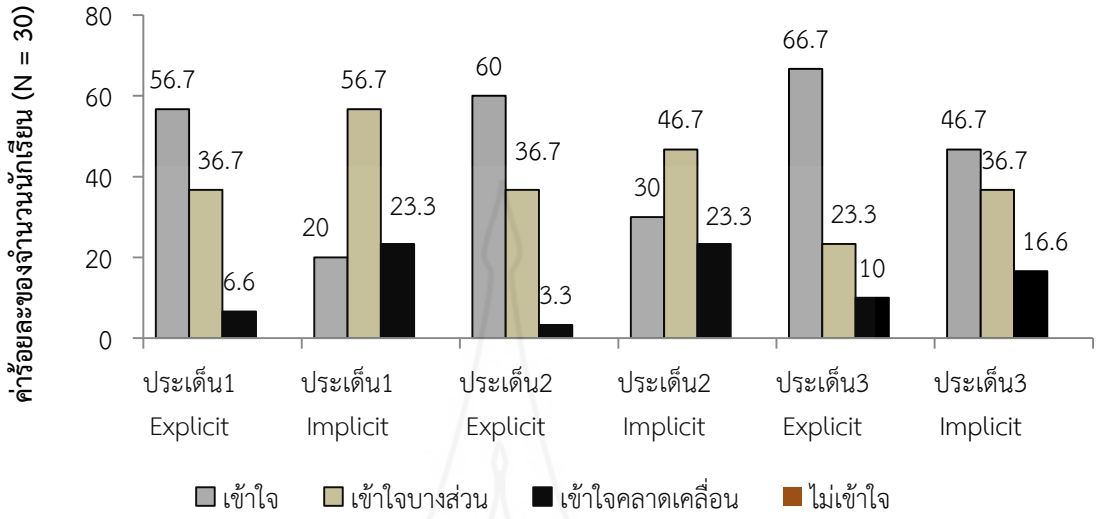


ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าไม่เป็นความรู้ และไม่สามารถนำไปใช้กับความรู้ของจักรวาลทั้งหมดได้
ประเด็นที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า
ประเด็นที่ 3 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์

จากภาพที่ 4.3 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 66.7 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน และความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 16.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 66.6 และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างละครบถ้วนสมบรูณ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 60 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน และความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 20 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 53.3

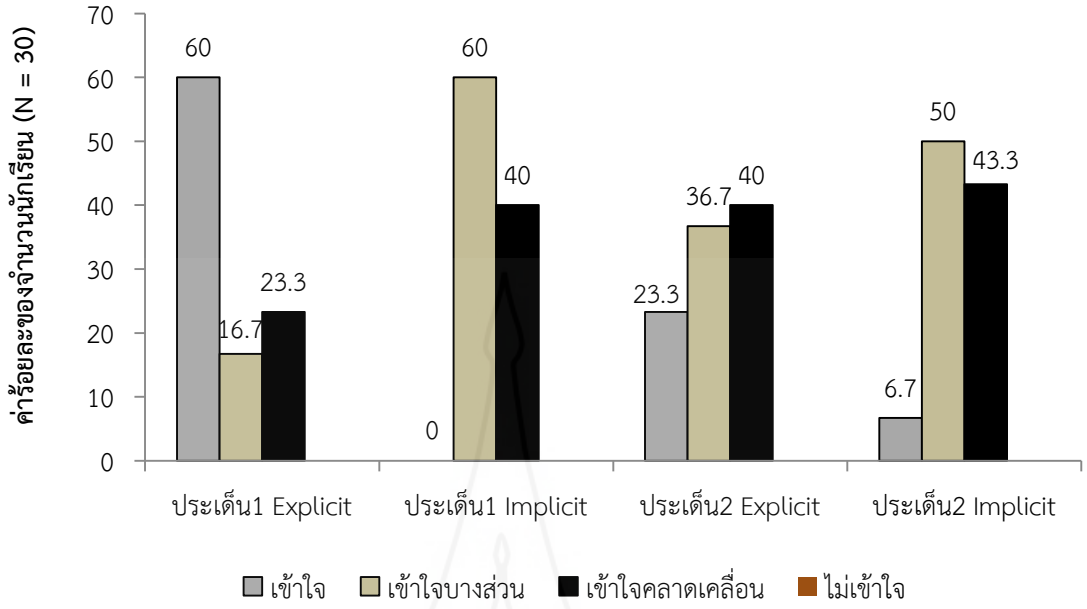
ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่
ประเด็นที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยานสนับสนุน
ประเด็นที่ 3 วิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อได้ เช่น การทำนาย โชคชะตา ผีสาง และพลังเหนือธรรมชาติได้

จากภาพที่ 4.4 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 56.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 56.7 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยาน มาสนับสนุนเพียงพอ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 46.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 60 และวิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อได้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 46.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 66.7

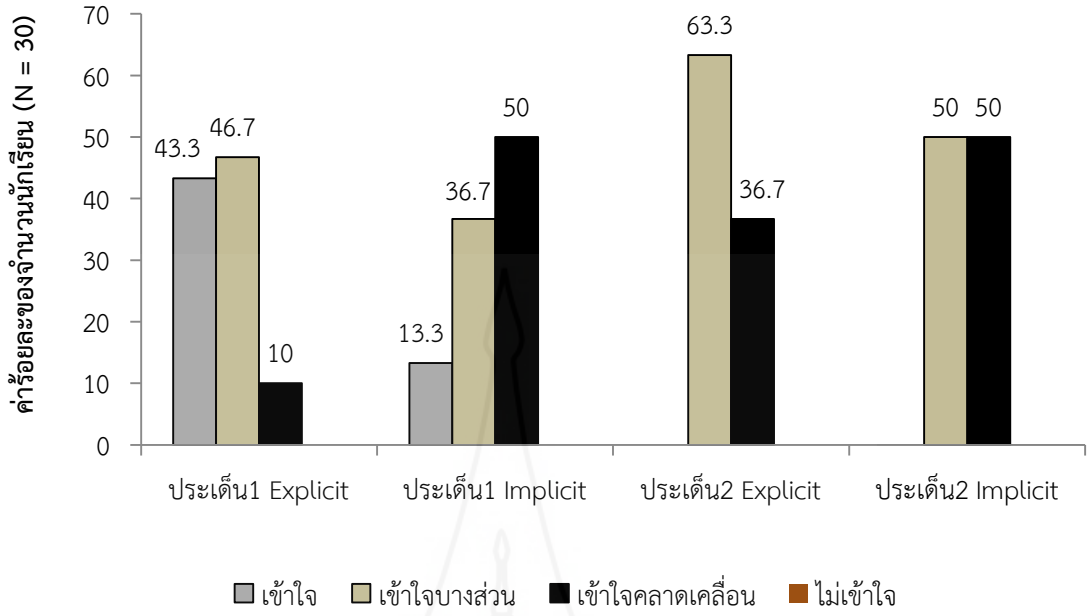


ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ และวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่พิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะและไม่ใช้จิตนาการ

ประเด็นที่ 2 วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตและในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้

จากภาพที่ 4.5 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ ได้แก่ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่พิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะและไม่ใช้จิตนาการ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 60 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 60 และประเด็นวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย: วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตและในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 6.7 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ร้อยละ 23.3



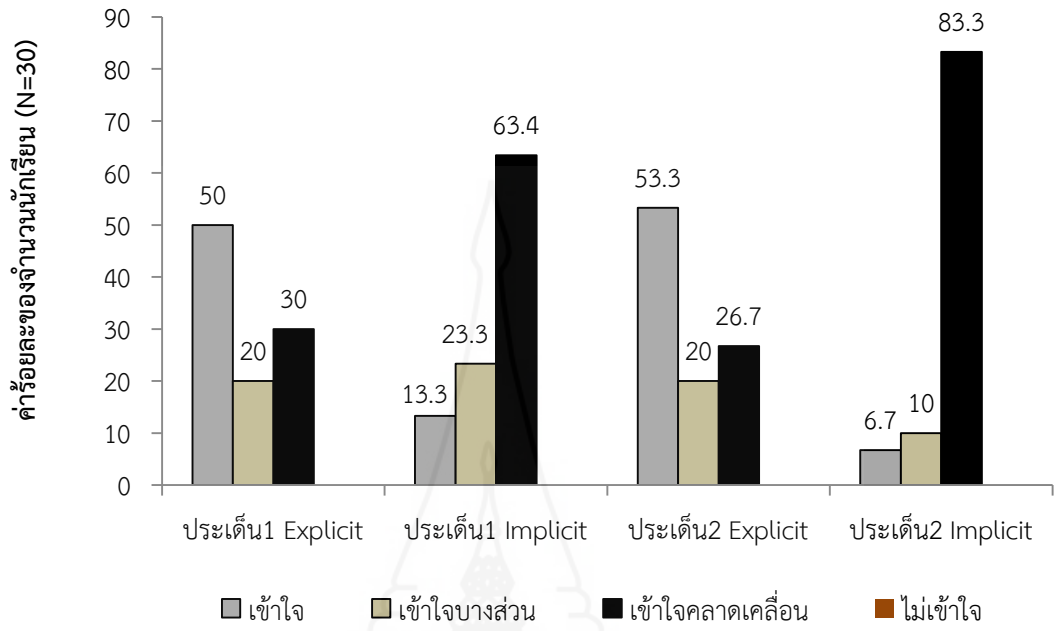
ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล

ประเด็นที่ 2 นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

จากภาพที่ 4.6 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 50 และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 13.3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 43.3 และนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 46.7 และนักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความถูกต้อง และเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 50 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 63.3 และนักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 36.7

ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

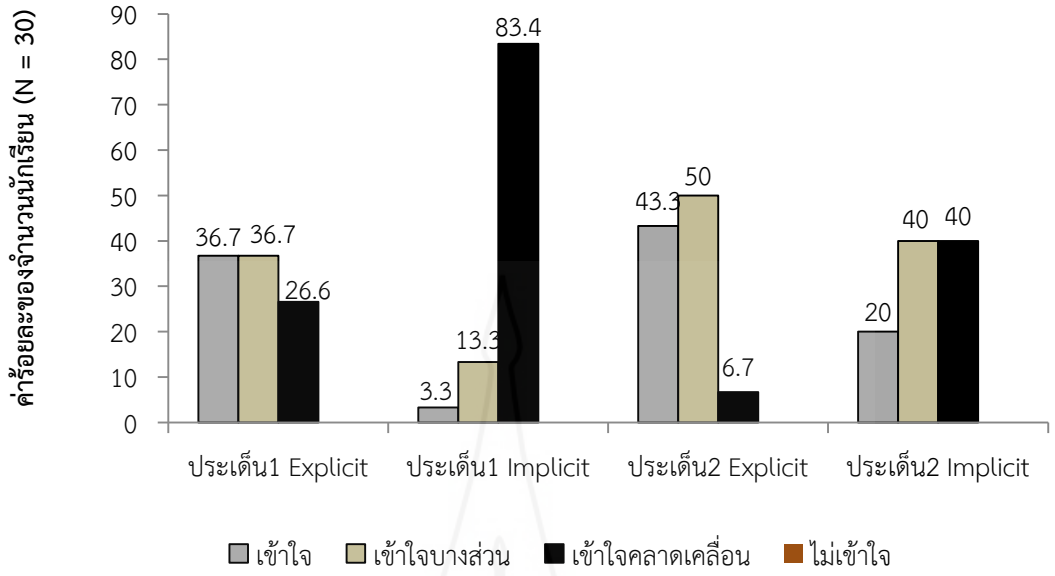


ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

หมายเหตุ: ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง หากทำงานหลายคนจะส่งผลต่อการสรุปผลการทดลอง

ประเด็นที่ 2 การหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน

จากภาพที่ 4.7 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง หากทำงานหลายคนจะส่งผลต่อการสรุปผลการทดลอง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 63.4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 50 และการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 83.3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 53.3



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ประเด็นวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

หมายเหตุ : ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้าและวิจัยโดยคำนึงถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์มากกว่าการคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรมและจริยธรรม
ประเด็นที่ 2 การทดลองมนุษย์โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและปัจจุบัน

จากภาพที่ 4.8 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้าและวิจัยโดยคำนึงถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์มากกว่าการคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรมและจริยธรรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 83.4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 36.7 และการทดลองมนุษย์โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและปัจจุบัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วนและเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 40 และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 20 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ร้อยละ 43.3 และนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ร้อยละ 36.7

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เก็บรวมรวมข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แล้วทำการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน ความสามารถ 5 ด้านของมาร์ซาโน ได้แก่ ด้านการสังเกตและการจำแนก ด้านการจัดกลุ่ม ด้านการวิเคราะห์เหตุผล ด้านการนำไปใช้ และด้านการทำนาย ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาในแต่ละด้านที่นำมาศึกษาวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบค่าที (Paired Samples t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	15.77	5.58	15.11*	.000
หลังการจัดการเรียนรู้	30	28.93	6.38		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.58 และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.38 เมื่อพิจารณาค่า t แสดงให้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

