

การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการสอนแบบการทำนาย
การสังเกต และการอธิบาย เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีแบบทำนาย สังเกต
และอธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”

ของ นางสาวรุ่งนภา บุญเกี้ยงวงศ์
ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร)


.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.อรรถพล อำทอง)


.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร)


.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

อนุมัติ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอี่ยมพร หลินเจริญ)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

30 ส.ค. 2559

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล อ่ำทอง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุทิศสัปดาห์เวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย นายสินชัย ไชยโพธิ์ นางสาวหนูทิพย์ จำรัส ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ดร.เกรียงศักดิ์ พรหมภักดี และดร.วิเชียร อัมพรโชติพิสสุกุล กรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้อำนาจใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้สนใจต่อไป

รุ่งนภา บุญเที่ยงวงศ์

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการสอนแบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	รุ่งนภา บุญเกียงวงศ์
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล อ่ำทอง
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559
คำสำคัญ	กลวิธีการสอนแบบ POE ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ ทำนาย การสังเกต และการอธิบาย (POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ด้วยกลวิธีการสอนแบบ POE จำนวน 6 แผน และแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C ลักษณะเป็นแบบเขียนตอบและสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และอนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE ประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีและวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ในทางกลับกัน ประเด็นส่วนใหญ่ที่นักเรียนความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2. ระหว่างการจัดกิจกรรม ประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมากที่สุด โดยจำแนกตามระดับความเข้าใจ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องให้หลักฐานเชิงประจักษ์และวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และประเด็นที่นักเรียนเข้าใจแต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงเป็นคำอธิบายของตนเองได้ คือ กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

3. หลังการจัดกิจกรรม ประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจได้มากที่สุด คือ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจแต่ยังให้เหตุผลประกอบยังไม่ชัดเจน คือ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี



Title	THE STUDY OF UNDERSTANDING THE NATURE OF SCIENCE ABOUT ELECTRICITY AND MAGNETISM USING THE PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN STRATEGY ON GRADE 11 STUDENTS
Author	Rungnapha Bunkiangwong
Advisor	Assistant Professor Ataphon Aumthong, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.Ed. in Science Education (Physics Education), Naresuan University, 2016
Keywords	Predict-Observe-Explaining (POE), Nature of Science (NOS)

ABSTRACT

This research aimed to study understanding the nature of science (NOS) of Grade 11 students about electricity and magnetism using the Predict-Observe-Explain (POE) strategy. Participants included 20 students on Grade 11 who were studying in the second semester of the 2016 academic year. Research instruments included six learning management plans on electricity and magnetism using the POE strategy and views of the nature of science questionnaire adapted from VNOS-C which contained writing tests, semi-structured interviews and understanding the NOS.

The results revealed that

1. Before learning activities on the NOS through the POE strategy, the subject matter that most students misunderstood the most was; 1) sciences were activities that humans were induced by theories and 2) sciences were complicated social activities. In contrary, the subject matter that most students misunderstood the least was sciences were explanations of natural phenomena.

2. During the activities the subject matter that most students understood the most, classified by understanding levels, was, for instance, scientific knowledge was required for explanations of natural phenomena based on empirical evidences and sciences. Furthermore, what students understood but could neither find a connection nor

give an explanation using their own words was principles and theories were different kinds of scientific knowledge.

3. After the activities the subject matter that most students understood the most was; 1) sciences were explanations of natural phenomena and 2) scientific knowledge was changeable. However, what students understood but could not give their clear explanation was sciences were one of human activities directed to or induced by theories.



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
สาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์.....	11
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	17
ความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา.....	17
ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	19
ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	21
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	35
การวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	39
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยกลวิธีแบบ Predict-Observe- Explain (POE).....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
ระเบียบวิจัย.....	60
กลุ่มเป้าหมาย.....	61
ตัวแปรที่ศึกษา.....	61
การพัฒนาเครื่องมือวิจัย.....	61
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	73
ตอนที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนได้รับ การจัดการเรียนรู้	73
ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย กิจกรรมการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	99
ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C และแบบ สัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้	107
5 บทสรุป	134
สรุปผลการวิจัย	134
อภิปรายผล	136
ข้อเสนอแนะ	139
บรรณานุกรม	141
ภาคผนวก	147
ประวัติผู้วิจัย	188

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	สาระการเรียนรู้ มาตรฐานเรียนรู้ ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6.....	14
2	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	32
3	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	36
4	เครื่องมือประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์.....	41
5	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์.....	46
6	วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก.....	62
7	วิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ปรับจาก VNOS-C	66
8	วิเคราะห์อนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	68
9	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ก่อนเรียน	74
10	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติก่อนเรียน	77
11	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ก่อนเรียน.....	79
12	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันก่อนเรียน	82
13	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีก่อนเรียน.....	85
14	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน ก่อนเรียน	88
15	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนก่อนเรียน	95
17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีก่อนเรียน	97
18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์หลังเรียน	108
19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหลังเรียน	110
20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลังเรียน	113
21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหลังเรียน	116
22 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีหลังเรียน	119
23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน หลังเรียน	121
24 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน	124
25 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนหลังเรียน	126
26 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีหลังเรียน	129
27 ผลการศึกษาคำถามเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก.....	184
29 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	186



สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

1 การเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก	100
-----------------------------------	-----



บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในโลกปัจจุบันความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานและส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล อาชีพการงานและในสังคม วัฒนธรรมของทุกๆ ชีวิตทำให้บุคคลสามารถรับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก อย่างเต็มภาคภูมิใจ เป้าหมายหรือผลของการศึกษาปัจจุบันเน้นให้ความสำคัญกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงรวมถึงวิธีการหาความรู้ในเชิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)) ความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในสังคม ผลที่ปรากฏนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความรู้ ความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนจุดแข็งและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ในโลก เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ คือหัวใจและจุดเน้นของการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับประชาชนทุกคน มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ส่วนสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความผูกพันกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใช่มักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ปัญหาแบบเดียวกันแต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกันวิธีการที่เลือกใช้ก็จะต่างกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546, หน้า 16)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตรงกับสาระที่ 8 ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มี

ความแตกต่างจากสาขาวิชาอื่นๆ เป็นคำนิยาม แนวคิด หรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใคร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับ สังคม คำนิยาม ข้อสรุป แนวคิด และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทาง วิทยาศาสตร์โดยองค์ความรู้วิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่สามารถสังเกตและวัดได้ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำให้เกิด ความหมายมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วย ทฤษฎี มีองค์ประกอบทางสังคม และมีความเป็นพลวัต (Lederman, 2005 อ้างอิงใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552)

การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในต่างประเทศ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นการแสวงหาความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์กล่าวคือ นักเรียนมี ความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนเชื่อว่าวิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดลองเท่านั้น และนักวิทยาศาสตร์มักทำงานเพียงลำพัง เป็นคนที่ไม่มีสังคม (Bell, et al., 2003) นอกจากนี้ยัง พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี วิธีการหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็น วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (Crowford and Lederman, 2003) และยังพบอีกว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการ หลักฐาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการสังเกตและลงข้อสรุป (Moss, Abrams and Robb, 2001)

ในภาพรวมของปัญหาความเข้าใจของนักเรียนในต่างประเทศ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไทยก็ ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ด้วยเหมือนกัน จากผลการวิจัย ของ อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ประเด็นธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจน้อยที่สุด คือ กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่เป็นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เบญจมาศ ศรีอุดร (2557) ศึกษาความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ประเด็นธรรมชาติที่นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุด คือ วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม และจากการศึกษา

ผลการวิจัยของ บุษผา พรหมบุตร (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้ STS ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานการทดลอง ผลจากความรู้อาจารย์วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริมให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่กล่าวมา หรือประเด็นอื่นๆ ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากยิ่งขึ้น โดยต้องมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์สาระอื่นๆ

สาเหตุของปัญหาความไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; เวียงชัย แสงทอง ชาตรี ฝ่ายคำตา และนฤมล ยุตาคม, 2553) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบบ่อย ได้แก่ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคือสิ่งเดียวกันวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถามวิทยาศาสตร์ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเท่านั้นไม่เกี่ยวข้องกับวิธีได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้กฎได้มาจากทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์มาแล้วกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ต้องอาศัยจินตนาการหรือความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ที่ใช้ในการได้มาซึ่งความรู้มีเพียงวิธีเดียวคือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific methods) วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่มีขั้นตอนตายตัว คือ สังเกต กำหนด ตั้งสมมติฐาน ทดลอง สรุปผลการทดลองตามลำดับนักวิทยาศาสตร์สามารถทำการศึกษได้อย่างอิสระโดยสังคมไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจศึกษาสิ่งนั้น จากสาเหตุดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยพบว่า โดยปัจจุบันพบว่าขณะการสอนวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์นั้นครูผู้สอนจะเน้นการแก้โจทย์ปัญหามากกว่าการสอนทฤษฎี และจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงบางประเด็นเท่านั้น และไม่มีการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ครูไม่สามารถทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด (ปริณดา ลิ้มปานานท์, 2547) และนักเรียนยังมีความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Khishfe and Abd-El-Khalick,