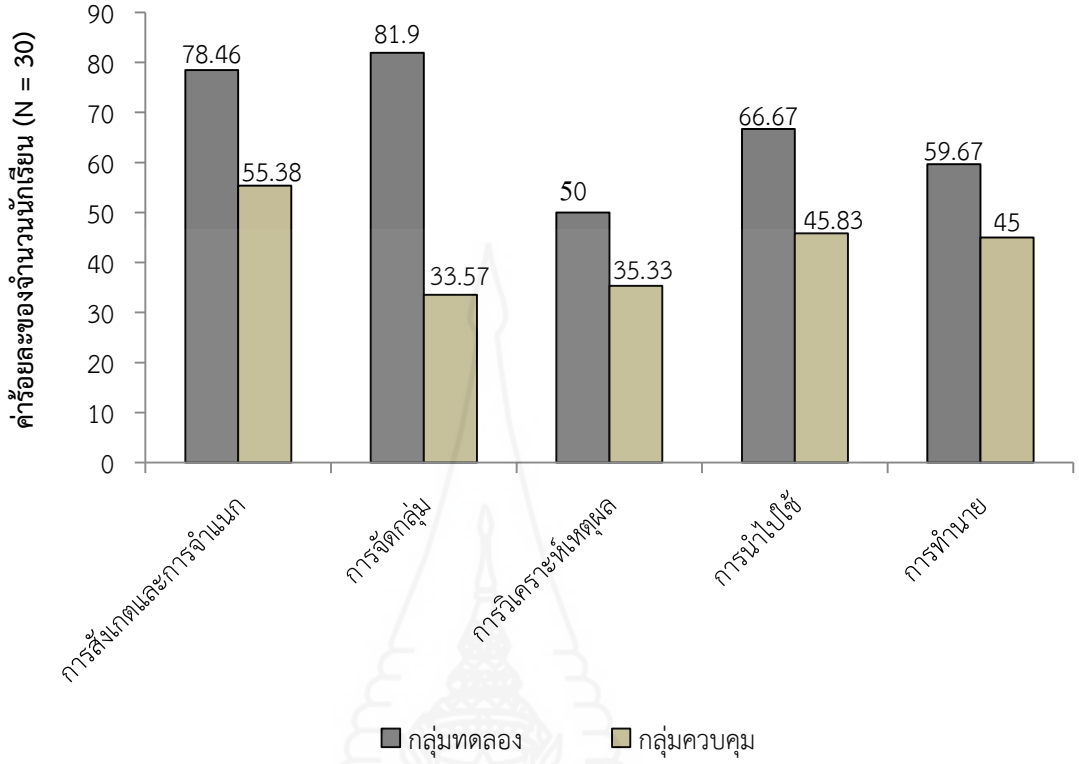
ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Independent samples t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ทดลอง	30	28.93	6.38	7.09*	.000
ควบคุม	30	18.53	4.9		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.38 กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.9 เมื่อพิจารณาค่า t แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบรายด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งความสามารถ 5 ด้าน หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย โดยพิจารณาแผนภูมิแท่งในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบรายด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

จากภาพที่ 4.9 พบว่า หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย เมื่อเปรียบเทียบรายด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ส่วนใหญ่ในด้านการจัดกลุ่ม ร้อยละ 81.9 รองลงมาเป็นด้านการสังเกตและจำแนก ร้อยละ 78.46 ด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 66.67 ด้านการทำนาย ร้อยละ 59.67 และการวิเคราะห์เหตุผล ร้อยละ 50 และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ส่วนใหญ่ในด้านการสังเกตและจำแนก ร้อยละ 55.38 ด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 45.83 ด้านการทำนาย ร้อยละ 45 ด้านการวิเคราะห์เหตุผล ร้อยละ 35.33 และด้านการจัดกลุ่ม ร้อยละ 33.57 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น จำนวนนักเรียนทั้งหมด 332 คน จำนวน 9 ห้องเรียน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 60 คน จำนวน 2 ห้อง โดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย มีทั้งหมด 5 แผน

2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน จำนวน 16 ข้อ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และมีช่องว่างให้อธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ มีค่าความสอดคล้องของข้อคำถามระหว่าง 0.67 - 1 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 - 1 และมีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.721

3) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบวัดที่มีลักษณะคำถามแบบปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน จำนวน 16 ข้อ มีค่าความสอดคล้องของข้อคำถามระหว่าง 0.67-1 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 1 และมีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.618

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติในวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ได้แก่

1) ค่าร้อยละ

2) ค่าเฉลี่ย

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4) การทดสอบค่าที

1.2.5 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องจาก

2.1.1 ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาบทเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของตนเอง ครูกระตุ้น เร้าความสนใจ โดยการใช้คำถามให้นักเรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้ แล้วแสดงความความคิดเห็นเหล่านั้นออกมาร่วมกันอภิปราย

2.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ ออกแบบการทดลอง นำเสนอผลงาน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจากกิจกรรมต่างๆ มากมาย

2.1.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีการเชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะอภิปรายเข้าไว้ด้วยกัน และอภิปรายให้มีความต่อเนื่องกัน

2.1.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นประเมิน ซึ่งครูกระตุ้นให้นักเรียนได้สรุปผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างและเรียนรู้อย่างไร ทำอย่างไรนักเรียนจึงได้เรียนรู้สิ่งนั้นรวมทั้งมีการประเมินผลการเรียนรู้จากผลงานของนักเรียน และมีการอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการต่างๆ ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำกัดเฉพาะในการทดลองเท่านั้น วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเป็นประจักษ์พยาน นักวิทยาศาสตร์อาจมีวิธีการที่หลากหายในการแสวงหาความรู้ เช่น การสำรวจ การสังเกต จิตนาการ การสร้างสรรค์ และกระบวนการต่างๆ ซึ่งความเข้าใจของนักเรียนดังกล่าวนี้เกิดจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองประกอบกับครูบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในกิจกรรมอย่างชัดเจน จึงช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยกับ Crowther et al. (2005) ที่ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกฝังอยู่ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่แล้ว ครูควรมีการแนะนำว่าการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูควรรวบรวมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน และเชื่อมโยงการอภิปรายประเด็นหนึ่งสู่อีกประเด็นหนึ่งอย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ ควบคู่กับไป กระบวนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนนี้ ทำให้ครูสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการที่นักเรียนรู้สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำทุกวันจากในโทรทัศน์และหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

การเชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะอภิปรายเข้าไว้ด้วยกัน เช่น การอภิปรายในขั้นขยายผล เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมการทดลองแล้ว ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ที่ผ่านมาของนักเรียน เช่น ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

ในประเด็นวิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ถ้านักเรียนต้องการทดลองมนุษย์ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลอะไรบ้าง ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักบทบาทของกลุ่มหรือประชาคมนักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันตรวจสอบหลักฐานหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่า ก่อนที่ความรู้จะเผยแพร่ให้คนอื่น ความรู้นั้นต้องผ่านการตรวจสอบและได้รับจากกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงสู่ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องกันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันจะยังคงเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับก็ได้ในอนาคต และหากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า จะเป็นที่ยอมรับและเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ และตรวจสอบจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ และลักษณะการทำงาน โดยคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรมและจริยธรรมว่าถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่บันทึกผลตามที่สักเกตได้จริงหรือบิดเบือน ผลการทดลอง นักเรียนว่าจะเกิดอะไรขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียนจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับ ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน นักเรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมอย่างทั่วถึงเห็นความสำคัญของตนเองเกิดความสนุกสนานในการเรียนมีโอกาสได้ทำงานกลุ่มอย่างเต็มที่ได้คิดอย่างอิสระ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้มีการบรูณาการเนื้อหาและแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งครูหยิบยกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และกระตุ้นจากใช้คำถามให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเหล่านั้นออกมาร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์คำตอบที่นักเรียนนำเสนอว่าเป็นอย่างไรจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของทัศนี พุฒนอก (2556) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีการบรูณาการเนื้อหาของบทเรียนและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาให้นักเรียนได้พิจารณาอย่างชัดเจนจากกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้พิจารณาและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านการตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นและการอภิปรายร่วมกัน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะดังกล่าว สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น และช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้นมากกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and abd-El-Khalick (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด

สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

อย่างไรก็ตาม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจ เมื่อพิจารณารายข้อแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า จำนวนนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจลดลง ตัวอย่างเช่น นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ร้อยละ 63.3 และนักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและขจัดความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล ร้อยละ 46.7 และนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นนักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ร้อยละ 46.7 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวทั้งนี้เนื่องมาจาก

1. ข้อคำถามเป็นเชิงลบ และคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังแปลความหมายคำศัพท์นั้นไม่ได้จึงส่งผลให้นักเรียนคาดเดาคำตอบ และแสดงความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อนได้ รวมทั้งนักเรียนจะแสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องกับข้อคำถามเชิงลบ ตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน เช่น คำถาม : นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า : เห็นด้วย เพราะในการทดลองจะต้องทำอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดของการทดลอง และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตและในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้ ร้อยละ 40 ซึ่งเป็นคำถามเชิงบวก นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า : วิทยาศาสตร์ไม่สามารถพยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไม่ได้ เพราะไม่รู้ว่ามันจะเกิดอะไรขึ้นไม่มีใครทราบเรื่องอนาคตได้ ไม่ใช่หมอดู

2. ลักษณะกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำถาม กิจกรรมสืบเสาะและการปฏิบัติ ในแผนการเรียนรู้มีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงประเด็นละ 1-2 ครั้ง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ยังชัดเจนจะเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Abd-El-Khalick et al. (1998) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ให้มาก กล่าวคือ นอกจากจะจัดการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของกิจการทางวิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจและเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน รวมทั้งเสนอแนะว่า ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่เน้นหรือบูรณนาการเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญให้ชัดเจน

2.2 นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องจาก

2.2.1 บทบาทของครูที่กระตุ้น เร้าความสนใจ สร้างสถานการณ์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของตนออกมา ผ่านการตอบคำถาม อภิปราย และการปฏิบัติกิจกรรม อีกทั้งแต่ละขั้นตอนครูให้นักเรียนวางแผน คิด และทำกิจกรรมตามที่ได้วางแผนไว้ แล้วจึงนำผลงานของตนเองมาร่วมอภิปรายกับเพื่อนและครู เพื่อตรวจสอบผลที่ได้กับคนอื่นและให้นักเรียนได้ร่วมกันหาข้อสรุปกิจกรรม โดยครูช่วยเสริมหรืออธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจชัดเจนหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน สอดคล้องกับ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) บทบาทของครูในการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้นั้น ครูควรให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งเร้าในการตอบคำถาม ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบรูณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความกระจ่างในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำงานตามความคิดอย่างอิสระ และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้อธิบายว่า ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้มองเห็นแง่มุมต่างๆ รวมทั้งความคลาดเคลื่อนเกิดความกระจ่างขึ้น ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนอธิบายเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยมีเหตุผลหลักการ หรือหลักฐานประกอบ ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.2.2 ลักษณะกิจกรรมเน้นการคิดวิเคราะห์จะแฝงอยู่ในกิจกรรมการสืบเสาะทุกขั้นตอนด้วยการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนคิด นำไปสู่การค้นคว้า หาวิธีการตรวจสอบ แสวงหาความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่จำกัดเฉพาะในการทดลองเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การอภิปรายในขั้นขยายผล เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมการทดลองแล้ว ครูใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ครูสั่งให้นักเรียนชงโอวันติน 1 แก้ว โดยให้เทโอวันติลครึ่ง กระป๋องลงในน้ำ นักเรียนจะปฏิบัติตามที่ครูสั่งหรือไม่ เพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น ครูเพิ่มเติมให้นักเรียนรู้จักการทำนายสถานการณ์และสามารถให้เหตุผลประกอบได้ เหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้จากการสังเกต โดยใช้วิธีการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้ระบุว่า การใช้คำถามเป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียนได้ โดยผู้สอนเป็นผู้ป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามที่ดีให้แก่ผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิดและการถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์หรือประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้นยังทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดขั้นสูงอีกด้วย

2.3 เนื้อหาในงานวิจัย คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 3 เรื่อง สารละลาย ซึ่งมีเนื้อหาประกอบ 5 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง มีเนื้อหาดังนี้

2.3.1 องค์ประกอบของสารละลาย

2.3.2 การละลายของสารในตัวทำละลาย

2.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย

2.3.4 ความเข้มข้นของสารละลายและพลังงานกับสารละลาย

2.3.5 ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดแทรกไปกับเนื้อหาเรื่อง สารละลาย เข้าไว้ด้วยกัน โดยเนื้อหาเหมาะกับการบรูณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้านได้ดี เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง สารละลาย มีความเป็นนามธรรมและรูปธรรม เนื้อหามีทั้งการวิเคราะห์และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีกิจกรรมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากการทดลองได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ด้วยตนเอง ในทุกขั้นตอนฝึกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะต้องอาศัยการคิด รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และเนื้อหา เรื่อง สารละลาย นี้ถูกกำหนดไว้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นระดับชั้นที่มีความสำคัญ ถ้าหากนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์แล้ว เมื่อนักเรียนศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น นักเรียนก็จะสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับ ประพันธ์ สุเสารัจ (2551) ได้กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้จากประสบการณ์อันหลากหลายและบรรยากาศ การเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน กิจกรรมครูควรจัดให้นักเรียนอยู่ในรูปแบบการตั้งคำถาม การสังเกต การสืบค้น และการทำนาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัศนี พุฒนอก (2556) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้แนะนำ ในการจัดกิจกรรมหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้และโดยการบูรณาการเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกันโดยการสอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการใช้คำถาม การอภิปรายจากกิจกรรม สถานการณ์ตัวอย่าง เป็นต้น

2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ออกแบบขึ้นนั้น พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงด้วยตนเองทุกขั้นตอน ฝึกฝนความคิด การคิดวิเคราะห์ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดการระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนถ่ายโยงการเรียนรู้ได้กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่อีกด้วย และนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้

ครูคอยแนะนำใน การจัดกิจกรรมและกระตุ้นโดยการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำได้ออกแบบการทดสอบการทดลองต่างๆ เป็นสถานการณ์ที่สอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น และสอดคล้องงานวิจัยของ Lederman (1998 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552ก) ได้เสนอแนวคิดว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรมีการบ่งชี้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ออกมาอย่างชัดเจน และครูมีบทบาทในการกระตุ้นเร้าความสนใจให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนต่อแนวความคิดเหล่านั้นออกมา เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงแนวคิดที่ตนมีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.4.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบรูณาเนื้อหาของบทเรียนเรื่อง สารละลายกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ทั้งด้านเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ทำให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ได้แสวงหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนสนใจอยากทำกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ หรือทดลองเสมือนว่าตนเองเป็นนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ที่กล่าวว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามรถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาสังคม ขณะเดียวกันความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังทำให้บุคคลตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกันสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและต่อการดำรงชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะใน การนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยน

เรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการใช้คำถาม การอภิปรายจากกิจกรรม และสถานการณ์ตัวอย่าง ดังนั้นครูผู้สอนควรมีทักษะในการใช้คำถามที่ดี สถานการณ์หรือสื่อต่างๆคือ สามารถตั้งคำถามที่น่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ร่วมอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการหาคำตอบได้

3.1.2 ครูผู้สอนต้องศึกษาบทบาทหน้าที่ของตนเองในทุกขั้นตอนให้ชำนาญ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งครูผู้สอนควรเข้าใจประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์และขั้นตอนการทำกิจกรรมให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกันทุกครั้งก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.3 ครูผู้สอนควรมีการวางแผนในการจัดเนื้อหาและเวลาให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมและสอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านให้ครบทุกประเด็นอย่างละเอียดและชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซ้ำๆ ทุกประเด็นให้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เนื้อหาสาระครบถ้วนและเข้าใจทุกประเด็น

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความสามารถของนักเรียนในด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3.2.2 ควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนสาระวิทยาศาสตร์ว่ามีความเข้าใจอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

3.2.3 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์หรือวิชาอื่นๆ หรือใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากขึ้นและศึกษากับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นต่างๆ เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลและอ้างอิงผลกับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะทั่วไปที่แตกต่างกันได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรงศึกษาธิการ.