2002) ไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรมอย่างไร และนักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548)

จากความสำคัญและปัญหาของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นนั้นมีหลากหลายวิธี และหนึ่งในวิธีการเหล่านั้น คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยกลวิธีการสอนแบบการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีวิธีหนึ่ง เหมาะกับการบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เพราะวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ เกิดจากปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเราทั้งนี้กลวิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ความเกิดเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน ซึ่งในขั้นการทำนาย ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนักเรียน โดยศึกษาเนื้อหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่นเรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ มาสำรวจ สังเกตดูสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ และทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าทำเช่นนี้ โดยที่นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมมาทำนาย ซึ่งนักเรียนจะทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากการลงมือทำการทดลอง จะทำให้ผู้สอนเข้าใจแนวคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียนได้ดีขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติรอบๆ ตัวเอง และสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากวิธีการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผล ซึ่งในขั้นการทำนายสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต่อมาในขั้นการสังเกตเป็นขั้นตอนเนื่องมาจากขั้นแรก คือ ขั้นอธิบาย โดยพิสูจน์ว่าผลการทำนายกับการทดลองเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบจากที่ได้ทำนายไว้ โดยใช้การทดลอง การสังเกต จากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากวิธีการสังเกต การทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ มีการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก ซึ่งในขั้นการสังเกตสามารถพัฒนาความเข้าใจ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และชั้นอธิบาย โดยผ่านขั้นทำนายและสังเกต เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งทำความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายและให้เหตุผลให้ได้แตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ซึ่งในชั้นอธิบายนี้จะทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรมบ้าง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการทำนาย การสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวเอง และนำมาอธิบายความแตกต่าง จากการศึกษา ค้นคว้าความรู้ด้วยตัวเอง และคำชี้แนะจากครูผู้สอน โดยที่ครูผู้สอนได้สอดแทรกความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากการเขียนอนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งในขั้นการอธิบายสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำกลวิธีการสอนแบบ POE เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กในการนำมาศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ และนักเรียนสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้มาจากวิธีการสังเกต การทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ประกอบกับการให้เหตุผล จะทำให้ผู้สอนเข้าใจแนวคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียนเป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่งมีการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้นักเรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรมบ้างจากการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE มาใช้ร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียน

เกิดการแสวงหาความรู้และเกิดทักษะการสืบเสาะข้อมูล ผู้เรียนสามารถค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ตามกระบวนการที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กลวิธีการสอนแบบ POE จึงเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความ เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เกิดการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างมีลำดับ ขั้นตอน

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ใช้กลวิธีการสอนแบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย เพราะในแต่ละขั้นจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในแต่ละ ขั้นตอนว่า นักวิทยาศาสตร์เขาทำงานอย่างมีกระบวนการขั้นตอน ของการสืบเสาะหาความรู้ วิทยาศาสตร์อย่างไร ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความเข้าใจ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกด้วย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีการสอนแบบการทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตัวแปรที่ศึกษา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

1. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ประกอบไปด้วย ดังนี้

1.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1.1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 1.1.2 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 1.1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 1.1.4 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

1.2 การแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.2.1 การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

1.2.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมาน
แตกต่างกัน

1.2.2 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

1.3.2 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำ
ด้วยทฤษฎี

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้แก่

1. เส้นสนามแม่เหล็ก
2. ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า
3. มอเตอร์อย่างง่าย
4. ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า
5. การเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านขดลวด
6. แรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กลวิธีการสอนแบบการทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) หมายถึง เป็นรูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ตามนิยามของ White and Gunstone, 1992 ที่กล่าวว่า
กลวิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น
ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวโดยอาจ
ใช้วิธีการสังเกต การทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ดังกล่าว หลังจากนั้นก็ให้นักเรียน
บอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกต
เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอน POE ซึ่งมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนของการทำนาย (Prediction) จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

1.2 ขั้นตอนการสังเกต (Observing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา โดยอาศัยจากวิธีการสังเกต

1.3 ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งทำความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

2. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการอธิบายขยายความและตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman, et al. (2000) โดยวัดจากการตอบแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจาก VNOS-C ของ Lederman, et al. (2000) โดยมีวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและการเขียนอนุทินหลังจัดแผนกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ประกอบไปด้วย

2.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ใช้ศึกษามีอยู่ 3 องค์ประกอบคือ

2.1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ กล่าวคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติพิสูจน์ได้ด้วยแนวทางของวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือ ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้อุปกรณ์แล้วทำนายปรากฏการณ์ภายใต้กรอบทฤษฎี

2.1.2 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยผ่านวิธีการสังเกตการทดลอง รวบรวมข้อมูลและการให้เหตุผล และตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น

2.1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือความจริงกฎและทฤษฎี มีความเป็นจริง ณ ปัจจุบันภายใต้การศึกษาและข้อจำกัดของเครื่องมือในการศึกษา

หากมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือมีเครื่องมือใหม่ในการศึกษาจนได้หลักฐานใหม่เป็นที่ยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะต้องเปลี่ยนแปลงไป

2.1.4 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กฎเป็นการสรุปปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใดๆ ส่วนทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ

2.2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการและคุณลักษณะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ดังนี้

2.2.1 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี กล่าวคือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีวิธีการอื่นๆ อีกหลากหลายในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองซึ่งจำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอน

2.2.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน กล่าวคือการสังเกตเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัสหรือผ่านเครื่องมืออุปกรณ์อื่นใด แต่การอนุมานจะเป็นการนำหลักฐานจากการสังเกตไปใช้

2.2.3 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตธรรมชาติ แล้วสร้างจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มาประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้ในการศึกษามี 2 องค์ประกอบ ได้แก่

2.3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี กล่าวคือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์พยายามค้นคว้าและทำให้มีการยอมรับ มีพื้นฐานเดิมมาจาก ความรู้เดิมประสบการณ์ การทำนาย รวมถึงผลจากการค้นคว้าหาความรู้และการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลากหลายวิธี

2.3.2 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน กล่าวคือ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งกระทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมซึ่งจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกลวิธีการสอนแบบการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสาร
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

สาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
2. ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
3. ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 - 3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
4. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
5. การวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนแบบ Predict-observe-Explain (POE)

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนแบบ POE
2. ประโยชน์ของ POE

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันประกอบไปด้วยตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6 จำนวน 12 ตัวชี้วัด ได้แก่

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ ที่ใช้ในการสังเกต การวัดการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การสำรวจตรวจสอบอย่างเป็น ระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึง การรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ดังนั้นในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยให้มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการจัดทำแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ POE ตามคำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด ดังนี้

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง แรงที่กระทำต่ออนุภาควัตถุในสนามแม่เหล็ก แรงที่กระทำต่ออนุภาคที่เคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้า การนำความรู้เกี่ยวกับสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ แรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส และแรงระหว่างอนุภาค สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์และผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารกับพลังงาน การนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมและอันตรายที่เกิดขึ้น แกมมันตรังสีในธรรมชาติของท้องถิ่น

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6 ของคำอธิบายรายวิชา เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ว 4.1	2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับ การเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนาม แม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6
สาระที่ 8 ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ว 8.1	4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และ แรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส
		1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือ ความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้น ในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้ อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
		2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือ คาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้าง แบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ
		3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณา ปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อ ปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และ จำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่าง เพียงพอ
		4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ ที่ใช้ในการ สังเกต การวัดการสำรวจตรวจสอบอย่าง ถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิง ปริมาณและคุณภาพ
		5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การสำรวจ ตรวจสอบอย่างเป็น ระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความ เหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6
		6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึง การรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม 7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
		8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ 9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง 10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง 11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6
		12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ / หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือ ชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก และมีการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมาใช้ประโยชน์ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ แพทยศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ เป็นต้น (McComas, et al., 1998) สมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (AAAS, 1989) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประเทศไทยได้อธิบายถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นเป้าหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจากการสังเกตและประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ข้อเท็จจริง (fact) แนวคิด (concept) ทฤษฎี (hypothesis) กฎ (law) หรือหลักการ (principle) ดังนั้นการสร้างความรู้เกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์จึงครอบคลุมถึงความเชื่อ และเจตคติที่ผู้เรียนมีต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เชื่อว่าความรู้เป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ความรู้เป็นความจริงที่มีความคงทน แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะความจริงที่มีอยู่แล้วอาจไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ๆ ได้

1.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ครอบคลุมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาสสนับสนุนแนวคิดของตนเอง โดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ

1.3 องค์กร และสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจึงเป็นกิจการที่สำคัญต่อการส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนโดยรวมต่อไป ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบันนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนไม่อาจมองข้ามได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาใดสาขาหนึ่งไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงได้ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทั้งจากสาขาชีวเคมี พฤกษศาสตร์ หรือแม้กระทั่งกลศาสตร์ที่ช่วยสร้างเครื่องมือติดตามอะตอมของคาร์บอน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการสร้างความร่วมมือที่ดีระหว่างนักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล (อำนาจ เจริญศิลป์, 2532, หน้า 66-67)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้รับการบรรจุให้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลายประเทศ ทั้งนี้เพราะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เป็นคุณลักษณะประการหนึ่งของการเป็นผู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (AAAS, 1990; Laugksch, 2000) มีความเชื่อกันว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ตัดสินใจในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องสำคัญ

สำหรับประเทศไทย การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการกำหนดสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ในสาระวิทยาศาสตร์สาระที่ 8 โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ว่า "ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นซึ่งมีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน" ซึ่งจากมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนะให้มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาซึ่งมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนาระบบการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ มีทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

นอกจากนี้ "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นคำนิยาม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอก ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใคร ทำงานอย่างไร และงานด้าน วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม คำนิยาม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายเหล่านี้จะ ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2551; McComas, 1998)

ดังนั้นความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ เกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ ได้จากการสังเกตและประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ธรรมชาติ สามารถไปนำศึกษาค้นคว้า ให้มีความเข้าใจความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ในการ หาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปมาสนับสนุนแนวคิดของตนเอง ทำให้เกิดการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชน

2. ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเพื่อหาความหมายทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีผู้อธิบายเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

McComas (2000) เสนอว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานการศึกษา ทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน เช่น ด้านประวัติการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์ คือ อะไร นักวิทยาศาสตร์มี กระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิกริยา อย่างไรต่อวิทยาศาสตร์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้มุ่งศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติเหมือน

วิทยาศาสตร์โดยตรง สังคมวิทยาศาตร์ประกอบด้วยบุคคลที่อุทิศตนในหน้าที่การงานเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติให้ลึกซึ้งขึ้น แต่ผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาจากหลายสาขาวิชา และมุ่งศึกษาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์โดยตั้งคำถามว่า "อะไรเป็นตัวกำหนดขอบเขตวิทยาศาสตร์แยกออกจากศาสตร์อื่น", "แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้จากการค้นพบหรือประดิษฐ์ขึ้น" และ "มีการตกลงร่วมกันในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร" หรืออาจกล่าวได้ว่า "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อธิบายว่าวิทยาศาสตร์มีบทบาทหน้าที่อย่างไร"

สำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์แล้วคำว่า "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" ใช้ในการอธิบายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรัชญา ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาในวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานในการกำหนดว่านักเรียนควรจะเรียนสิ่งใดในวิชาวิทยาศาสตร์

Lederman (2002 อ้างอิงใน ขนิษฐา ปาโท, 2555, หน้า 13) กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือคุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความเป็นอิสระในการคิด ความคิดสร้างสรรค์ การเป็นจริงชั่วคราว ข้อมูลเชิงประจักษ์ ความเป็นปรนัย ทดสอบได้ เป็นวัฒนธรรม และเป็นการปลูกฝังทางสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับญาณวิทยา (Epistemology) ของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการค้นคว้าความรู้ McComas, Clough and Almazroa (2000) กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือการผสมผสานอย่างกลมกลืนกันของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ทั้งทางด้านประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการศึกษาด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น จิตวิทยาเพื่ออธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์การทำงานที่เป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์จากหลายสาขาวิชา Lonsbury and Ellis (2002, pp. 1-6) ได้อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ McComas and Lederman สรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ที่มาตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของความรู้จะช่วยให้นักบุคคลสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุและผล และใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

จากคำอธิบายของนักการศึกษาที่ได้ยกตัวอย่างไปข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มักมีการอ้างอิงประเด็นดังต่อไปนี้ (McComas, 2000; Lederman, 2002)

1. ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้
 2. สังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานเป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์
- ความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

3. ค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ การศึกษา และการอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์สังคม วิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษารวมชาติของวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในด้านการช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาศาสตร์เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ดังนั้นสรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือการรวมศาสตร์หลายๆ ด้านที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์เป็นต้น เพื่อให้รู้ว่าผลการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร ทำให้เกิดค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนารูปแบบขององค์ความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

เมื่อกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านมักให้คำอธิบายขอบเขตทางปรัชญา สังคมวิทยา และวิทยาศาสตร์ในฐานะวิธีแห่งความรู้ หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ตามที่เสนอไว้ข้างต้น อย่างไรก็ตาม ประเด็นต่างๆ ที่สถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์เหล่านี้อ้างถึงเมื่อกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังมีรายละเอียดแตกต่างกันไป ดังนี้

American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1990, pp. 1-12) ได้อธิบายขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 เรื่อง คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View)

แนวคิดที่ว่าปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในจักรวาลมีแบบแผนแน่นอน หากมีการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบจะทำให้เราค้นพบแบบแผนของจักรวาลได้ และการศึกษาส่วนใดส่วนหนึ่งของจักรวาลจะสามารถนำไปใช้ได้กับจักรวาลทั้งระบบเนื่องจากจักรวาลมีกฎพื้นฐาน

เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเป็นความรู้จากการสังเกตและสร้างทฤษฎี ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าในเวลาต่อมาอาจเกิดปรากฏการณ์ใหม่ที่ไม่สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีเดิม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของความรู้มักเป็นลักษณะการปรับปรุงแนวคิดมากกว่าที่จะปฏิเสธแนวคิดโดยสิ้นเชิง จึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะคงอยู่ต่อไปและมีความคงทน ทั้งนี้เนื่องจากวิทยาศาสตร์มุ่งศึกษาเฉพาะแบบแผนของปรากฏการณ์ธรรมชาติจึงทำให้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้ตอบแก้คำถามบางประการได้ เช่น การมีอยู่ของปรากฏการณ์เหนือธรรมชาติ เป้าหมายที่แท้จริงของชีวิตมนุษย์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ และการตัดสินความดีความชั่ว เป็นต้น

นักการศึกษาหลายท่านอธิบายความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2552, หน้า 86) กล่าวว่า โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ทรรศนะที่วิทยาศาสตร์มีต่อโลก อาทิการที่นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าเราสามารถทำความเข้าใจโลกได้แม้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป แต่กำลังเดินทางไปสู่ความคงทนมากขึ้นเรื่อยๆ วิทยาศาสตร์ไม่อาจตอบได้ทุกคำถามโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการตัดสินคุณค่า (Value Judgment) ว่าอะไรดี อะไรเลว อะไรคือสวย อะไรคือ ชี้อหรี

กุศลสิน มุสิกกุล (2551, หน้า 68 - 69) กล่าวถึง องค์ประกอบของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย

1. โลก คือ สิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปแบบ (Pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบผนวกกับการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่างๆ สามารถทำความเข้าใจได้และคำถามใหม่ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ไม่มีความเข้าใจใดที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ คือกระบวนการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังนั้นคำถามใหม่จึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้และส่งผลในการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วไม่สามารถอธิบายได้ แม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์ที่สุด (Absolute Truth) แต่ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจะยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาอย่างช้าๆ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ สืบค้น ทดลอง สร้างแบบจำลองอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแม้ว่าวิทยาศาสตร์จะยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน (Uncertainty) และปฏิเสธเรื่องความจริงสัมบูรณ์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้ เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำและตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากประชาคมวิทยาศาสตร์ (Scientific Community)

4. ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกันแนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยเกี่ยวกับทฤษฎีและกฎ คือ "กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว จึงมีความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎี" ในความเป็นจริงแล้วทั้งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกันโดย กฎ คือแบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี คือ คำอธิบายว่าทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้นๆ เช่น ทฤษฎีพลังงานจลน์ของอนุภาคสามารถใช้อธิบายกฎของชาร์ลได้ เป็นต้น

5. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม หลายสิ่งหลายอย่างในโลกไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องจิตวิญญาณหรือสิ่งลึกลับ เช่น พลังเหนือธรรมชาติ ความเชื่อเรื่องปาฏิหาริย์ (Miracle) ผีสง (Superstition) การทำนายโชคชะตา (Fortune Telling) หรือโหราศาสตร์ (Astrology) นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหน้าที่ให้คำตอบหรืออธิบายในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจให้คำตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากการสังเกตและสร้างทฤษฎีขึ้นได้จากกระบวนการสืบเสาะหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยจากความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ มีลักษณะเป็นความจริงสากล เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีรูปแบบแน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ และความจริงที่ใช้เหมือนกันทั่วโลก ภายได้สภาวะแวดล้อมเดียวกันจะได้ผลออกมาเหมือนกัน และความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม โดยเฉพาะที่ตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าว่าจะไรดี อะไรไม่ดี เป็นต้นและความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ยอมรับได้ในเวลาหนึ่ง จะเปลี่ยนไปก็ต่อเมื่อมีความรู้ใหม่ หลักฐานใหม่มายอมรับทฤษฎีที่เราสนใจ จึงทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปได้