_____. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนา มหาลี. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กุลธิดา ท้วมสุข. (2554). *รูปแบบการบริหารห้องสมุดมหาวิทยาลัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน.* คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ม.ป.ท.

กุศลิน มุสิกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15 (1), 66–71.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์.* กรุงเทพฯ: ซัคเซส มีเดีย.

ฆนัท ธาตุทอง. (2554). *สอนคิด: การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญ. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) ประสานมิตร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีการนำไปใช้.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 11 (1), 33-45.

ทัศนี พุฒนอก. (2556). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร-มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2544). *วิธีวิจัยทางการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น. การพิมพ์.

เบญจมาศ ศรีอุดร. (2557). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ประมวล ศิริผันแก้ว. (2553). *การเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้* (Inquiry-based Teaching/Learning). สืบค้นจาก http://www3.ipst.ac.th/stat/assets//journal/j02_Jan.pdf.

ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย. (2555). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 32, 160-168.

ฝ่ายวิชาการโรงเรียนขามแก่นนคร. (2559). *รายงานประจำปีของสถานศึกษาปีการศึกษา 2559*. ขอนแก่น:โรงเรียนขามแก่นนคร.

ภควรรณ เหลาแหลม และ คงศักดิ์ ธาตุทอง. (2555). การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับคำถามปลายเปิด. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภัทรมน ขันธาฤทธิ์. (2551). *การสร้างชุดการสอนกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบำเพ็ญเหนือ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา เบญมาตย์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บูรณาการ.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รุ่งระวี ศิริบุญนาม. (2551). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี. (ม.ป.ป). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* สืบค้นจาก http://www.src.ds.ac.th/wp-content/uploads/2017/12/1232.pdf.

วโรดม จันที และน้อยทิพย์ ลิ้มยิ่งเจริญ. (2553). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ของ Yager. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542*). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์เลิฟเพรส.

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2552ก). *การอบรมครูด้วยระบบทางไกลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา หลักสูตรมาตรฐานการอบรมครูปีที่ 2.* กรุงเทพฯ. ม.ป.ท.

_____. (2552ข). *หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.* เอกสารประกอบการอบรมครูฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ปีที่ 3 ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ม.ป.ท.

_____. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล.* กรุงเทพฯ: อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์.

_____. (2560). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015.* สืบค้นจาก http://www.ipst.ac.th.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2559). *เฉลยแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*, ปีการศึกษา 2559. ม.ป.ท.

สุธาวัลย์ มีศรี. (2550). ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2(1), 101–110.

สุธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์,* 29(3), 228-239.

สุภัทรตรา กุลยะ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้ มโนมติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุริสา ไวแสน. (2555). *การจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธี การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2554). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: อีเคบุ๊คส์.

อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2557). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ . (2550*). ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

Abd-El-Khalick et al. & Khishfe, R. (2002). Rutherford's enlarged:A content-embedded activity to teach about nature of science. *Physics Education,* 37(1), 64-68.

Abd-El-Khalick et al. and Lederman, N.G. (1998). Avoiding De-Natured Science: Activities that promote understanding of the nature science. *In the nature science in science education: Rationales and Strategies*. Edited by McComas, W.F. Dordrecht, The Netheriands: Kluwer Academic.

Abd-El-Khalick et al. and Lederman, N.G. (2000). Improving Science Teachers Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.

Akerson, V.L., Abd – El – Khalick, F. and 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.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Project 2061: Science for All Americans.* Retrieved from http://www .project 2061.org.

_____. (1990). *Project 2061: Science for All Americans.* Retrieved from http://www.project 2061.org.

_____. (1993) *Benchmarks for Science Literacy.* New York: Oxford University Press.

Biological Science Curriculum Society. (1997). *Teacher's guide BSCS biology*: A human approach. Kendell//Hunt.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. New York: David Mckay.

Crawford, (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.

Crowther, D.T., N.G.Ledeman and J.S. Lederman. (2005). Understanding the True Meaning of Nature of Science. *Science and children*, 43 (2), 50-52.

Halstead, D. (1999). The Use of Comparison Standards in Consumer Satisfaction Research and Management : A Review and Proposed Typology. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 7(3), 13-26.

Kang, S., Scharmann, L. C and Noh, T. (2005) Examining Students' Views on the Nature of Science : Results from Korean 6th, 8th and 10th Graders. *Science Education,* 89(2), 314–334.

Khishfe, R. (2008). The Development of Seventh Graders'Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching,* 45 (4), 470-496.

Khishfe, R. and F. Abd-El-Khalick. (2002). Influence on Explicit and Reflective Versus Implicit Inquiry-oriented Instruction on Six Graders' Views of Nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.

Lederman, N.G. (1998). The State of Science Education : Subject Matter Without Context. *Electronic Journal of Science Education,* 3(2), 1–12.

_____. (2007). "Nature of Science: Past, Present, and Future" In Abell, S.K. and Lederman, N.G. (ed). *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 831 – 880.

Lederman, N.G. and Abd-EL-Khalick, F., Bell, R.L. and Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire : Toward and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education,* 39(06), 477.

Lumpkin, Cymthia Rolen. (1991). Effects of Teaching Critical Thing Skills on the Critical Thing Ability, Achievenment and Retention of Social Studies content by Fifth and Sixth graders. *Dissertation Abstracts International*, 51(11), 3694-A.

Mazano, Robert J. (2001). *Desingning a New Taxonomy of Educational Objective*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press: London: Sage.

Mc Comas, W.F. (1998a). The Nature of Science in Science Education: Rational and Strategies. Dordrecht: Kluwer Academic.

_____. (2004). *Keys to Teaching the Nature of Science: The Science Teacher*, v. 71, 24-27.

Meichtry, Y.J. (1992). Influencing Students Understanding of the Nature of Science: Data From A Case of Curriculum Development. *Journal of Research in Science Teaching,* 29(4), 389–407.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

_____. (2000). *Inquiry and the national science education standards*: A guide for teaching and learning. Washington, D.C.: National Academy Press.

Rubba, P. A., and H. O. Andersen. (1978). Development of an instrument to assess secondary school student understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.

Solomon, J., Duveen, J., Scot, L. and McCarthy, S. (1992). Teaching About the Nature of Science through History : Action Research in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching,* 83(4), 409–421.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาเครื่องมือการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. นางณัฐชฎา ชัชวาล	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น
2. นางมะลิวรรณ วิเชฎฐพงษ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบคิดวิเคราะห์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น
3. นางสังวาล อติรัตนวงษ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เรื่อง สารละลาย ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/274

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

วันที่ 17 สิงหาคม 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางณัฐชฎา ชัชวาล
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/274

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

วันที่ 17 สิงหาคม 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางมะลิวรรณ วิเชฎฐพงษ์
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/274

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

วันที่ 17 สิงหาคม 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางสังวาล อติรัตนวงษ์
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขามแก่นนคร จังหวัดขอนแก่น ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	0	+1	2	0.67
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	0	+1	2	0.67
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1

จากตารางภาคผนวกที่ 1 พบว่า แบบทดสอบทั้ง 16 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1

2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	0	+1	2	0.67
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	0	+1	2	0.67
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1
17	1	0	1	2	0.67
18	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	0	1	2	0.67

จากตารางภาคผนวกที่ 2 พบว่า แบบทดสอบทั้ง 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1

3. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย โดยจำแนกเป็นรายข้อและค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.64	0.71
2	0.36	0.29
3	0.57	0.43
4	0.78	0.3
5	0.67	0.50
6	0.75	0.36
7	0.8	0.64
8	0.57	0.86
9	0.75	0.50
10	0.67	0.64
11	0.57	0.86
12	0.36	0.29
13	0.53	0.39
14	0.60	0.4
15	0.53	0.39
16	0.60	0.64

จากตารางภาคผนวกที่ 3 พบว่า แบบวัดทั้ง 16 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.36-0.8 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29-1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.721

4. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยจำแนกเป็นรายข้อและค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.55	0.9
2	0.8	1
3	0.8	0.3
4	0.78	0.26
5	0.6	0.21
6	0.36	1
7	0.36	0.31
8	0.73	0.35
9	0.37	0.21
10	0.73	0.25
11	0.8	0.26
12	0.36	0.21
13	0.75	0.3
14	0.43	0.36
15	0.8	0.75
16	0.73	0.35
17	0.65	0.21
18	0.36	0.6
19	0.8	0.65
20	0.73	0.35

จากตารางภาคผนวกที่ 4 พบว่า แบบวัดทั้ง 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.33-0.8 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.618

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ว21101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สารละลาย เวลา 4 ชั่วโมง
เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย โรงเรียนขามแก่นนคร

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/1 ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละและอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสารละลายไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/1 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสารเมื่อสารเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/3 ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. ทดลองและอธิบายการละลายของสารในตัวทำละลาย
2. อธิบายความรู้เกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ระบุได้ว่าสารละลายที่เตรียมได้มีสารใดเป็นตัวละลายและสารใดเป็นตัวทำละลาย
2. อธิบายการทดสอบสารละลายด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ได้
3. สามารถให้เหตุผลและหลีกเลี่ยงความลำเอียงจากการตีความได้
4. อธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A)

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นให้ความร่วมมือและมีความสนใจในการทำกิจกรรม
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีความเสียสละในการทำกิจกรรม
3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้เป็นอย่างดี โดยมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระสำคัญ

การละลายของตัวละลายขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย ตัวละลายบางชนิดอาจละลายได้ดีในตัวทำละลายหนึ่ง แต่อาจละลายได้น้อยมากหรือละลายไม่ได้เลยในอีกตัวทำละลายหนึ่ง

การละลายได้ของสาร การรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าไม่ละลายจะมีตะกอนหรือแยกเป็นชั้นไม่เป็นเนื้อเดียว ความสามารถของปริมาณตัวละลายที่ละลายได้ในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า สภาพละลายได้ ส่วนใหญ่หมายถึงการละลายของสารในน้ำ

สารที่มีสถานะเดียวกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะเดียวกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่าจัดเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะต่างกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย

สารละลายที่มีตัวทำละลายเท่ากัน แต่มีปริมาณตัวละลายต่างกันจะมีความเข้มข้นต่างกัน สารละลายที่มีตัวละลายอยู่น้อย เรียกว่า สารละลายเจือจาง และสารละลายที่มีตัวละลายอยู่มาก เรียกว่า สารละลายเข้มข้น

การละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำยาล้างเล็บใช้ล้างที่ทาเล็บ น้ำยาเช็ดคราบมันในครัว การนำเชลแล็กมาละลายในแอลกอฮอล์แล้วใช้เป็นน้ำยาทาไม้และเฟอร์นิเจอร์ การละลายวิตามิน เกลือแร่ กลิ่น สี ในน้ำผลไม้และอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า

แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
2. N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย
3. N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1.1 ครูนำด่างทับทิม, น้ำและเอทานอล โดยเติมน้ำ 10 cm^3 ลงในหลอดทดลองที่ 1 จากนั้นนำด่างทับทิม 5 เกล็ดลงในหลอดทดลอง เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง

1.2 ครูใช้คำถามหลังกิจกรรมสาธิตด่างทับทิม ดังนี้

- สารที่เกิดขึ้นเป็นสารละลายหรือไม่ แล้วเป็นสารเนื้อผสมหรือสารเนื้อเดียว เพราะอะไร (สารที่เกิดขึ้นเป็นสารละลาย เนื้อผสมโดยมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน)
- ถ้าครูเปลี่ยนจากน้ำเป็นเอทานอล 10 cm^3 จากนั้นนำด่างทับทิม 5 เกล็ดลงในหลอดดลอง แล้วเขย่า สารที่เกิดขึ้นเป็นสารละลายหรือไม่ แล้วเรารู้ได้อย่างไร (สารละลายที่เกิดขึ้นไม่เป็นสารละลาย เพราะด่างทับทิมไม่ละลายในเอทานอลจึงไม่เป็นสารละลาย)
- แล้วถ้าเปลี่ยนด่างทับทิมเป็นสารละลายชนิดอื่นจะสามารถละลายในน้ำและเอทานอลได้หรือไม่ เพราะอะไร(ตัวละลายชนิดเดียวกัน อาจละลายในน้ำและในเอทานอลได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2.1 ครูนำน้ำมันพืชและน้ำตาล ให้นักเรียนทดสอบให้นักเรียนทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูนำน้ำ 30 cm^3 เทลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 จากนั้นเปลี่ยนจากด่างทับทิมเป็นเติมน้ำมันพืช 5 cm^3 และน้ำตาล 5 ช้อนเบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วเขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผลการทดสอบ

2. ครูเติมน้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 เรื่อยๆ จนน้ำตาลไม่สามารถละลายในน้ำ

ตารางบันทึกผล

ตัวทำละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อละลายในน้ำ	
	น้ำมันพืช	น้ำตาล
น้ำ		

2.2 นักเรียนทายว่าต้องเติมน้ำตาลทรายกี่ช้อนเบอร์ 1 ถึงจะไม่สามารถละลายได้

3. ขั้นอธิบาย (explanation)

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดสอบการละลายของสารในตัวทำละลาย หน้าชั้นเรียนและอภิปรายผลร่วมกัน

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดสอบ โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- จากผลการทดสอบของนักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารละลายในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 สารใดเป็นตัวทำละลายและสารใดเป็นตัวละลาย (สารละลายในบีกเกอร์ใบที่ 1 น้ำมันพืชไม่ละลายในน้ำจึงไม่จัดเป็นสารละลาย แต่บีกเกอร์ใบที่ 2 น้ำเป็นตัวทำละลายและน้ำตาลเป็นตัวละลาย)
- น้ำตาลผสมกับน้ำ เป็นสารละลายหรือไม่ เพราะอะไร (น้ำตาลผสมกับน้ำ เป็นสารละลาย)
- น้ำมันพืชผสมกับน้ำ เป็นสารละลายหรือไม่ เพราะอะไร (น้ำมันพืชไม่ละลายในน้ำจึงไม่จัดเป็นสารละลาย)
- ตัวทำละลายชนิดเดียวกันละลายในน้ำมันพืชและในน้ำตาลได้ดีเหมือนกันหรือไม่อย่างไร(ตัวละลายชนิดเดียวกัน อาจละลายในน้ำและในเอทานอลได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร)

N4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน: การสังเกตละลายของสารหลังการเขย่าสารจากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยการละลายของสารทั้ง 2 ชนิดมีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน อาจทำละลายน้ำมันพืชและในน้ำตาลได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร)

- ผลจะเป็นอย่างไรเมื่อน้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 เรื่อยๆ (ปริมาณตัวละลาย (น้ำตาล) จะมากขึ้น จนไม่สามารถละลายต่อไปได้อีก)
- ทำไมน้ำตาลถึงไม่ละลายในน้ำ เพราะเหตุใด (ปริมาณตัวละลาย (น้ำตาล) จะมากขึ้น)

(นักเรียนอาจให้คำตอบว่า เติมน้ำตาลลงไปเรื่อยๆ น้ำตาลจะไม่ละลาย บางคนอาจให้เหตุผลว่า น้ำน้อยเกินไป, น้ำตาลมีปริมาณเยอะกว่าน้ำ และน้ำมีอุณหภูมิต่ำจึงทำให้ละลายได้น้อย แสดงว่าในการสรุปผลข้อมูล โดยมีข้อมูลเดียวกันอาจจะสรุปผลไม่เหมือนกันจาก

ประสบการณ์เดิมของแต่ละคนและแต่ละคนมีการตีความที่แตกต่างกัน : N7 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง)

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

4.1 ครูเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับการละลายได้ของสารจากการรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าไม่ละลายจะมีตะกอนหรือแยกเป็นชั้นไม่เป็นเนื้อเดียว ปริมาณตัวทำละลายมีอยู่เต็มที่ จนไม่สามารถละลายต่อไปได้อีกแล้ว ณ อุณหภูมิขณะนั้นเรียกว่า สภาพละลายได้ ส่วนใหญ่หมายถึงสารละลายอิ่มตัว

4.2 การละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำยาล้างเล็บใช้ล้างที่ทาเล็บ น้ำยาเช็ดคราบมันในครัว การนำเชลแล็กมาละลายในแอลกอฮอล์แล้วใช้เป็นน้ำยาทาไม้และเฟอร์นิเจอร์ การละลายวิตามิน เกลือแร่ กลิ่น สี ในน้ำผลไม้และอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า

4.3 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ โดยให้นักเรียนชงโอวันติล 1 แก้ว โดยให้เทโอวันติลครึ่งกระป๋องลงในน้ำ นักเรียนจะปฏิบัติตามที่ครูสั่งหรือไม่ เพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น

(นักเรียนจะให้คำตอบว่า ไม่ชงโอวันติล เนื่องจากโอวันติลมีปริมาณมากจนเกินไป จะทำให้มีรสขมได้และเข้มข้นเกิน โดยให้นักเรียนได้ฝึกการทำนายและสามารถให้เหตุผลประกอบได้เหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทำนายปรากฏการณ์ต่างๆได้จากการสังเกต โดยใช้วิธีการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ : N6 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย)

5. ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation)

5.1 ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ โดยการเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ 2 ประเด็น ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์และธรรมชาติวิทยาศาสตร์

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อคอมพิวเตอร์อธิบายเกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลาย
2. แบบทดสอบ เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย
3. ใบกิจกรรม 3.2 เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย
4. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 1หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

แนวทางการวัดผลและประเมินผล

ด้าน		วิธีการวัด
1. ด้านความรู้	1. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 2. ใบกิจกรรมการทดลอง 3. บันทึกอนุทินของนักเรียน	1. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เช่น การตอบคำถาม การร่วมอภิปราย การแสดงความคิดเห็น 2. ครูตรวจผลงานการบันทึกผลการทำกิจกรรม (ใบกิจกรรมการทดลอง และบันทึกอนุทินของนักเรียน

ด้าน		วิธีการวัด
2. ด้านทักษะกระบวนการ	1. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 2. ใบกิจกรรมการทดลอง 3. บันทึกอนุทินของนักเรียน	1. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การวางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบหรือการศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ - พิจารณาการบันทึกและการอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตการนำเสนอและการสรุปผลการทดลอง 2. ประเมินจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม
3. ด้านจิตพิสัย	1. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 2. ใบกิจกรรมการทดลอง 3. บันทึกอนุทินของนักเรียน	1. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เช่น การตอบคำถาม การร่วมอภิปราย การแสดงความคิดเห็น 2. ครูตรวจผลงานการบันทึกผลการทำกิจกรรม (ใบกิจกรรมการทดลอง และบันทึกอนุทินของนักเรียน

ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย
ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....กลุ่ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและลงมือปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย และบันทึกรายละเอียดของข้อมูลสรุปผลการทดลอง

จุดประสงค์

1. ทดลองและอธิบายการละลายของตัวละลายชนิดเดียวกันในตัวทำละลายต่างชนิดและการละลายตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

ตอนที่ 1 ตัวละลายชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน

1. อุปกรณ์และสารเคมี

สารเคมี 1. น้ำ 2. น้ำตาลทราย 3. น้ำมันพืช

อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดกลาง 2. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3 3. ที่ตั้งหลอดทดลอง

2. ขั้นตอนการทำการทดลอง

1. เติมน้ำ 30 cm^3 เทลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 จากนั้นเปลี่ยนจากด่างทับทิมเป็นเติมน้ำมันพืช 5 cm^3 และน้ำตาล 5 ช้อนเบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วเขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผลการทดสอบ

2. เติมน้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 เรื่อยๆ จนน้ำตาลไม่สามารถละลายในน้ำ

3. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวทำละลาย	**ผลที่สังเกตได้เมื่อละลายในตัวละลาย**	
	น้ำตาลทราย (บีกเกอร์ใบที่ 1)	**น้ำมันพืช (บีกเกอร์ใบที่ 2)**
น้ำ		

4. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดท้ายเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

1. น้ำทะเลเป็นสารละลายใช่หรือไม่

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

2. ถ้าตัวละลายได้เพียงบางส่วนในตัวทำละลาย จัดเป็นสารละลายหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

3. ความรู้เกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร

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

4. ตัวละลายต่างชนิดกัน ละลายในน้ำได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

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

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

จุดประสงค์

1. ทดลองและอธิบายการละลายของตัวละลายชนิดเดียวกันในตัวทำละลายต่างชนิดและการละลายตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

ตอนที่ 1 ตัวละลายชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน มีขั้นตอนการทำการทดลองดังนี้

1. เติมน้ำ 30 cm^3 เทลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 จากนั้นเปลี่ยนจากด่างทับทิมเป็นเติมน้ำมันพืช 5 cm^3 และน้ำตาล 5 ช้อนเบอร์ 1 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วเขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมบันทึกผลการทดสอบ

2. ครูเติมน้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 เรื่อยๆ จนน้ำตาลไม่สามารถละลายในน้ำ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวทำละลาย	**ผลที่สังเกตได้เมื่อละลายในตัวละลาย**	
	น้ำตาลทราย (บีกเกอร์ใบที่ 1)	**น้ำมันพืช(บีกเกอร์ใบที่ 2)**
น้ำ	ละลายได้ ของเหลวใสเป็นเนื้อเดียว	ไม่ละลายแยกชั้น

สรุปผลการทดลอง

น้ำตาลทรายละลายได้ดีในน้ำ น้ำเป็นตัวทำละลายและน้ำตาลทรายเป็นตัวละลาย แต่ไม่สามารถละลายน้ำมันพืช แสดงว่าตัวละลายชนิดเดียวกันละลายได้ไม่เท่าในตัวทะละลายต่างชนิดกัน ดังนั้นการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย

หากเติมน้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 เรื่อยๆ จนน้ำตาลไม่สามารถละลายในน้ำ เรียกว่าสารละลายอิ่มตัว โดยปริมาณตัวละลายอยู่เต็มที่จนไม่สามารถละลายได้อีก ณ อุณหภูมิที่กำหนด

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

1. น้ำทะเลเป็นสารละลายใช่หรือไม่

น้ำทะเลถ้าอยู่ในลักษณะใสมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันจัดเป็นสารละลาย

2. ถ้าตัวละลายได้เพียงบางส่วนในตัวทำละลาย จัดเป็นสารละลายหรือไม่ เพราะเหตุใด

เฉพาะส่วนที่ละลายเป็นของเหลวเนื้อเดียวเป็นสารละลาย เพราะสารละลายเป็นสารเนื้อเดียว

3. ความรู้เกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร

น้ำยาล้างเล็บใช้ล้างสีที่ทาเล็บ น้ำยาเช็ดคราบมันในครัว การละลายวิตามิน เกลือแร่ สารปรุงแต่ง กลิ่น สี การละลายน้ำตาลทรายในน้ำใช้แช่อิ่มผลไม้ หรือทำเกลือสำหรับดองเค็มเพื่อถนอมอาหาร

4. ตัวละลายต่างชนิดกัน ละลายในน้ำได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่เป็นตัวละลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ใบความรู้ เรื่อง การละลายของสาร ในตัวทำละลาย	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

องค์ประกอบของสารละลาย

1. ตัวละลาย (Solute)
2. ตัวทำละลาย (Solvent)

การละลายได้ของสาร

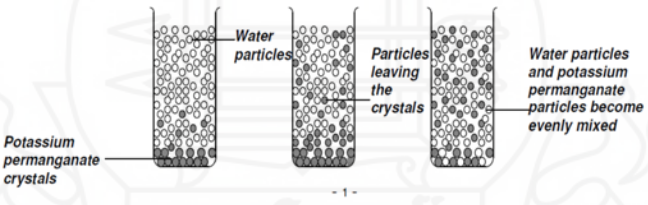
การละลายได้ของสารการรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าไม่ละลายจะมีตะกอนหรือแยกเป็นชั้น ไม่เป็นเนื้อเดียว ความสามารถของปริมาณตัวละลายที่ละลายได้ในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า สภาพละลายได้ ส่วนใหญ่หมายถึงการละลายของสารในน้ำ

สารที่มีสถานะเดียวกัน

สารที่มีสถานะเดียวกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะเดียวกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่าจัดเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะต่างกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย

สารละลายที่มีตัวทำละลายเท่ากัน

สารละลายที่มีตัวทำละลายเท่ากัน แต่มีปริมาณตัวละลายต่างกันจะมีความเข้มข้นต่างกัน สารละลายที่มีตัวละลายอยู่น้อย เรียกว่า สารละลายเจือจาง และสารละลายที่มีตัวละลายอยู่มาก เรียกว่าสารละลายเข้มข้น



รูปแบบจำลองอนุภาคของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
ในแต่ละกระบอกตวงการละลายของด่างทับทิม

ที่มา : https://chemstory.files.wordpress.com/2013/06/kmn04_diffusion1.png

แผนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ว21101 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สารละลาย เวลา 4 ชั่วโมง
เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย โรงเรียนขามแก่นนคร

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/1 ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละและอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสารละลายไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/1 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสารเมื่อสารเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/3 ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. ทดลองและอธิบายการละลายของสารในตัวทำละลาย
2. อธิบายความรู้เกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. สามารถเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A)

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นให้ความร่วมมือและมีความสนใจในการทำกิจกรรม
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีความเสียสละในการทำกิจกรรม
3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้เป็นอย่างดี โดยมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระสำคัญ

การละลายของตัวละลายขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย ตัวละลายบางชนิดอาจละลายได้ดีในตัวทำละลายหนึ่ง แต่อาจละลายได้น้อยมากหรือละลายไม่ได้เลยในอีกตัวทำละลายหนึ่ง

การละลายได้ของสาร การรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าไม่ละลายจะมีตะกอนหรือแยกเป็นชั้นไม่เป็นเนื้อเดียว ความสามารถของปริมาณตัวละลายที่ละลายได้ในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า สภาพละลายได้ ส่วนใหญ่หมายถึงการละลายของสารในน้ำ

สารที่มีสถานะเดียวกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะเดียวกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่าจัดเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างกัน เมื่อนำสารที่มีสถานะต่างกันมาผสมกันเกิดเป็นสารละลาย สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย

สารละลายที่มีตัวทำละลายเท่ากัน แต่มีปริมาณตัวละลายต่างกันจะมีความเข้มข้นต่างกัน สารละลายที่มีตัวละลายอยู่น้อย เรียกว่า สารละลายเจือจาง และสารละลายที่มีตัวละลายอยู่มาก เรียกว่า สารละลายเข้มข้น

การละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำยาล้างเล็บใช้ล้างที่ทาเล็บ น้ำยาเช็ดคราบมันในครัว การนำเชลแล็กมาละลายในแอลกอฮอล์แล้วใช้เป็นน้ำยาทาไม้และเฟอร์นิเจอร์ การละลายวิตามิน เกลือแร่ กลิ่น สี ในน้ำผลไม้และอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับตัวทำละลายและตัวละลาย ครูสาธิตการทดลองมีขั้นตอนดังนี้ โดยมีด่างทับทิม แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า ถ้านำสารมาผสมกับน้ำกลั่น ลักษณะของสารที่ได้จะเป็นอย่างไร (สารรวมกันเป็นเนื้อเดียว จัดเป็นสารละลาย) : ตัวทำละลาย คือ น้ำกลั่น ตัวละลาย คือ ด่างทับทิม

1.2 นักเรียนระดมความคิดเป็นกลุ่มและส่งตัวแทนนำเสนอสิ่งที่เกิดขึ้น ในคำถาม “สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำตาลทรายละลายในน้ำ” ผลจะเป็นอย่างไร (น้ำตาลทรายจะกระจายตัวในน้ำจากบริเวณที่น้ำตาลทรายมากไปบริเวณที่มีน้ำตาลทรายน้อยจนมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด)

1.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า การที่สารสองชนิดรวมกันเป็นเนื้อเดียว โดยไม่มีตะกอนหรือเกิดการแยกชั้น เรียกกระบวนการนี้ว่า การละลายได้ของสาร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนทำกิจกรรม 3.2 เรื่อง การละลายของสาร เพื่อศึกษาการละลายของตัวละลายชนิดเดียวกันในตัวทำละลายต่างชนิด และการละลายของตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

ตอนที่ 1 ตัวละลายชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน มีขั้นตอนการทำการทดลอง ดังนี้

1. ใส่น้ำตาลทรายลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 1 ช้อนเบอร์ 1

2. เติมน้ำ 5 cm^3 (20 หยด) ลงในหลอดทดลองที่ 1 เขย่า สังเกตการละลายของน้ำตาลทรายและบันทึกผล

3. เติมเอทานอล 5 cm^3 (20 หยด) ลงในหลอดทดลองที่ 2 เขย่า สังเกตการละลายของน้ำตาลทรายและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อละลายในตัวทำละลาย	
	น้ำ (หลอดทดลองที่ 1)	เอทานอล (หลอดทดลองที่ 2)
น้ำตาลทราย		

ตอนที่ 2 ตัวละลายต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน มีขั้นตอนการทำการทดลอง ดังนี้

1. เติมน้ำลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 5 หลอด หลอดละ 5 cm^3

2. เติมเอทานอลและน้ำมันพืช 1 cm^3 ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

3. เติมน้ำตาลทราย ดินเหนียวบดละเอียด และคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต อย่างละ 1 ช้อนเบอร์ 1 ลงในหลอดที่ 3 4 และ 5 ตามลำดับ เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวทำละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อละลายในตัวทำละลาย				
	เอทานอล	น้ำมันพืช	น้ำตาลทราย	ดินเหนียวบดละเอียด	คอปเปอร์ซัลเฟต
น้ำ					

3. ขั้นอธิบาย

3.1 ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองตอนที่ 1 หน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- จากผลการทดลองของนักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารละลายในหลอดที่ 1 และ 2 สารใดเป็นตัวทำละลายและสารใดเป็นตัวละลาย (**แนวคำตอบ** สามารถสรุปได้ โดยสารละลายในหลอดที่ 1 น้ำเป็นตัวทำละลายและน้ำตาลทรายเป็นตัวละลาย แต่หลอดที่ 2 น้ำตาลทรายไม่ละลายในเอทานอล จึงไม่เป็นสารละลาย)

- ลักษณะของสารก่อนและหลังการละลายต่างกันหรือไม่ อย่างไร (**แนวคำตอบ** สารละลายในหลอดที่ 1 ก่อนและหลังการละลายมีลักษณะไม่ต่างกัน ได้สารละลายใสไม่มีสี แต่สารละลายในหลอดที่ 2 ก่อนและหลังการละลายต่างกัน เพราะน้ำตาลทรายไม่ละลายในเอทานอลซึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสี หลังการละลายจึงได้สารเนื้อผสมของน้ำตาลทรายและเอทานอล)

- ตัวละลายชนิดเดียวกัน ละลายในน้ำและในเอทานอลได้ดีเหมือนกันหรือไม่ (**แนวคำตอบ** ตัวละลายชนิดเดียวกัน อาจละลายในน้ำและในเอทานอลได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร)

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองตอนที่ 2 โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- ตัวละลายต่างชนิดกัน ละลายในน้ำได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (**แนวคำตอบ** ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่เป็นตัวละลาย)

- ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าสารใดละลายในเอทานอลได้หรือไม่ จะมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร

(**แนวคำตอบ** ให้ใช้วิธีการตรวจสอบดังตัวอย่างกิจกรรมตอนที่ 2 แต่เปลี่ยนตัวทำละลายจากน้ำเป็นเอทานอล และเติมสารละลายที่ต้องการตรวจสอบ)

4. ขั้นขยายความรู้

ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำยาล้างเล็บใช้ล้างที่ทาเล็บ น้ำยาเช็ดคราบมันในครัว การนำเชลแล็กมาละลายในแอลกอฮอล์แล้วใช้เป็นน้ำยาทาไม้และเฟอร์นิเจอร์ การละลายวิตามิน เกลือแร่ กลิ่น สี ในน้ำผลไม้และอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า

5. ขั้นสรุปผล

5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป การละลายของสารในตัวทำละลาย (ตัวละลายชนิดเดียวกันละลายได้ไม่เหมือนกันในตัวทำละลายต่างชนิดกัน และตัวละลายต่างชนิดกันและตัวละลายต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน จะละลายในตัวทำละลายที่เหมือนกันได้แตกต่างกัน ดังนั้นการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย)

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง: น้ำ เอทานอล น้ำมันพืช น้ำตาลทราย ดินเหนียวบดละเอียด คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต
2. ใบกิจกรรม 3.2 เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย
3. แบบทดสอบ เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลาย

การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. ด้านพุทธิพิสัย	ประเมินผลจากการทำใบกิจกรรมการทดลอง เรื่องการละลายของสารในตัวทำละลาย และการตอบคำถามในชั้นเรียน	ใบกิจกรรม การละลายของสารในตัวทำละลาย และแบบบันทึกการมีส่วนรวมในชั้นเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70%
2. ด้านทักษะกระบวนการ	ปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายได้ถูกต้อง,เข้าใจและรวดเร็ว	ใบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70%
3. ด้านจิตพิสัย	การสังเกตการณ์เข้าเรียน การส่งงาน การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	ทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้ ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแบบบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ตัวอย่างแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

แบบบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....วันที่.....

ผลการใช้แผนการเรียนรู้ (การจัดกิจกรรม เวลา การใช้สื่อ)

.....

.....

.....

ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

ผลการจัดการเรียนรู้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
เรื่อง.....

สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2560

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

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

ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

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

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่าง พร้อมทั้งอธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ จำนวน 16 ข้อ

ประเด็นวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็น		
1. ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกที่เกิดขึ้นตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มักมีรูปแบบที่แน่นอน และเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
2. วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม (จับต้องได้) ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาไม่ถือว่าเป็นความรู้ส่วนหนึ่งที่สามารถนำไปใช้กับความรู้ของจักรวาลทั้งหมดได้	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
5. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทุกอย่างและครบถ้วนสมบูรณ์	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
6. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
7. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยานมาสนับสนุนเพียงพอ	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
8. วิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบหรืออธิบายเกี่ยวกับความเชื่อได้ เช่นการทำนายโชคชะตา ผีสาง และพลังเหนือธรรมชาติได้	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
9. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่พิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะและไม่ใช้จิตนาการ	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			

ประเด็นวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็น		
10. วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตและอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบได้	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
11. นักวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังและหลีกเลี่ยงความลำเอียงที่เกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
12. นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
13. นักวิทยาศาสตร์จะทำงานในห้องทดลองเท่านั้น หากทำงานหลายคนจะส่งผลต่อการสรุปผลการทดลอง	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
14. การหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการทางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
15. นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ค้นคว้าและวิจัย โดยคำนึงถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์มากกว่าการคำนึงถึงความถูกต้องทางศีลธรรม และจริยธรรม	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			
16. การทดลองมนุษย์ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น และสิทธิประโยชน์ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต	**เห็นด้วย**	**ไม่แน่ใจ**	**ไม่เห็นด้วย**
เพราะ.....			

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบวัดมี 6 สถานการณ์ จำนวน 9 หน้า คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในแบบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง
3. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มี 2 รูปแบบ ดังนี้
   3.1 ข้อสอบเลือกตอบ: ให้ใช้เครื่องหมาย X ในตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
   3.2 ข้อสอบแบบอัตนัย: ให้เขียนคำตอบลงในข้อสอบพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

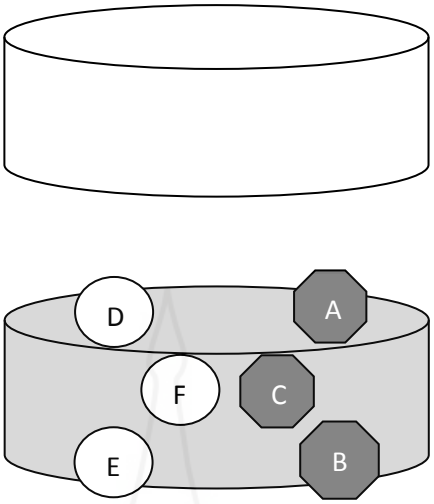
ชื่อ .....นามสกุล.....เลขที่ .....ชั้น .....

คำชี้แจง พิจารณาการทดลองต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-3

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างระหว่างรูป ก กับรูป ข (ด้านการสังเกตและจำแนก) 4 คะแนน

รูป ก รูป ข

สังเกตข้อเหมือนของวัตถุ	สังเกตข้อแตกต่างของวัตถุ
.....	.....
.....	.....
.....	.....



2. จากรูปที่กำหนด สามารถใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการแบ่งกลุ่มวัตถุทั้ง 6 อัน (ด้านการจัดกลุ่ม) จงระบุเกณฑ์ที่ใช้และสมาชิกในแต่ละกลุ่มลงในตาราง (4 คะแนน)

เกณฑ์ที่ใช้	**กลุ่ม**	
	จำนวนกลุ่ม	**สมาชิกแต่ละกลุ่ม (ยกตัวอย่างประกอบ)**

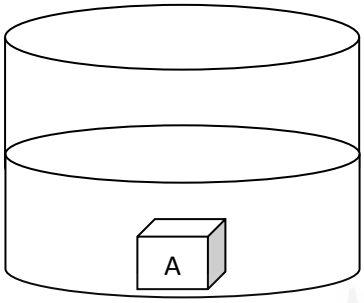
3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหนาแน่นของวัตถุทั้ง 6 อัน (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล) 1 คะแนน

ก. วัตถุ A มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้

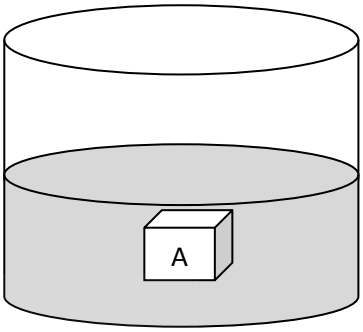
ข. วัตถุ B มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงไม่สามารถลอยอยู่ในน้ำได้

ค. วัตถุ B และ C มีความหนาแน่นเท่ากัน จึงสามารถลอยอยู่ในน้ำได้

ง. วัตถุ C มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ จึงสามารถลอยอยู่ในน้ำ แต่ไม่จมลงไปถึงก้นภาชนะ



รูป ก บรรจุน้ำ 150 ml



รูป ข เติมเกลือลงในน้ำ 5 ช้อนโต๊ะ

4. จากรูป ถ้าเติมเกลือลงไปในภาชนะรูป ก จำนวน 10 ช้อนโต๊ะ ข้อใดจะเป็นไปได้มากที่สุด เพราะเหตุใด (การทำนาย) 1 คะแนน

ก. วัตถุ A จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว
ข. วัตถุ A จะลอยในน้ำได้เท่ากับรูป ข เพราะวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว
ค. วัตถุ A ลอยขึ้นเหนือน้ำ 5 cm เพราะวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวมาก
ง. วัตถุ A จะลอยในน้ำได้สูงกว่ารูป ข เพราะความหนาแน่นของเหลวจะเพิ่มขึ้น

5. นักเรียนคิดว่าควรใช้ วัตถุ A, B หรือ C ในการบรรทุกสิ่งของ เดินทางข้ามฟากไปยังอีกฝั่งหนึ่ง โดยที่เรือสามารถลอยน้ำได้ (การนำไปใช้) 1 คะแนน

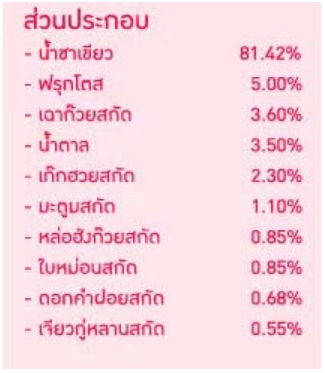
กำหนดให้ น้ำมีความหนาแน่น 1 g/cm^3
A มีมวล= 1 g ปริมาตร = 5 cm^3
B มีมวล= 10 g ปริมาตร = 5 cm^3
C มีมวล= 100 g ปริมาตร = 5 cm^3

สูตร $D = \frac{M}{V}$: ความหนาแน่นของสารใด (D)
น้ำหนักของสารนั้น (M)
ปริมาตร (V)