3.2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่อาจอธิบายได้โดยแยกจากบริบทของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีลำดับขั้นตอนเฉพาะที่นักวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติตาม และไม่ใช่แนวทางเดียวที่นำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานอ้างอิงจากการสังเกตปรากฏการณ์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องควบคุมเงื่อนไขที่มีผลต่อการสังเกต เพื่อให้ผลของการสังเกตเกิดจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้โดยไม่ได้รับอิทธิพลจากเงื่อนไขอื่น แต่ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขของสิ่งที่ศึกษาได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องศึกษาปรากฏการณ์ให้มากพอที่จะนำไปใช้ในการอ้างอิง นอกจากนั้นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลและจินตนาการ โดยที่นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสมมติฐานและค้นหาวิธีตรวจสอบสมมติฐานในขณะเดียวกันการตรวจสอบแนวคิดต่างๆ นั้นจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงหลักฐานและการลงข้อสรุปโดยใช้หลักเหตุผล นักวิทยาศาสตร์พยายามสร้างคำอธิบายและคำพยากรณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้หลักการหรือทฤษฎีอันเป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งนอกจากทฤษฎีจะมีความสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์แล้ว ทฤษฎียังควรมีอำนาจในการพยากรณ์ ที่อาจเป็นได้ทั้งการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหรือพยากรณ์อดีตที่ยังไม่มีการศึกษา เช่น ทฤษฎีดันกำเนิดของมนุษย์ โดยความน่าเชื่อถือของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ ไม่ใช่ความมีชื่อเสียงของนักวิทยาศาสตร์ผู้สร้างทฤษฎีนั้น วิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เรื่องของ การเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือผู้รู้ นอกจากนั้นระหว่างการแสวงหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพยายามที่จะหลีกเลี่ยงอคติ ซึ่งอาจเกิดได้ระหว่างการแปลความหมาย การบันทึกข้อมูล หรือการรายงานข้อมูล ทั้งนี้อคติอาจเกิดจาก สัญชาติ เพศ เชื้อชาติ อายุ และความเชื่อมั่นทางการเมืองของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอคตินั้นสามารถป้องกันได้โดยจัดกลุ่มนักวิจัยที่มีความหลากหลายให้ทำงานร่วมกัน

ซึ่งนักการศึกษาหลายๆ ท่านได้อธิบายการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งที่แตกต่างและสอดคล้องกัน ดังนี้

พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2552, หน้า 86) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือการที่จะได้มาซึ่งความรู้ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค (Theory of Plate Tectonics) ซึ่งนำเสนอโดย Alfred Wegner ในปี พ.ศ. 2455 ซึ่งอธิบายว่าแผ่นธรณีภาคทั้งหมดไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่จะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าหากันแยกออกจากกันและไถลตัวขนานออกจากกัน ทฤษฎีอาคัยประจักษ์

พยานหลายอย่างสนับสนุน อาทิ พบชนิดหินที่เกิดในสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่อยู่คนละทวีป ซึ่งห่างไกลกัน หินอายุเดียวกันที่อยู่ต่างทวีปกันมีรูปแบบสนาม แม่เหล็กโลกโบราณคล้ายคลึงกัน และขอบทวีปสามารถเชื่อมตัวประสานแบบสนิทเข้ากันได้ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเกิดจากการผสมผสานระหว่างการใช้ตรรกะควบคู่ไปกับการจินตนาการ การใช้เหตุผลในการอุปนัย นิรนัย โดยเฉพาะการให้เหตุผลแบบอุปนัยต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ด้วย

กุศลสิน มุสิกกุล (2551, หน้า 68-69) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัย มากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูล นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ยังเป็นมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการทำการทดลองที่มักถูกจำกัดให้ทำเป็น ลำดับขั้นตอนที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ประกอบ ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ จินตนาการ และการคิดสร้างสรรค์และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการ ทำงานร่วมกันของกลุ่มคน ประกอบด้วย

1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยัน ความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) การทำงานทาง วิทยาศาสตร์ของบุคคลหนึ่งอาจได้ค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ แต่ความก้าวหน้าทางองค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ขึ้นกับการยอมรับขององค์กรวิทยาศาสตร์ เช่น แม้ว่าไอร์สไตน์จะค้นพบทฤษฎี สัมพันธภาพตั้งแต่ปี ค.ศ.1905 แต่การค้นพบของเขาได้รับการยอมรับในปี ค.ศ.1919 เมื่อไอร์สไตน์ รวมถึงนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนมีหลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดนี้ ทั้งนี้หลักฐานเชิงประจักษ์ต่างๆ อาจได้มาจากห้องทดลองซึ่งสามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ได้ หรือได้มาจากสถานการณ์ตาม ธรรมชาติซึ่งไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขได้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่มีความถูกต้องแม่นยำจึง ทำให้เกิดการพัฒนาเทคนิคหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการและการคิด สร้างสรรค์

การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งต้องมีการพิสูจน์ ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตามการใช้ตรรกะเพียง อย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์มีส่วน สำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐาน ทฤษฎี เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังคำกล่าว ของไอร์สไตน์ว่า "การจินตนาการอย่างมีเหตุผลมีบทบาทสำคัญในวิทยาศาสตร์"

3. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน เช่น ทฤษฎีการเลื่อนของทวีป มีความน่าเชื่อถือ เพราะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การเกิดแผ่นดินไหว ความสอดคล้องระหว่างซากฟอสซิล (Jigsaw) ที่พบในทวีปต่างๆ รูปร่างของทวีปต่างๆ ที่ต่อกันได้พอดีเหมือนภาพจิ๊กซอ (Jigsaw) และ ความสูงต่ำของพื้นที่ทะเล เป็นต้น นอกจากวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ แล้ว วิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนาย ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์ หรือ เหตุการณ์ในอนาคต หรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

4. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุ และหลีกเลี่ยงความลำเอียง

ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญมากในการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ นักวิทยาศาสตร์ มักมีคำถามว่า "แนวคิดนี้มีหลักฐานอะไรมายืนยัน" ดังนั้นการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียงบางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ได้ อาจมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ การตีความหมาย หรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม ตัวอย่างเช่น มีผู้รวบรวมผลงานวิจัยเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมของนักวิทยาศาสตร์ชายและหญิง พบว่า นักวิทยาศาสตร์ชายมุ่งเน้นที่พฤติกรรมการแข่งขันทางสังคมของสัตว์ตัวผู้ ส่วนนักวิทยาศาสตร์หญิงศึกษาเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมในประเด็นความสำคัญของสัตว์ตัวเมียที่มีต่อพฤติกรรม การสร้างสังคมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของความลำเอียงที่อาจมีต่อหลักฐานที่ได้ อย่างไรก็ตามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อค้นพบ นักวิทยาศาสตร์อาจใช้การทบทวนวิจารณ์จากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ เช่น การเสนอข้อค้นพบในการประชุมหรือวารสารวิชาการต่างๆ เป็นต้น

5. วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (Authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหน ไม่ว่าจะมีความเชี่ยวชาญหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริง หรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่า

คนอื่นๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

ดังนั้นผู้วิจัย สรุปได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ มาใช้ในการให้คำอธิบาย และการทำนาย โดยทั้งสองนี้ต้องมีการแสดงถึงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน เพื่อให้ปรากฏการณ์มีความน่าเชื่อถือ ปราศจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ เป็นต้น และไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนไหนหรือผู้มีอำนาจสามารถมาตัดสินใจความจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ด้วยตัวเองในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise)

วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน โดยทั้งหญิงและชาย ทุกเชื้อชาติ ทุกสัญชาติล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น แต่ในขณะเดียวกันสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นตัวกำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังถูกจัดระบบเนื้อหาออกเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินงานในสถาบันต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัย กลุ่มอุตสาหกรรม และหน่วยงานของรัฐ ทั้งนี้แต่ละสถาบันต่างมีบทบาทในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งผลิตนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ วิศวกร เพื่อเป็นบุคลากรในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งการดำเนินงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องมีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป โดยนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะยึดถือธรรมเนียมปฏิบัติอย่างเคร่งครัดในเรื่องการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง ความมีใจกว้าง และมีการตรวจทานแก้ไขการทำงานโดยกลุ่มเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน และในการทดลองกับสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตหรือสัตว์ทดลองมีสิทธิจะได้รับการดูแลให้มีสุขภาพดี มีความสบายและมีความเป็นอยู่ดี โดยเฉพาะการทดลองกับมนุษย์ ซึ่งมีสิทธิที่จะทราบข้อมูลเรื่องความเสี่ยงและประโยชน์ในการวิจัยอย่างเปิดเผย และมีสิทธิปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัย อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ถือว่าการเลือกทำงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อมนุษยชาติ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอาวุธนิวเคลียร์หรืออาวุธเชื้อโรคถือเป็นจริยธรรมส่วนบุคคลมิใช่จรรยาบรรณทางวิชาชีพ

นอกจากนั้นกิจการทางวิทยาศาสตร์ยังเกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ยังเกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สามารถช่วยสาธารณะชนในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของภัยธรรมชาติ หรือความเสียหายที่เกิดจากเทคโนโลยีหรือช่วยประเมินผลกระทบที่

เป็นไปได้ของนโยบายของโครงการต่างๆ ทั้งนี้ต้องระมัดระวังไม่นำข้อเท็จจริงไปปะปนกับการลงความเห็น อย่างไรก็ตามความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องได้รับความเชื่อถือเป็นพิเศษในประเด็นที่มีความซับซ้อนเกินขอบเขตของวิทยาศาสตร์ และมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ได้ด้วยวิทยาศาสตร์ หรือเป็นประเด็นที่นักวิทยาศาสตร์ไม่เชี่ยวชาญ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือกิจการทางวิทยาศาสตร์เนื่องมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากสังคม ไม่ใช่เฉพาะบุคคลใดบุคคลหนึ่ง แม้การรายงานความรู้ของบุคคลหนึ่งจำเป็นที่จะต้องมีหลักฐานให้กลไกทางสังคมตรวจสอบก่อนที่จะเป็นความรู้ที่มีการยอมรับ (Driver, 1996, p. 44) AAAS กล่าวว่าเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งต่อการเข้าใจวิทยาศาสตร์ คือกิจการวิทยาศาสตร์และพิจารณาว่าจะมีอิทธิพลในทางตรงต่อวิทยาศาสตร์อย่างไร

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2548) กล่าวว่าเราควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาใดสาขาหนึ่งไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงได้ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทั้งจากสาขาชีวเคมี พฤษศาสตร์หรือแม้กระทั่งกลศาสตร์ที่ช่วยสร้างเครื่องมือติดตามอะตอมของคาร์บอน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการสร้างความร่วมมือที่ดีระหว่างนักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล องค์กรและสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นกิจการที่สำคัญต่อการส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณะชนโดยรวมต่อไป ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบันนี้ จะเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนไม่อาจมองข้ามได้

กุศลสิน มุสิกกุล (2551, หน้า 69-71) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ คือกิจกรรมของมนุษยชาติ (Human Activity) ซึ่งมีมิติในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกบุคคลมัธยมต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน กิจการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน หมายถึงวิทยาศาสตร์ คือกิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือการศึกษาเกี่ยวกับการโคลนนิ่งซึ่งในเชิงวิทยาศาสตร์

แล้วเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีประโยชน์ แต่ในเชิงสังคมแล้วเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดข้อโต้แย้งอย่างกว้างขวางจนทำให้การศึกษาในเรื่องดังกล่าวหยุดชะงักลง

2. วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรัชญาการณที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง ดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา เช่น ฟิสิกส์ดวงดาวหรือชีววิทยาสังคม เป็นต้น นอกจากนั้น กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาครัฐกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐบาล หรือองค์กรอิสระ แต่อาจมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเน้นการแสวงหาความรู้และการให้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนภาครัฐกิจอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์และการนำไปใช้ เป็นต้น

3. วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการนักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethical Norms of Science) เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เป็นต้น เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรก ที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือข้อค้นพบ เป็นต้น จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกประการก็คือ การระวังอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หรือการนำผลการศึกษาไปใช้ เช่น ในการวิจัยกับคนนักวิทยาศาสตร์ต้องขออนุญาตและแจ้งให้บุคคลนั้นทราบถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับและสิทธิในการปฏิเสธการเข้าร่วมงานวิจัย เป็นต้น

4. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยมและความเชื่อส่วนตัว

5. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บางคนอาจเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่แตกต่างกันโดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้ เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเช่น ความรู้เกี่ยวกับ

เลเซอร์ (Laser) ส่งผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เช่น กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยช่วยขยายขอบเขตของการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สอดคล้องกับสสวท. ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2545, หน้า 74)

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้การกระทำของมนุษย์ทุกคน และแตกต่างกันเป็นสาขาต่างๆ ซึ่งเกิดการเชื่อมโยงข้ามสาขา เช่น ชีววิทยาสังคม เป็นต้น และมีการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ เป็นต้น และที่สำคัญในการดำเนินงานต่างๆ คือ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ ซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง และไม่บิดเบือนข้อมูลเมื่อมีการค้นพบเป็นคนแรก

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการแบ่งองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยจึงนำเสนอรายละเอียดองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัยของนักเรียน ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ กล่าวคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติพิสูจน์ได้ด้วยแนวทางของวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือ ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสังเกตปรากฏการณ์ได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์แล้วทำนายปรากฏการณ์ภายใต้กรอบทฤษฎี

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือความจริง กฎ และทฤษฎี มีความเป็นจริง ณ ปัจจุบันภายใต้การศึกษาและข้อจำกัดของเครื่องมือในการศึกษา หากมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือมีเครื่องมือใหม่ในการศึกษาจนได้หลักฐานใหม่เป็นที่ยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ต้องเปลี่ยนแปลงไป

1.3 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กฎเป็นการสรุปปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใดๆ ส่วนทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี กล่าวคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลำดับขั้นตอนชัดเจน แต่ยังมีวิธีการอื่นๆ อีกหลากหลายในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความบังเอิญ การทดลอง โดยวิธีคิด ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอน

2.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมาน แตกต่างกัน กล่าวคือ การสังเกตเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัสหรือผ่านเครื่องมืออุปกรณ์อื่นใด แต่การอนุมานจะเป็นการนำหลักฐานจากการสังเกตไปใช้

2.3 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตธรรมชาติ แล้วสร้างจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มาประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี กล่าวคือ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์พยายามค้นคว้าและทำให้มีการยอมรับ มีพื้นฐานเดิมมาจากความเชื่อ ความรู้เดิม การฝึกฝน ประสบการณ์ การทำนาย รวมถึงผลจากการค้นคว้าหาความรู้และการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลากหลายวิธี

3.2 วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งกระทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมซึ่งจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

ในส่วนหนึ่งของการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดความหมาย ขอบเขต และประเด็นที่ศึกษามีทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นักวิทยาศาสตร์ศึกษา								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
ชนิดวิชา	นงลักษณ์	อัศววัฒน์	พรทิวา	ภาววี	ขวัญฤทัย	ภัทรวรรณ	จันทร์ดี	เบญจมาศ
ปาโท	อัฐปัม	ศรีสวัสดิ์	แต๊ะเอง	ยุทธรเกษมสันต์	เที่ยงจันทร์ทิพย์	ไวสาหลง	ทาปัด	ศรีอุตร
(2555)	(2555)	(2557)	(2557)	(2557)	(2553)	(2555)	(2557)	(2556)
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์								
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบาย								
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ								
ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง								
ได้								
กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน								
การสืบเสาะหาความรู้ทาง								
วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี								
ความคิดสร้างสรรค์และ								
จินตนาการมีบทบาทต่อการสืบ								
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์								

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษา								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
ชื่อนามสกุล	นามสกุล	อัครวัฒน์	พรทิศา	ภาววิ	ขวัญฤทัย	ภัทรวรรณ	จันทร์พรดี	เบญจมาศ
ป.โท	อัฐนัน	ศรีสวัสดิ์	แต่ะเอง	ยุทธเกษมสันต์	เที่ยงจันทร์ทิพย์	ไฉลาหลง	ทาปลัด	ศรีอุดร
(2555)	(2555)	(2557)	(2557)	(2557)	(2553)	(2555)	(2557)	(2556)
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์								
ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการ	✓		✓		✓	✓	✓	✓
หลักฐาน								
นักวิทยาศาสตร์พยายามบ่งชี้								
และหลีกเลี่ยงอคติ								
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทาง	✓		✓	✓	✓	✓		
สังคมที่ซับซ้อน								
ความสัมพันธ์ระหว่าง								
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					✓			
วิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึง								
คุณธรรมและจริยธรรม								

1) ชนิษฐา ปาโท (2555) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพลังงาน โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 2) นงลักษณ์ อัฐปิ่น (2555) การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้ เรื่อง แสง โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2557) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4) พรทิพา เต๊ะเฮง (2557) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5) ภาววี ยุทธเกษมสันต์ (2557) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมและบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6) ขวัญฤทัย เทียงจันทร์หาทิพย์ (2553) การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา 7) ภัทธวรรณ ไชยสาลง (2555) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ 8) จันทรวดี ทาปลัด (2557) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 9) เบญจมาศ ศรีอุดร (2556) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