ก. เรือ A มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ข. เรือ B มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ค. เรือ C มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ง. เรือ B และ เรือ C มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ไม่สามารถลอยน้ำได้

6. พิจารณาส่วนประกอบที่ระบุไว้ในรูป A และ รูป B ให้เขียนสิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่แตกต่างกัน ในตาราง (4 คะแนน)

รูป A



รูป B

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

7. นักเรียนคิดว่าฉลากเครื่องดื่มทั้งสองชนิด ควรเป็นเครื่องดื่มประเภทใด เพราะเหตุใด (ด้านการจัดกลุ่ม) 4 คะแนน

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

8. เพราะเหตุใด เมื่อเขย่าขวดน้ำผลไม้แล้วเปิดฝาขวด พบว่า ไม่มีฟองอากาศลอยขึ้นมาและไม่เกิดแรงดันพุงออกมาในขวดน้ำผลไม้ ข้อใดจะเป็นไปได้มากที่สุด (การทำนาย) 1 คะแนน

ก. น้ำผลไม้ไม่มีส่วนผสมของกรดคาร์บอนิก
ข. แก๊สในน้ำผลไม้ได้แยกออกไปจากน้ำผลไม้หมดแล้ว
ค. อุณหภูมิอากาศทำให้ปริมาณของแก๊สในน้ำผลไม้ลดลง
ง. การละลายของแก๊สในน้ำผลไม้ลดน้อยลง ในขณะที่เปิดขวด

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-10 (ข้อละ 1 คะแนน)

> แดงไปซื้อน้ำอัดลมแล้ววางไว้ในตะกร้ารถจักรยาน ในขณะที่แดงปั่นจักรยานกลับบ้าน ขวดน้ำอัดลมก็กลิ้งไปมา แดงสังเกตเห็นมีฟองอากาศในขวดน้ำอัดลมลอยมากขึ้นและเมื่อเปิดฝาขวดพบว่า เกิดแรงดันพุงออกมาและเมื่อทิ้งไว้ปริมาณน้ำในขวดลดลงและมีเม็ดฟองลอยออกมาเป็นระยะๆ

9. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล)
   ก. อุณหภูมิอากาศทำให้ปริมาณของน้ำอัดลมลดลง
   ข. ฟองอากาศที่ลอยออกมาเป็นการแยกตัวของแก๊สที่เป็นตัวถูกละลาย
   ค. การที่ขวดน้ำอัดลมกลิ้งทำให้แก๊สในน้ำอัดลมลอยอยู่ในน้ำภายใต้แรงดันต่ำ
   ง. การปั่นจักรยานของแดงเป็นการเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนสถานะของน้ำอัดลม

10. น้ำอัดลมเมื่อเปิดฝาขวดไว้นานแล้วมีรสชาติต่างจากน้ำอัดลมที่เปิดฝาขวดใหม่ๆ อย่างไร (การทำนาย)
   ก. มีรสชาติเหมือนเดิม แก๊สในน้ำอัดลมลดน้อยลง
   ข. มีรสชาติจะเปลี่ยน เพราะน้ำตาลแยกออกจากน้ำอัดลม
   ค. มีรสชาติเหมือนเดิม การละลายของแก๊สในน้ำอัดลมจะเพิ่มขึ้น
   ง. มีรสชาติต่างไปจากเดิม แก๊สในน้ำอัดลมได้แยกออกไปจากน้ำอัดลมหมดแล้ว

11. ถ้านักเรียนท้องว่างยังไม่รับประทานอาหารจะดื่มน้ำอัดลมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การนำไปใช้)
   ก. ได้ เพราะแก๊สในน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อร่างกาย
   ข. ได้ เพราะน้ำอัดลมผสมน้ำตาลในปริมาณมากจะทำให้สดชื่น
   ค. ไม่ได้ เพราะจะทำให้ปวดศีรษะ อาเจียนได้ เนื่องจากในน้ำอัดลมมีวัตถุกันเสีย
   ง. ไม่ได้ เพราะน้ำอัดลมมีส่วนผสมกรดคาร์บอนิก ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร

ผลไม้ที่มีวิตามิน C เป็นสารอาหารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีเยี่ยมพอๆ กับวิตามินอี ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องของสารอาหารต้านมะเร็ง ช่วยในการสร้างคอลลาเจน ลดความเครียด และผิวหนัง วิตามินซียังช่วยในเรื่องของการเสริมระบบภูมิคุ้มกันร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคลักปิดลักเปิด

ตารางแสดงปริมาณวิตามินของผลไม้แต่ละชนิด

ผลไม้	วิตามิน C (mg)	วิตามินบี 6 (mg)	วิตามินบี 1 (mg)	วิตามินอี (mg)
สับปะรด	√	√	-	-
ลิ้นจี่	√	-	-	-
ฝรั่ง	√	-	√	-
กีวี่	√	-	-	-
สตอเบอร์รี่	√	√	√	√
ลำไย	√	-	√	-
ส้ม	√	√	√	√

หมายเหตุ: mg = มิลลิกรัม

12. จากตารางที่กำหนด ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มผลไม้ทั้ง 7 ชนิด เป็นกลุ่มๆ โดยให้ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มผลไม้ทั้ง 7 ชนิด (ด้านการจัดกลุ่ม) 4 คะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

13. หากนักเรียนรับประทานผลไม้ปริมาณมากและมีรสเปรี้ยวจี๊ดจะส่งผลต่อร่างกายอย่างไร (การนำไปใช้)

ก. ช่วยบำรุงสายตา

ข. เพิ่มวิตามิน D ให้แก่ร่างกาย

ค. ช่วยในการสร้างคอลลาเจนทำให้ผิวพรรณผุดผ่อง

ง. มีอาการปวดท้องจุกเสียด ท้องเสียได้ เนื่องจากรับประทานผลไม้ปริมาณมาก

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายในน้ำผลไม้ 5 ชนิด ได้ผลดังตาราง

สารละลายที่ใช้ (น้ำผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง)	จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินจางหายไป
น้ำมะเขือเทศ	5
น้ำส้ม	11
น้ำฝรั่ง	39
น้ำมะนาว	45
น้ำสตรอเบอร์รี่	18

14. ผลไม้ชนิดใดมีความเข้มข้นของวิตามินซีมากที่สุด เพราะอะไร
(ด้านการวิเคราะห์เหตุผล) 1 คะแนน

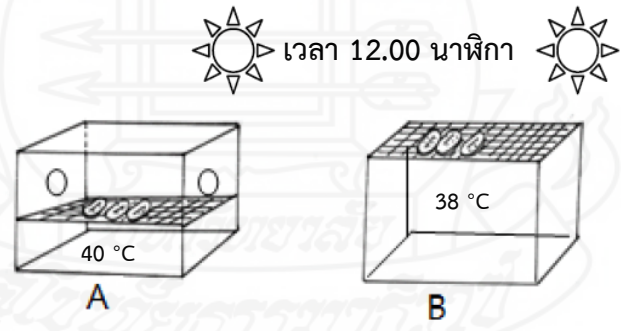
ก. น้ำฝรั่ง เพราะมีรสเปรี้ยวมากที่สุดแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

ข. น้ำมะนาว เพราะมีรสเปรี้ยวมากที่สุดแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

ค. น้ำมะเขือเทศใช้เพียง 5 หยดทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนที่หายไปแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

ง. น้ำมะนาวใช้จำนวน 45 หยดทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนที่หายไปแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 15-16



15. จากรูป A และ B มีสิ่งใดเหมือนหรือแตกต่างกัน เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่สังเกตได้
(2 คะแนน)

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
.....	.....
.....	.....
.....	.....

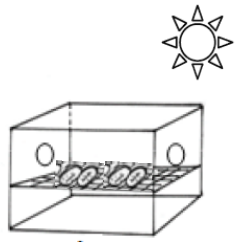
16. จากรูปนักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด อุณหภูมิทั้งสองกล่องจึงแตกต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนในช่วงเวลาเดียวกัน (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล) 2 คะแนน

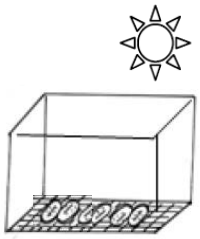
.....

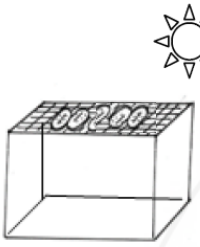
.....

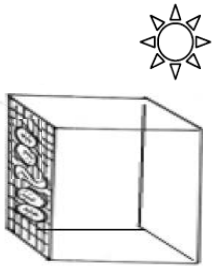
.....

17. หากนักเรียนจะทำกล้วยตาก โดยใช้ตู้กระจกในช่วงเวลาเดียวกัน จะเลือกวิธีใดทำให้กล้วยแห้งเร็วที่สุด (ด้านการนำไปใช้) 1 คะแนน

ก. 

ค. 

ข. 

ง 

พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 18-20

18. ให้นักเรียนสังเกตรูป A และ B ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ด้านการสังเกตและจำแนก) เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่สังเกตได้ 3 คะแนน

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
.....	.....
.....	.....
.....	.....

19. จากรูปสามารถใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการแบ่งกลุ่มรูป A และB จงระบุเกณฑ์ที่ใช้ (ด้านการจัดกลุ่ม) เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่จัดกลุ่มได้ 2 คะแนน

.....

.....

.....

20. จากรูปที่กำหนด กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในบริเวณ A ต่างจากบริเวณ B อย่างไร (การทำนาย) 1 คะแนน

ก. บริเวณ B มีความเข้มแสงมากเกินไปทำให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย

ข. บริเวณ A มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากกว่าทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มาก

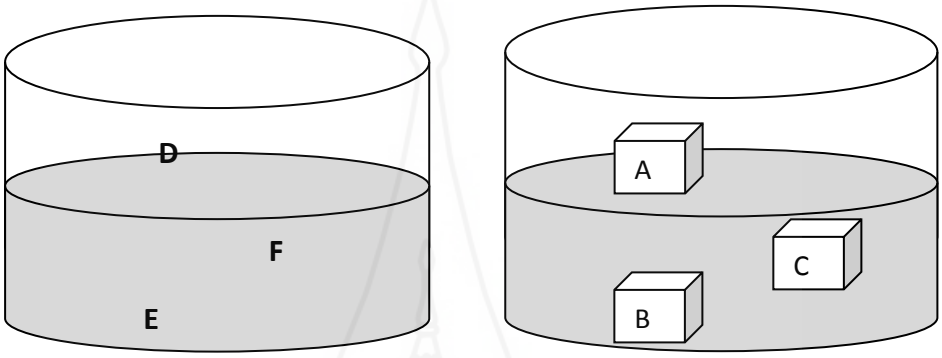
ค. บริเวณ B มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยจึงดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงได้มาก

ง.บริเวณ A อากาศร้อนจัดทำให้ปากใบปิด จึงทำให้แก๊สออกซิเจนแพร่เข้าสู่ใบไม่ได้ จึงเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยกว่า

เฉลยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง พิจารณาการทดลองต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-3

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างระหว่างรูป ก กับรูป ข (ด้านการสังเกตและจำแนก)



รูป ก รูป ข

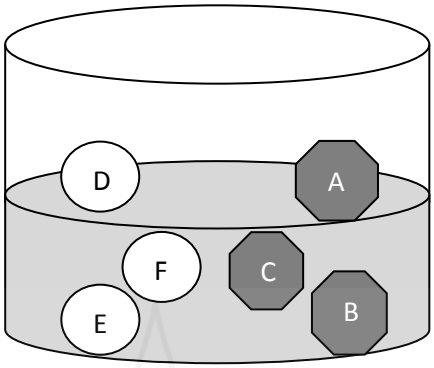
แนวคำตอบ

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
- วัตถุ A และ D ลอยเหนือน้ำเหมือนกัน - วัตถุ C และF ลอยอยู่ในน้ำ แต่ไม่จมลงไปถึงก้นภาชนะ - วัตถุ E และ B จมลงไปถึงก้นภาชนะ	- ลักษณะรูปทรง มีวัตถุทรงกลมและลูกบาศก์

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน	คะแนนบางส่วน 2 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
สามารถตอบสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตได้ถูกต้อง พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้สมเหตุสมผล	สามารถตอบสิ่งที่เหมือนหรือสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้สมเหตุสมผล	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง



2. จากรูปที่กำหนด สามารถใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการแบ่งกลุ่มวัตถุทั้ง 6 อัน (ด้านการจัดกลุ่ม) จงระบุเกณฑ์ที่ใช้และสมาชิกในแต่ละกลุ่มลงในตาราง

เกณฑ์ที่ใช้	**กลุ่ม**	
	จำนวนกลุ่ม	**สมาชิกแต่ละกลุ่ม**
ใช้สีในการแบ่งกลุ่ม	2	กลุ่มสีเทา: A B C กลุ่มสีขาว: D E F

แนวคำตอบ

รูปทรงของวัตถุ : กลุ่มทรงกลม ได้แก่ D F E
: กลุ่มแปดเหลี่ยม ได้แก่ A B C
ความหนาแน่น : กลุ่มวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ได้แก่ A D
: กลุ่มวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ได้แก่ E C
: กลุ่มวัตถุมีความหนาเท่ากับน้ำ ได้แก่ B F
การจมและการลอยของวัตถุ : กลุ่มวัตถุที่จมน้ำ ได้แก่ E B
: กลุ่มวัตถุที่สามารถลอยอยู่ในน้ำ แต่ไม่จมลงไปถึงก้นภาชนะ ได้แก่ C F
: กลุ่มวัตถุที่ลอยน้ำ ได้แก่ A D
สี : สีเทา : A B C
สีขาว : D E F
ประเภทของวัตถุ : กลุ่มทรงกลม: D E F
: กลุ่มแปดเหลี่ยม: A B C

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน	คะแนนบางส่วน 2 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
สามารถจัดกลุ่มวัตถุทั้ง 6 อันได้ถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์ 3 เกณฑ์ในการจัดกลุ่มพร้อมให้เหตุผลประกอบ	สามารถจัดกลุ่มวัตถุทั้ง 6 อันได้ถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์น้อยกว่า 3 เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม พร้อมให้เหตุผลได้สมเหตุสมผล	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหนาแน่นของวัตถุทั้ง 6 อัน (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล)

ก. วัตถุ A มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้

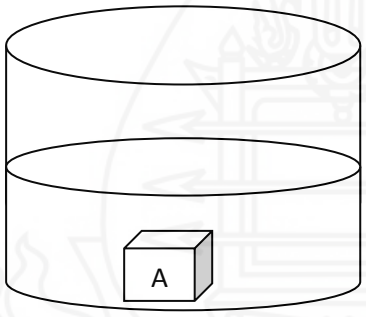
ข. วัตถุ B มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงไม่สามารถลอยอยู่ในน้ำได้

ค. วัตถุ B และ C มีความหนาแน่นเท่ากัน จึงสามารถลอยอยู่ในน้ำได้

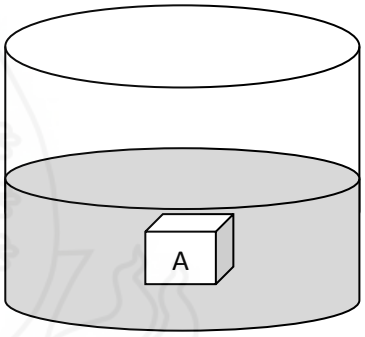
ง. วัตถุ C มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ จึงสามารถลอยอยู่ในน้ำ แต่ไม่จมลงไปถึงก้นภาชนะ

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ก ถูก เพราะวัตถุ A เนื่องจากวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้ ส่วนวัตถุ B มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ วัตถุจึงจมน้ำและวัตถุ C มีความหนาแน่นเท่ากันกับความหนาแน่นของน้ำ จึงสามารถลอยอยู่ในน้ำ แต่ไม่จมลงไปถึงก้นภาชนะ



รูป ก บรรจุน้ำ 150 ml



รูป ข เติมเกลือลงในน้ำ 5 ช้อนโต๊ะ

4. จากรูป ถ้าเติมเกลือลงไปในภาชนะรูป ก จำนวน 10 ช้อนโต๊ะ ข้อใดจะเป็นไปได้มากที่สุด เพราะเหตุใด (การทำนาย)

ก. วัตถุ A จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว

ข. วัตถุ A จะลอยในน้ำได้เท่ากับรูป ข เพราะวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว

ค. วัตถุ A ลอยขึ้นเหนือน้ำ 5 cm เพราะวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวมาก

ง. วัตถุ A จะลอยในน้ำได้สูงกว่ารูป ข เพราะความหนาแน่นของเหลวจะเพิ่มขึ้น

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ง ถูก เพราะเมื่อเติมเกลือลงในน้ำเรื่อยๆ ความเข้มข้นของน้ำเกลือจะเพิ่มมากขึ้นและความหนาแน่นของน้ำจะเพิ่มขึ้นส่งผลให้วัตถุ A สามารถลอยอยู่ในน้ำ

5. นักเรียนคิดว่าควรใช้ วัตถุ A B หรือ C ในการบรรทุกสิ่งของ เดินทางข้ามฟากไปยังอีกฝั่งหนึ่ง โดยที่เรือสามารถลอยน้ำได้ (การนำไปใช้)

กำหนดให้ น้ำมีความหนาแน่น 1 g/cm^3
A มีมวล= 1 g ปริมาตร = 5 cm^3
B มีมวล= 10 g ปริมาตร = 5 cm^3
C มีมวล= 100 g ปริมาตร = 5 cm^3

สูตร $D = \frac{M}{V}$: ความหนาแน่นของสารใด (D)
น้ำหนักของสารนั้น (M)
ปริมาตร (V)

ก. เรือ A มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ข. เรือ B มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ค. เรือ C มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้
ง. เรือ B และ เรือ C มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ไม่สามารถลอยน้ำได้

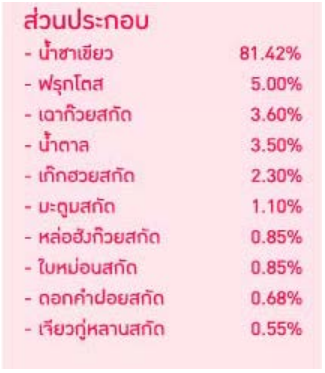
รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ก ถูก เพราะเรือ A มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงสามารถลอยน้ำได้

จากสูตร $D = \frac{M}{V} = \frac{1}{5}$ = 0.2 g/cm^3 ดังนั้น เรือ A ความหนาแน่นเท่ากับ 0.2 g/cm^3 ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ จึงสามารถลอยน้ำได้

6. พิจารณาส่วนประกอบที่ระบุไว้ในรูป A และ รูป B ให้เขียนสิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่แตกต่างกันในตาราง

รูป A



รูป B

แนวคำตอบ

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
- น้ำตาลเป็นส่วนประกอบ - ฟรุกโตสเป็นส่วนประกอบ - การแต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ - มีส่วนประกอบของสมุนไพร	- ไม่เจือสี - ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน	คะแนนบางส่วน 2 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
สามารถตอบสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตได้ถูกต้อง อย่างละ 2 ข้อ พร้อมให้เหตุผลประกอบ	สามารถตอบสิ่งที่เหมือนหรือสิ่งที่แตกต่างจากการสังเกตอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ พร้อมให้เหตุผลได้สมเหตุสมผล	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

7. นักเรียนคิดว่าฉลากเครื่องดื่มทั้งสองชนิด ควรเป็นเครื่องดื่มประเภทใด เพราะเหตุใด
(ด้านการจัดกลุ่ม)

แนวคำตอบ

1. กลุ่มน้ำสมุนไพร เพราะมีส่วนประกอบของน้ำผลไม้และพืชชนิดต่างๆและเติมน้ำตาล เพื่อความหวานมากขึ้น

2. กลุ่มน้ำผลไม้ เพราะมีส่วนประกอบของน้ำผลไม้และพืชชนิดต่างๆและเติมน้ำตาล เพื่อความหวานมากขึ้น

3. กลุ่มเครื่องดื่มไม่มีวัตถุกันเสีย เพราะไม่มีส่วนผสมของวัตถุกันเสีย

4. กลุ่มน้ำชาเขียว เพราะมีส่วนผสมของชาเขียว 81.42%

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน	**คะแนนบางส่วน 2 คะแนน**	**ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน**
เมื่อตอบถูกและให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลได้ถูกต้อง อย่างละ 2 ข้อ	เมื่อตอบถูกและให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

8. เพราะเหตุใด เมื่อเขย่าขวดน้ำผลไม้แล้วเปิดฝาขวด พบว่า ไม่มีฟองอากาศลอยขึ้นมาและไม่เกิดแรงดันพุ่งออกมาในขวดน้ำผลไม้ ข้อใดจะเป็นไปได้มากที่สุด (การทำนาย)

ก. น้ำผลไม้ไม่มีส่วนผสมของกรดคาร์บอนิก

ข. แก๊สในน้ำผลไม้ได้แยกออกไปจากน้ำผลไม้หมดแล้ว

ค. อุณหภูมิอากาศทำให้ปริมาณของแก๊สในน้ำผลไม้ลดลง

ง. การละลายของแก๊สในน้ำผลไม้ลดน้อยลง ในขณะที่เปิดขวด

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ก ถูก เพราะน้ำผลไม้ไม่มีส่วนผสมของกรดคาร์บอนิก เนื่องจากกรดคาร์บอนิกเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เครื่องดื่มมีความซ่า มีฟอง เมื่อกรดคาร์บอนิกที่เติมในเครื่องดื่มได้จากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ความดันสูงเพื่อผสมให้เข้ากัน

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-10

> แดงไปซื้อน้ำอัดลมแล้ววางไว้ในตะกร้ารถจักรยาน ในขณะที่แดงปั่นจักรยานกลับบ้าน ขวดน้ำอัดลมก็กลิ้งไปมา แดงสังเกตเห็นมีฟองอากาศในขวดน้ำอัดลมลอยมากขึ้นและเมื่อเปิดฝาขวดพบว่า เกิดแรงดันพุ่งออกมาและเมื่อทิ้งไว้ปริมาณน้ำในขวดลดลงและมีเม็ดฟองลอยออกมาเป็นระยะๆ

9. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล)

ก. อุณหภูมิอากาศทำให้ปริมาณของน้ำอัดลมลดลง

ข. ฟองอากาศที่ลอยออกมาเป็นการแยกตัวของแก๊สที่เป็นตัวถูกละลาย

ค. การที่ขวดน้ำอัดลมกลิ้งทำให้แก๊สในน้ำอัดลมลอยอยู่ในน้ำภายใต้แรงดันต่ำ

ง. การปั่นจักรยานของแดงเป็นการเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนสถานะของน้ำอัดลม

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ข ถูก เพราะฟองอากาศที่ลอยออกมาเป็นการแยกตัวของแก๊สที่เป็นตัวถูกละลาย เพราะการที่ขวดกลิ้งไปกลิ้งมามีผลให้แก๊สในขวดแยกตัวออกจากน้ำอัดลม

10. น้ำอัดลมเมื่อเปิดฝาขวดไว้นานแล้วมีรสชาติต่างจากน้ำอัดลมที่เปิดฝาขวดใหม่ๆ อย่างไร (การทำนาย)

ก. มีรสชาติเหมือนเดิม แก๊สในน้ำอัดลมลดน้อยลง

ข. มีรสชาติจะเปลี่ยน เพราะน้ำตาลแยกออกจากน้ำอัดลม

ค. มีรสชาติเหมือนเดิม การละลายของแก๊สในน้ำอัดลมจะเพิ่มขึ้น

ง. มีรสชาติต่างไปจากเดิม แก๊สในน้ำอัดลมได้แยกออกไปจากน้ำอัดลมหมดแล้ว

เฉลย ง ถูก เพราะน้ำอัดลมเมื่อเปิดฝาขวดไว้นานแล้วจะมีรสชาติต่างไปจากเดิม เนื่องจากแก๊สในน้ำอัดลมได้แยกออกไปจากน้ำอัดลมหมดแล้ว

11. ถ้านักเรียนท้องว่างยังไม่รับประทานอาหารจะดื่มน้ำอัดลมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การนำไปใช้)

ก. ได้ เพราะแก๊สในน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อร่างกาย

ข. ได้ เพราะน้ำอัดลมผสมน้ำตาลในปริมาณมากจะทำให้สดชื่น

ค. ไม่ได้ เพราะจะทำให้ปวดศีรษะ อาเจียนได้ เนื่องจากในน้ำอัดลมมีวัตถุกันเสีย

ง. ไม่ได้ เพราะน้ำอัดลมมีส่วนผสมกรดคาร์บอนิก ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร

เฉลย ง ถูก เพราะห้ามรับประทานตอนท้องว่าง เนื่องจากน้ำอัดลมมีส่วนผสมของกรดคาร์บอนิก ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร จุกเสียดท้องและแสบร้อนท้องได้

ผลไม้ที่มีวิตามิน C เป็นสารอาหารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีเยี่ยมพอๆ กับวิตามินอี ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องของสารอาหารต้านมะเร็ง ช่วยในการสร้างคอลลาเจน ลดความเครียด และผิวหนัง วิตามินซียังช่วยในเรื่องของการเสริมระบบภูมิคุ้มกันร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคลักปิดลักเปิด

ตารางแสดงปริมาณวิตามินของผลไม้แต่ละชนิด

ผลไม้	วิตามิน C (mg)	วิตามินบี 6 (mg)	วิตามินบี 1 (mg)	วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	วิตามินอี (mg)	พลังงาน (kcal)
สับปะรด	48	0.110	-	-	-	48
ลิ้นจี่	72	-	-	-	-	276
ฝรั่ง	228	-	0.1	1030	-	112
กีวี่	92	-	-	-	-	61
สตอเบอร์รี่	62	0.047	0.024	-	0.29	33
ลำไย	84	-	0.031	-	-	60
ส้ม	53	0.06	0.087	11	0.18	47

หมายเหตุ: mg = มิลลิกรัม, kcal = กิโลแคลอรี

12. จากตารางที่กำหนด ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มผลไม้ทั้ง 7 ชนิด เป็นกลุ่มๆ โดยให้ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม ผลไม้ทั้ง 7 ชนิด (ด้านการจัดกลุ่ม)

แนวคำตอบ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวิตามินซีอย่างเดียว ได้แก่ ลิ้นจี่ และกีวี่
กลุ่มที่มีวิตามินซีและวิตามินอื่นด้วย ได้แก่ สับปะรด ฝรั่ง สตอเบอร์รี่ ลำไย และส้ม

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน	คะแนนบางส่วน 2 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
เมื่อตอบถูกและให้เหตุผลที่อ้างถึงกลุ่มวิตามินซีอย่างเดียว และกลุ่มที่มีวิตามินซีและวิตามินอื่นด้วย พร้อมยกตัวอย่างประกอบ	เมื่อตอบว่ากลุ่มวิตามินซีอย่างเดียว และกลุ่มที่มีวิตามินซีและวิตามินอื่นด้วย แต่ไม่ยกตัวอย่างประกอบ	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

13. หากนักเรียนรับประทานผลไม้ปริมาณมากและมีรสเปรี้ยวจี๊ดจะส่งผลต่อร่างกายอย่างไร (การนำไปใช้)

ก. ช่วยบำรุงสายตา

ข. เพิ่มวิตามิน D ให้แก่ร่างกาย

ค. ช่วยในการสร้างคอลลาเจนทำให้ผิวพรรณผุดผ่อง

ง. มีอาการปวดท้องจุกเสียด ท้องเสียได้ เนื่องจากรับประทานผลไม้ปริมาณมาก

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ง ถูก เพราะหากรับประทานผลไม้ในปริมาณมากและมีรสเปรี้ยวจี๊ด ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร เช่น มีอาการปวดท้องจุกเสียด ท้องเสียได้