หมายถึง ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยดังกล่าว

จากตารางพบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักวิจัยค้นพบมากเป็นอันดับที่ 1 ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันดับที่ 2 ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้และความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน อันดับที่ 3 ได้แก่ กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกันและวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน อันดับที่ 4 ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี อันดับที่ 5 ได้แก่ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ อันดับที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่าง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอันดับที่ 7 นักวิทยาศาสตร์พยายามบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติและวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

ดังนั้นจากตาราง 2 จากการวิเคราะห์ให้ผู้วิจัยพบว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาใช้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จะมี 7 ประเด็น ที่ใช้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกประเด็นทั้ง 7 นี้มาศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยเช่นกัน เพราะว่าประเด็นส่วนใหญ่ทั้งเป็น 7 ประเด็นนี้นักเรียนยังขาดความเข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ ผู้วิจัยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น โดยที่ผู้วิจัยได้นำมาบูรณาการสอนด้วยกลวิธีการแบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งเป็นกลวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง โดยที่นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากการสังเกตและประสบการณ์ ในการสร้างความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จากกลวิธีการสอนแบบ POE นี้

4. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยของนักการศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ เช่น ระดับชั้นประถมศึกษา (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) ระดับมัธยมศึกษาทั้งตอนต้นและตอนปลาย (Irwin, 1988, Lin and Chiu, 2004, สรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และอรุณี อิงคากุล, 2548) ผลที่ได้จากการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ที่สำคัญ ซึ่งพบในงานวิจัย ดังนี้

งานวิจัยของ Bell, et al. (2003) ได้สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน ที่เรียนโปรแกรมภาคฤดูร้อน โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง และให้ทำกิจกรรมเช่นเดียวกันกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนทุกคนจะได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Bell และคณะได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้ว่าอาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือนักเรียนเชื่อว่าวิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการทดลองเท่านั้น และนักวิทยาศาสตร์มักทำงานเพียงลำพัง เป็นคนที่ไม่มีสังคม เป็นต้น

ผลจากการสำรวจของ นางลักษณ อัฐปัน (2555) ที่ศึกษาความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสง โดยใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานอ้างอิงที่มีหลักการ สมเหตุสมผล แต่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องกฎและทฤษฎีนักเรียนยังไม่สามารถ อธิบายถึงที่มาการเกิดความสำคัญได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2553) ที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจประเด็นธรรมชาติเพิ่มขึ้นในทุกๆ ประเด็น แต่ประเด็นที่นักเรียนเกิด ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์น้อย ได้แก่ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนมีส่วนร่วม

นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีหลายประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ นักเรียนยังไม่เข้าใจ เช่น ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการมีส่วนในการสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ สามารถสรุปประเด็นที่ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากการอ่านวิจัยทั้งในประเทศและงานวิจัยจากต่างประเทศ แสดงรายละเอียดดังตาราง 3 (2553, หน้า 27-29)

ตาราง 3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	ตัวอย่างงานวิจัย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงได้	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548)
วิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มี วิธีการเดียว คือ การทดลอง	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552)

ตาราง 3 (ต่อ)

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	ตัวอย่างงานวิจัย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิง ประจักษ์มาสนับสนุนโดยหลักฐานนั้นมาจากการทดลองและสัมผัสได้	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548)
วิทยาศาสตร์คือความจริงแท้ไม่เกี่ยวข้องกับ การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เชื่อถือในหลักฐานเชิง ประจักษ์	- The Development of Seventh Grader's Views of Nature of Science (Khishfe, 2008) - Developing Views Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Science Inquiry (Schwartz, et al., 2003)
นักเรียนไม่สามารถแยกแยะการสังเกตและ การลงความเห็นได้และไม่เข้าใจว่าความรู้ และประสบการณ์เดิมของนักวิทยาศาสตร์มี อิทธิพลต่อการสังเกตและการลงความเห็น	- Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science (Akerson, et al., 2000) - The Development of Seventh Grader's Views of Nature of Science (Khishfe, 2008)
วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลความรู้ วิทยาศาสตร์มาจากการทดลองอย่าง ระมัดระวัง ทำโดยละเอียดรอบคอบและ ปราศจากอคติและความลำเอียงเนื่องจาก วิทยาศาสตร์ คือ การทดลองตามขั้นตอน อย่างเคร่งครัด	- Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science (Akerson, et al., 2000)

ตาราง 3 (ต่อ)

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	ตัวอย่างงานวิจัย
กฎ เป็นความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า ทฤษฎี ทฤษฎีที่ผ่านการตรวจสอบซ้ำๆ หลายๆ ครั้งและให้ผลที่ถูกต้องสามารถที่จะ เปลี่ยนแปลงกฎได้	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สุทธิดา จำรัส และคณะ 2552)
สังคมวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็น สากลและมาจากการทดลองตามขั้นตอนที่ แน่นอนตายตัวอย่างเคร่งครัด กฎ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548)
	- ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552)

ดังนั้นสรุปได้ว่าขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย แนวคิด 3 กลุ่มใหญ่ คือ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการศึกษาที่เป็นระบบ สามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้ 2) ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาสืบสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ และ 3) ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างความร่วมมือที่ดีระหว่างนักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล องค์กรและสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นกิจการที่สำคัญต่อโอกาสส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนโดยรวมต่อไป

จากตาราง 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากตัวอย่างวิจัยของผู้วิจัยหลายๆ ท่านทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งพบว่าในประเทศไทยนั้นนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์มาสืบสนับสนุนโดยหลักฐานนั้นมาจากการทดลองและ

สัมผัสได้ กฎและเป็นความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎี ทฤษฎีที่ผ่านการตรวจสอบซ้ำๆ หลายๆ ครั้งและให้ผลที่ถูกต้องสามารถเปลี่ยนแปลงกฎได้ และสังคมวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและมาจากการทดลองตามขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว อย่างเคร่งครัด กฎ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา จากปัญหาความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้ใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจาก V-NOS-C โดยใช้เครื่องมืออื่นๆ นำมาประกอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น ประกอบไปด้วย แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง อนุทินหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นความเข้าใจในแต่ละด้านจากการวิเคราะห์มาจากตารางที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน 9 ข้อย่อย ได้แก่ ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2) วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 4) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ด้านที่ 2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 5) การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี 6) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน 7) ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 3 กิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ 8) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน 9) วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี

5. การวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Johnston and Southernland (2002 อ้างอิงใน ปริณดา ลิ้มปานานท์, 2547, หน้า 61) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลนักเรียนด้านความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ควรเป็นลักษณะของข้อสอบตัวเลือกที่เป็นความคิดรวบยอดหลักตรงตัวเนื่องจากจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการท่องจำแต่ควรประเมินด้วยการขยายแนวคิดโดยการให้ตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

Weld (2004, pp. 212 - 213) ได้รวบรวมพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกกว่าประกอบด้วย

1. อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า คืออะไร โดยละเอียด
2. ระบุคำถามของผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้
3. อธิบายความเหมือนความแตกต่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์พื้นฐานวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยีพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
4. อธิบายถึงการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาว่ามีความคล้ายคลึงกัน

5. อธิบายได้อย่างชัดเจนว่าทำไมคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่เหนือธรรมชาติ

6. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์มีผลต่อสังคมสู่เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างไรพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้หลากหลาย

7. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์มีผลต่อสังคมสู่ประเด็นทางปรัชญาอย่างไรพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้หลากหลาย

8. ยกตัวอย่างได้ว่าสังคมมีผลต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร

9. ใช้ข้ออ้างอธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากลวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้น

10. อธิบายถึงประโยชน์ของการจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ต่อการศึกษาศาสตร์

11. ยกตัวอย่างได้ว่าทำไมความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากข้อสรุปจากข้อมูลในการปฏิบัติการถึงยังคงไม่ถูกต้อง

12. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใดความคิดทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนแต่ยังไม่ใช่ความรู้ที่สมบูรณ์

13. มีความเหมาะสมในการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์เช่นกฎและทฤษฎี

14. ความสัมพันธ์ของการทำปฏิบัติการตลอดทั้งปี

15. มีการอ่านคำถามที่บิดเบือนไปจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Wenning (2006, p. 4) ยังได้กล่าวถึงลักษณะที่แสดงว่ารู้และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในประวัติของวิทยาศาสตร์และศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เช่นข้อสรุปสมมติฐานการพิสูจน์ความเชื่อวิทยาศาสตร์เทียมอุปนัยนิรนัยกฎทฤษฎีหลักการข้อเท็จจริงระบบตัวแปรหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นต้น

นอกจากนี้ Lederman (2007) ได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1954 แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 เครื่องมือประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley and Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitudes, Interests	Swan and Appreciations
1967	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes Scientific Literacy Research Center	Scientific Literacy Research Center (WISP)
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 and Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford &Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh and Hasan
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1995	Critical Incidents	Nott and Wellington
1998	Views of Nature of Science B (VNOS-B)	Abd-El-Khalick, Bell and Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick and Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman and Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman andKo