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายในน้ำผลไม้ 5 ชนิด ได้ผลดังตาราง

สารละลายที่ใช้ (น้ำผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง)	จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินจางหายไป
น้ำมะเขือเทศ	5
น้ำส้ม	11
น้ำฝรั่ง	39
น้ำมะนาว	45
น้ำสตรอว์เบอร์รี	18

14. ผลไม้ชนิดใดมีความเข้มข้นของวิตามินซีมากที่สุด เพราะอะไร (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล)

ก. น้ำฝรั่ง เพราะมีรสเปรี้ยวมากที่สุดแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

ข. น้ำมะนาว เพราะมีรสเปรี้ยวมากที่สุดแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

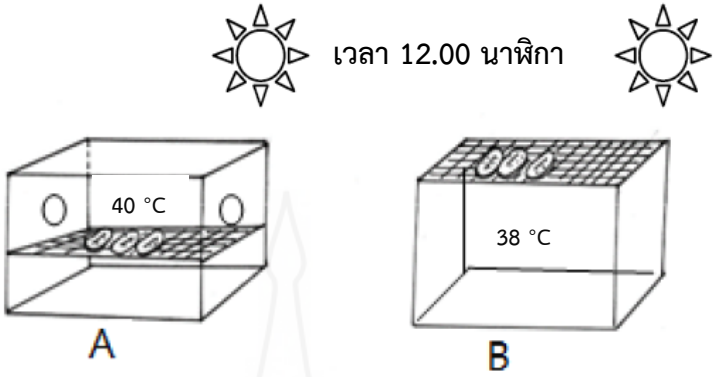
ค. น้ำมะเขือเทศใช้เพียง 5 หยดทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนที่หายไปแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

ง. น้ำมะนาวใช้จำนวน 45 หยดทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนที่หายไปแสดงว่ามีวิตามินซีมาก

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ค ถูก เพราะจากการทดลองพบว่าถ้าน้ำผลไม้ชนิดใดใช้จำนวนหยดน้อย แสดงว่าผลไม้ชนิดนั้นมีวิตามินซีมาก และถ้าใช้จำนวนหยดมากกว่าแสดง ว่ามีวิตามินซีน้อย ดังนั้น น้ำผลไม้ชนิดใดใช้จำนวนหยดน้อย คือ น้ำมะเขือเทศ

พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 15-16



15. จากรูป A และ B มีสิ่งใดเหมือนหรือแตกต่างกัน เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่สังเกตได้ (ด้านการสังเกตและจำแนก)

แนวคำตอบ

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
- ดวงอาทิตย์ 1 ดวง - วัตถุมี 3 ชิ้น - ตู้กระจกและตะแกรง	- ตู้กระจก A มีรูวงกลม 2 รู - รูป B มีตะแกรงอยู่บนตู้กระจก แต่รูป A ตะแกรงอยู่ตรงกลางตู้กระจก

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 2 คะแนน	คะแนนบางส่วน 1 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
เมื่อยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้องอย่างละ 2 ข้อ	เมื่อยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือน และสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

16. จากรูปนักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด อุณหภูมิทั้งสองกล่องจึงแตกต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนในช่วงเวลาเดียวกัน (ด้านการวิเคราะห์เหตุผล)

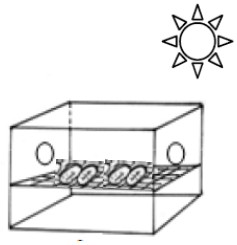
แนวคำตอบ กล่อง A เมื่อได้รับความร้อนจะถูกเก็บไว้ภายในกล่อง โดยการสะสมอุณหภูมิภายในกล่องและจะส่งผลให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจะทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

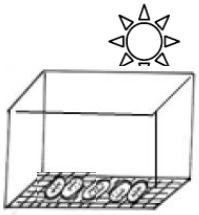
รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

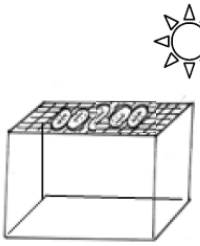
เกณฑ์การให้คะแนน

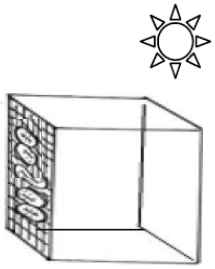
คะแนนเต็ม 2 คะแนน	คะแนนบางส่วน 1 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
เมื่อตอบถูกและให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผล โดยให้เหตุผลที่อ้างถึงกล่อง A อุณหภูมิที่สะสมในกล่องเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ	เมื่อตอบว่ากล่อง A จะมีอุณหภูมิสูงกว่า B แต่ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลไม่ถูกต้อง	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

17. หากนักเรียนจะทำกล้วยตาก โดยใช้ตู้กระจกในช่วงเวลาเดียวกัน จะเลือกวิธีใดทำให้กล้วยแห้งเร็วที่สุด (ด้านการนำไปใช้)

ก. 

ค. 

ข. 

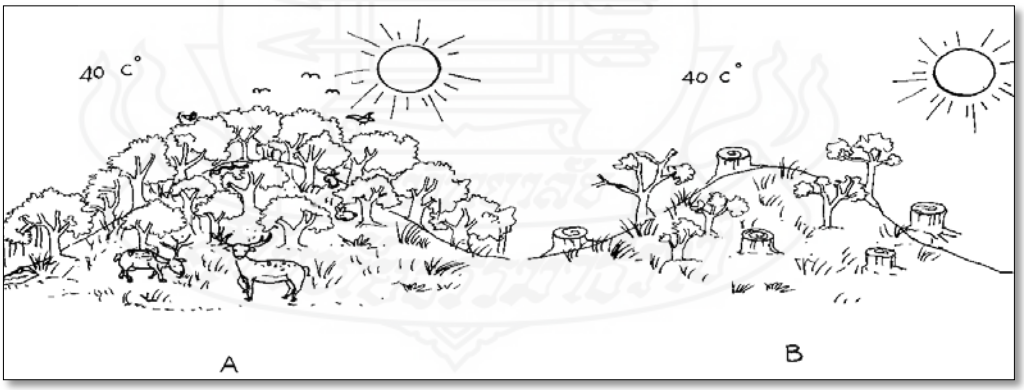
ง 

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ก ถูก เพราะ แบบ A เพราะความร้อนที่ได้รับจะถูกเก็บไว้ภายในตู้หรืออุณหภูมิที่สะสมภายในตู้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจะทำให้กล้วยแห้งเร็ว

พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 18-20

18. ให้นักเรียนสังเกตรูป A และ B ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ด้านการสังเกตและจำแนก) เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่สังเกตได้



แนวคำตอบ

สิ่งที่เหมือน	สิ่งที่แตกต่าง
- อุณหภูมิ 40 °C - ดวงอาทิตย์ 1 ดวง - ภูเขา	- รูป A มีต้นไม้หลายต้นกว่ารูป B - รูป B ต้นไม้บางต้นมีแค่ตอไม้ - รูป A มีสัตว์ 2 ตัว

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนบางส่วน 1 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
เมื่อยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้องอย่างละ 2 ข้อ	เมื่อยกตัวอย่างสิ่งที่เหมือน และสิ่งที่แตกต่างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบอย่างละ 2 ข้อ	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

19. จากรูปสามารถใช้เกณฑ์ใดได้บ้างในการแบ่งกลุ่มรูป A และB จงระบุเกณฑ์ที่ใช้ (ด้านการจัดกลุ่ม) เขียนให้ได้มากที่สุดตามที่จัดกลุ่มได้

แนวคำตอบ

กลุ่มการสังเคราะห์ด้วยแสงมาก คือ A
กลุ่มป่าอุดมสมบูรณ์ มีต้นไม้และสัตว์ป่า คือ A
กลุ่มการสังเคราะห์แสงได้น้อย คือ B
กลุ่มป่าไม้ถูกทำลาย คือ B

รูปแบบข้อสอบ อัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนเต็ม 2 คะแนน	คะแนนบางส่วน 1 คะแนน	ไม่ได้คะแนน 0 คะแนน
สามารถจัดกลุ่มได้ถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์ 2 เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม พร้อมยกตัวอย่างประกอบ	สามารถจัดกลุ่มได้ถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์น้อยกว่า 2 เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ไม่พร้อมยกตัวอย่างประกอบ	เมื่อไม่ตอบหรือตอบไม่สอดคล้อง

20. จากรูปที่กำหนด กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในบริเวณ A ต่างจากบริเวณ B อย่างไร (การทำนาย)

ก. บริเวณ B มีความเข้มแสงมากเกินไปทำให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย

ข. บริเวณ A มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากกว่าทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มาก

ค. บริเวณ B มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยจึงดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงได้มาก

ง. บริเวณ A อากาศร้อนจัดทำให้ปากใบปิด จึงทำให้แก๊สออกซิเจนแพร่เข้าสู่ใบไม่ได้ จึงเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยว่า

รูปแบบข้อสอบ เลือกตอบ 1 คำตอบ

เฉลย ข ถูก เพราะ บริเวณ A มีสัตว์ที่หายใจเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก และมีคลอโรฟิลล์มาก ทำให้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงมาก

ภาคผนวก ฉ

กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นต่างๆ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1. โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้	ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้น เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนแน่นอน (pattern) เป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาและการใช้กระบวนการคิด มีวิธีการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียดรอบคอบที่มีการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาถือว่าเป็นความรู้ส่วนหนึ่งที่สามารถนำไปปรับใช้ได้กับความรู้ของจักรวาลทั้งระบบ
2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากการสังเกตครั้งใหม่อาจจะได้ข้อมูลที่ท้าทายกับทฤษฎีเดิมที่มีอยู่ แม้ว่าทฤษฎีจะเกิดขึ้นจากการอธิบายเหตุการณ์ที่มาจากการสังเกตหลายๆเหตุการณ์จำนวนหนึ่งหรือขอบเขตหนึ่งแล้วก็ตาม แต่เป็นไปได้ว่าอาจจะมีทฤษฎีอื่นที่สามารถอธิบายการสังเกตเหตุการณ์เหล่านั้นได้ดีกว่าหรือสามารถอธิบายการสังเกตในขอบเขตที่กว้างกว่าก็เป็นไปได้ ดังนั้นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งใหม่และเก่าสามารถถูกทดสอบ พิสูจน์และยกเลิกได้ตลอดเวลา
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน	นักวิทยาศาสตร์จะมีความเชื่อว่าไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์ที่สุดและยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน (durable) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นไปในแบบของการปรับปรุงแก้ไขมากกว่าการยกเลิก

ตารางผนวกที่ 5 กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	นักวิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับการข้อมูลที่ต้องมีความถูกต้อง ซึ่งหลักฐานที่เป็นที่มาของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้มาจากการสังเกต/การวัดตามธรรมชาติ/สถานการณ์จริงหรือจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานสนับสนุน ดังนั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จึงต้องอาศัยการพัฒนาเครื่องมือ เทคนิค และเทคโนโลยี เพื่อการสังเกตเก็บข้อมูลได้แม่นยำมากขึ้น และอาศัยข้อค้นพบจากการสืบสวนสอบสวนของนักวิทยาศาสตร์หลายๆ ท่าน เพื่อเป็นการยืนยันหรือคัดค้านข้อสนับสนุนของการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน
2. วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ	จินตนาการและความคิดทำให้เกิดการตั้งสมมติฐานและทฤษฎี ข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการทดสอบความเที่ยงตรงสมเหตุสมผลโดยการนำไปตีความ ประยุกต์ใช้นำไปอ้างอิงไปยังสิ่งอื่นๆ สาธิตและนำไปตัดสินในเบื้องต้น สอดคล้องกับหลักการของการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป นักวิทยาศาสตร์จะไม่เห็นด้วยกับหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง แต่จะเชื่อมั่นในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุปมากกว่า
3. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย	นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกต โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน และวิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง	ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญอย่างมากในการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ ในการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้อาจมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ การตีความหมายหรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุเชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของความลำเอียงที่อาจมีต่อหลักฐานที่ได้ อย่างไรก็ตามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อค้นพบนักวิทยาศาสตร์อาจใช้การทบทวนวิจารณ์จากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ (peer review) เช่น การเสนอข้อค้นพบในการประชุมหรือวารสารวิชาการต่างๆ เป็นต้น

ตารางผนวกที่ 6 กรอบความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์เกี่ยวข้องกับบุคคลหลากหลาย ทั้งชายและหญิง ทุกเชื้อชาติ สัญชาติและดำเนินการหลายอย่างทั่วโลก ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม รวมทั้งสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นตัวกำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และโครงสร้างของการศึกษาวิจัยก็อยู่ในรูปของคณะกรรมการเพื่อสนับสนุนทุนวิจัยต่างๆ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์บางครั้งอาจเป็นการทำงาน เพื่อตอบสนองทางด้านเศรษฐกิจ การค้าและการลงทุน
2. วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป	การดำเนินการนักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (ethical norms of science) เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เป็นต้น เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือข้อค้นพบ เป็นต้น รวมทั้งการระวังอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หรือการนำผลการศึกษาไปใช้ จรรยาบรรณอีกด้านที่สำคัญ คือ จรรยาบรรณในการทดลองกับสิ่งมีชีวิต สัตว์ทดลองจะต้องมีสิทธิที่ได้รับการดูแลให้มีสุขภาพที่ดี มีความสบาย โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องทำการทดลองกับมนุษย์ แม้ว่าจะได้รับการยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างแล้วก็ตาม กลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นความจริงเกี่ยวกับการทดลองนั้น สิทธิประโยชน์ ข้อจำกัด และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตรวมทั้งสามารถเข้าร่วมและออกจากการทดลองและ/หรือการวิจัยได้ตามความต้องการ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวรุ่งทิวาห์ ศรีบุรมย์
วัน เดือน ปีเกิด 25 มกราคม 2534
สถานที่เกิด อำเภอคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร
ประวัติการศึกษา สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยปทุมธานี พ.ศ. 2556