ที่มา: Lederson, 2007

จากตาราง 4 จะเห็นว่ามือเครื่องมือสำหรับประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากมาย เครื่องมือบางชนิดเน้นประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉพาะทักษะที่สำคัญเท่านั้น แต่เครื่องมือบางชนิดใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายทักษะ ซึ่งนำเสนอไว้ ดังนี้

1. Test on Understanding Science (TOUS) เป็นเครื่องมือที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบ (Lederman, Wade and Bell, 2000, pp. 334–335 อ้างอิงใน กาญจนามหาดี, 2553) ประกอบด้วย

- 1.1 ความเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 นักวิทยาศาสตร์
- 1.3 วิธีการและข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
 - 1.3.1 หลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3.2 กลยุทธ์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3.3 ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3.4 ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3.5 การสังสมความรู้และการพิสูจน์ข้อเท็จจริง
 - 1.3.6 ข้อขัดแย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3.7 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.3.8 ความเป็นเอกภาพและความสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์

2. Nature of Science Scale (NOSS) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อมุมมองที่เหมือนกับเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 8 องค์ประกอบ ประกอบด้วย

- 2.1 พื้นฐานสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์คือความอยากรู้อยากเห็นเรื่องราวในจักรวาล
- 2.2 วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นพลวัต ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไม่หยุดนิ่ง
- 2.3 วิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายที่จะเพิ่มพูนความเข้าใจและทำให้ง่ายยิ่งขึ้นโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ง่าย ๆ ในการอธิบายความสัมพันธ์
- 2.4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีเฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่มีวิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้
- 2.5 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าเทคนิควิธีการอื่นๆ

2.6 ลักษณะพื้นฐานของวิทยาศาสตร์คือ เชื่อในสิ่งที่พิสูจน์ได้ในจักรวาล
ตามที่มีมนุษย์ต้องการทำความเข้าใจ

2.7 วิทยาศาสตร์เปิดกว้างทางด้านความคิดและความจริงที่ได้จากการ
สำรวจตรวจสอบ

2.8 ความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของ
วิทยาศาสตร์ทุกสาขา

3. Nature of Science Test (NOST) เป็นเครื่องมือที่วัดองค์ประกอบของ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วย

- 3.1 ข้อตกลงของวิทยาศาสตร์
- 3.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 กระบวนการของวิทยาศาสตร์
- 3.4 จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

4. View of Nature of Science Questionnaire A (VNOS-Form A)

เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึกที่ผู้วิจัยใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิดมักใช้คู่กับ
การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดย Lederman and O'Malley พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990
ประกอบด้วยข้อคำถาม 7 ข้อ ใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประเด็นธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันเพื่อนำมาใช้อธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็น ดังต่อไปนี้

- 4.1 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 4.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 4.3 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4.4 ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

5. View of Nature of Science Questionnaire B (VNOS-Form B)

เป็นเครื่องมือที่ Abd-El-Khalick, et al. ได้ปรับปรุง View of Nature of
Science Questionnaire (VNOS – Form A) เป็น View of Nature of Science Questionnaire
(VNOS – Form B) ในปี ค.ศ. 1998 เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของครูที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการปรับข้อคำถามของ VNOS-

Form A ซึ่ง VNOS-Form B จะประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 7 ข้อเป็นการพยายามสร้างข้อคำถามที่สามารถศึกษามุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามสร้างในบริบทที่กว้างขวางสามารถนำมาอธิบายได้ นักวิจัยมักใช้ VNOS-Form B ร่วมกับการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกและทำให้สามารถอธิบายข้อคำถามที่ผู้ตอบไม่เข้าใจได้ ประเด็นที่ศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

- 5.1 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 5.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 5.3 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 5.4 ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

6. View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form C)

เมื่อทำการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือ VNOS-Form A และ VNOS-Form B โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ไม่มีความชำนาญที่มีประสบการณ์ พบว่ามีบางข้อคำถามที่ยังไม่สามารถอภิปรายสรุปได้ ในปี ค.ศ. 1998 Abd-El-Khalick จึงได้ปรับปรุงข้อคำถามจาก VNOS-Form B โดยการขยายความให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและเพิ่มข้อคำถาม 3 ข้อ เพื่อให้สามารถวัดมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษานักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ร่วมกับสังคมวัฒนธรรม นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับประเด็นคำถามในแบบสอบถามเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้วิจัยยิ่งขึ้น ประเด็นที่ศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

- 6.1 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 6.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 6.3 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 6.4 ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี
- 6.6 วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม

7. Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)

เป็นเครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่ามี 5 ระดับ จำนวน 48 ข้อ สร้างโดย Rubba ในปี ค.ศ.1997 ใช้วัดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้

7.1 ด้านความไม่ยึดติดกับความเชื่อ

7.2 ด้านการพัฒนา

7.3 ด้านความสมบูรณ์และเรียบง่าย

7.4 ด้านความสามารถทดสอบได้

7.5 ด้านความเป็นเอกภาพ

8. Modified Nature of Scientific Knowledges (MNSKS)

เป็นเครื่องมือที่สร้างโดย Meichtry (1992) ซึ่งอาศัยกรอบความคิดของ Showalter (1994) Rubba และ Andersen (1978) มีข้อความ จำนวน 32 ข้อ เป็นแบบ Likert Scale มี 5 ตัวเลือก (Meichtry, 1992) ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้

8.1 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

8.2 พัฒนาการด้านการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์

8.3 การทดสอบได้

8.4 ความเป็นเอกภาพ

Aikenhead and Ryan (1992, Lederman, Wade and Bell, 2004 อ้างอิงในชัย แก้วหนัน, 2552) ได้ระบุความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามเครื่องมือที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Views on Science – Technology – Society (VOSTS) ไว้ 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. อิทธิพลของสังคมที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

4. อิทธิพลของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม

5. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

6. การสร้างความรู้ทางสังคมของวิทยาศาสตร์

7. การสร้างความรู้ทางสังคมของเทคโนโลยี

8. ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายที่นำมาใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือแต่ละประเภทก็มีข้อเด่นและข้อด้อยต่างกัน ในการวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรพิจารณาปัจจัยหลายๆ อย่างก่อนที่จะนำเครื่องมือชนิดใดมาปรับใช้เพื่อให้งานวิจัยได้ข้อมูลที่ตรงกับจุดประสงค์ของการวิจัยและเหมาะสมกับกลุ่มที่ศึกษามากที่สุด

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งการใช้แบบสอบถาม การใช้แบบสัมภาษณ์ และการใช้แบบสังเกต ซึ่งแสดงให้เห็นในตาราง 5

ตาราง 5 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
The Myths of Science Questionnaire (MOSQ)	ลักษณะข้อสอบ - แบบสอบถามเลือกตอบ 3 ข้อ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม NOS ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ - ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ด้านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ - ด้านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ - ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง - นิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 113 คน - ครูวิทยาศาสตร์ 101 คน การวิเคราะห์ข้อมูล - จัดกลุ่มคำตอบแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ informed, uncertain, และ uninformed	Buaraphan (2009)

ตาราง 5 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
แบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนามาจาก (VNOS) ของ Lederman, et al., 2002 และสัมภาษณ์ความเข้าใจด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ลักษณะข้อสอบ - แบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง - ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 คน วิเคราะห์ข้อมูล - เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดและสามารถใช้คำพูดของตนเองโดยปราศจากการชี้นำ - ใช้สัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการตีความคำตอบจากแบบทดสอบ - ทำการสรุปเป็นข้อมูลบุคคล ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลด้านความเข้าใจเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นทั้งก่อนและภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูของครูแต่ละคน	สุธาวัลย์ มีศรี (2550)
- สัมภาษณ์นักเรียนร่วมกับการใช้แบบทดสอบแบบปลายเปิดในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ลักษณะข้อสอบ - แบบทดสอบประกอบด้วยคำถาม 7 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง - นักเรียน จำนวน 14 คน - การวิจัยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ผู้วิจัยสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบปลายเปิด และระบุลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ ตอนที่ 2 ผู้วิจัยประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 9 คน ที่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมครบทั้ง 5 กิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม	ลือชา ลดชาติ และลฎาภา สุทธกุล (2555)

ตาราง 5 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
	การวิเคราะห์ข้อมูล วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Stemler) ของคำตอบของ นักเรียนในแบบทดสอบ	
- เครื่องมือที่ใช้การ จัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียน การสอน เรื่อง แสง โดยใช้รูปแบบการสอน ตามแนวคิด STS ของ Yuenyong (2006) ที่ป่งชี้ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ - เครื่องมือที่ใช้ใน การตีความ ได้แก่ ใบกิจกรรม การสังเกต การสอนแบบมีส่วนร่วม อนุทิน และการ สัมภาษณ์แบบไม่มี โครงสร้าง	ลักษณะข้อสอบ - การทำใบกิจกรรม - การเขียนอนุทิน - การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษา ปรากฏการณ์ธรรมชาติ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ - กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ แตกต่างกัน - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธี - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการ สังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน - ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูก กำกับหรือชักนำด้วยทฤษฎี - วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม กลุ่มตัวอย่าง - นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนแก้วเสด็จพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 15 คน	นงลักษณ์ อัฐปิ่น (2555)

ตาราง 5 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
	การวิเคราะห์ข้อมูล - มีขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 5 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้อมูลการแตกข้อมูลการให้รหัสข้อมูลการจัดหมวดหมู่ข้อมูลและการหาประเด็นหลักของข้อมูล	
- แบบทดสอบ (VNOS-C) มาปรับปรุงเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามปลายเปิด	ลักษณะของข้อสอบ การเขียนบรรยาย โดยใช้คำถามปลายเปิด ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ - กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน - ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี - วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม	สุภารัตน์ น้อยนาง (2554)
	กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร จังหวัดระยอง จำนวน 45 คน	

ตาราง 5 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
	วิเคราะห์ข้อมูล - บันทึกเสียง อนุทิน การสังเกตแบบมีส่วนร่วม บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน นำข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้มาร่วมวิเคราะห์ เชิงตีความภายใต้กรอบองค์ประกอบความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
แบบสอบถาม	ลักษณะข้อสอบ	สุทธิดา จำรัส และคณะ
วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (NOSQ)	- เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 8 ข้อ ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็น ได้แก่ - มุมมองต่อวิทยาศาสตร์ - วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - กฎและทฤษฎี - การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - การสังเกตและลงข้อสรุป - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ - วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม - บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง นักเรียน จำนวน 135 คน การวิเคราะห์ข้อมูล - แบบสอบถาม NOS ใช้เกณฑ์ไม่เข้าใจ "0 คะแนน" เห็นด้วยอย่างยิ่ง "1 คะแนน" เห็นด้วย "2 คะแนน" ปานกลาง "3 คะแนน" ไม่เห็นด้วย "4 คะแนน" และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง "5 คะแนน" - ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน - ถอดเทปที่บันทึกเสียงสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบ คำต่อคำ - ใช้การลงรหัส จัดกลุ่มและสถิติบรรยาย	(2552)

ตาราง 5 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
การสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้าง ประกอบ สถานการณ์	ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ได้แก่ - ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ - ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน - วิทยาศาสตร์เป็นกิจการสังคมที่สลับซับซ้อน กลุ่มตัวอย่าง - นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน การวิเคราะห์ข้อมูล - ถอดเทปบันทึกเสียงแบบคำต่อคำ อ่านคำให้ สัมภาษณ์ของนักเรียน ตีความหมาย จำแนกและ สรุปแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติ วิทยาศาสตร์แต่ละสถานการณ์ และคณะผู้วิจัย ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการตีความ	สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548)
แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ทฤษฎี ปัญหา และ เรียนรู้แบบปกติและ แบบทดสอบ 3 ชุด คือ แบบทดสอบวัด แนวความคิดเลือก เกี่ยวกับมโนติงาน แบบทดสอบวัดการคิด วิจารณ์ญาณ และ แบบสอบถาม ความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์	ลักษณะข้อสอบ - แบบสอบถามปลายเปิด กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ต่างกัน จำนวน 100 คน โดยแบ่ง นักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ 1. กลุ่มทดลองที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ทฤษฎีปัญหา จำนวน 50 คน 2. กลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ จำนวน 50 คน การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test, F-test (Two-way ANCOVA) และ Chi-square test	สราวุฒิ สุริยา (2553)

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายที่นำมาใช้ ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ View of Nature of Science C (VNOS-C) เพราะสามารถวัดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม โดยที่เครื่องมือวัดนี้มีผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ร่วมกับสังคมวัฒนธรรม เป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือ ทำให้ เครื่องมือชนิดนี้มีประสิทธิภาพและสามารถวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ อย่างครอบคลุม นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับ ประเด็นคำถามในแบบสอบถามเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้วิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้แบบทดสอบ View of Nature of Science C (VNOS-C) ด้วยข้อความทั้งหมด ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ในการเลือกรูปแบบนี้ มีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จะตรวจสอบพื้นฐานความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ว่ามีความเข้าใจอย่างไร ในการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนเพียงอย่างเดียว นั้น ไม่อาจตรวจสอบได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากแบบวัดความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วผู้วิจัยยังใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยอนุทิน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ฉะนั้นจึงเป็นการตรวจสอบ คำตอบของนักเรียนว่าเป็นไปในแนวเดียวกันหรือไม่กับการตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเพิ่มความตรงและความถูกต้องให้กับข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกลวิธีแบบ Predict – Observe - Explain (POE)

1. รูปแบบกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)

วิธีแบบ ทำนายสังเกตอธิบาย หรือ POE มาจากคำเต็ม คือ Predict Observe Explain เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำนาย (Predict) การสังเกต (Observe) และการ อธิบาย (Explain) ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มุ่งมั่นในการทดลอง โดยให้นักเรียนทำนายผลที่ เกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนลงมือทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสังเกตอย่างจดจ่อ ละเอียด รอบคอบ นำผลที่ ได้จากการสังเกตมาอธิบายและเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานและ ในช่วงที่ทำกิจกรรมหรือทำการทดลองแล้วทำทนายในการค้นหาความรู้เพื่อตรวจสอบผลการทำนาย ของตัวเอง ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) มี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนของการทำนาย (Prediction) จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้า ซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์

ขั้นตอนการสังเกต (Observing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือ ทดลอง พิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการทดลอง การวัด และทักษะการพยากรณ์

ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งทำความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

กฤษฎพร เครือคำ (2554, หน้า 8) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอน POE ได้ว่าการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นจะนอกจากจะมี 3 ขั้นตอน คือ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย แล้วยังต้องมีการอภิปราย (Discuss) ผลการทดลองด้วย เพื่อให้ นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ผลการทดลองแล้วเปรียบเทียบได้ อย่างเป็นระบบ ดังนั้นจะได้ว่าขั้นตอน POE เพิ่มการอภิปราย สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นการทำนาย (Predict) ในขั้นนี้เพื่อสร้างองค์ความรู้ จากพื้นฐานขององค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยเริ่มจากครูสาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนทำนายการเปลี่ยนแปลงที่น่าจะเกิดขึ้น ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและทำนายคำตอบ ซึ่งคำตอบจะสะท้อนความเข้าใจและความรู้เดิมที่มีอยู่

2. ขั้นการสังเกต (Observe) ในขั้นนี้ให้นักเรียนสังเกตและตรวจสอบผ่านการทดลอง เพื่อหาคำตอบโดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน นักเรียนศึกษาจากกิจกรรมการทดลอง โดยให้นักเรียนร่างวิธีการทดลองและออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นอธิบาย (Explain) ในขั้นนี้ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองและอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร

4. ขั้นอภิปราย (Discuss) ในขั้นอภิปรายผลการทดลองโดยให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้และเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเพื่อทบทวนความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างๆ ผู้วิจัยสนใจที่จะนำกลวิธีการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone นี้ไปใช้เพราะว่า POE เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (โชคชัย ยืนยง, 2554) ซึ่งเป็นกลวิธีที่จะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มุ่งมั่นในการทดลอง โดยให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนลงมือทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสังเกตอย่างจดจ่อ ละเอียด รอบคอบ นำผลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายและเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานและในช่วงที่ทำกิจกรรมหรือทำการทดลองแล้วทำนายในการค้นหาความรู้เพื่อตรวจสอบผลการทำนายของตนเองจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจและสงสัย จนมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้และมีการแปลความหมายใหม่กับสิ่งที่นักเรียนได้สังเกต เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดและการเจรจาต่อรองระหว่างกลุ่มนักเรียนด้วยกัน มีการปรับกิจกรรม เมื่อนักเรียนมีทัศนคติเชิงลบเมื่อเกิดการทำนายซ้ำๆ และไม่ตรงตามผลที่ออกมา โดยครูจะมีการเข้ามาช่วยเสนอแนะให้นักเรียนได้คิดออกง่ายขึ้น ไม่เบื่อ สรุปได้ว่ากลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ผู้วิจัยใช้มีอยู่ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำนาย นักเรียนทำนายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูกำหนด โดยนักเรียนต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับคำทำนายของนักเรียนด้วยโดยขั้นนี้ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความเข้าใจของนักเรียนที่จะเกิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

1.2 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ขั้นสังเกต หลังจากนักเรียนทำนายผลแล้ว ให้นักเรียนสังเกต การสาธิตและการเปรียบเทียบผลที่ได้จากสาธิตและเปรียบผลด้วยโดยขั้นนี้ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความเข้าใจของนักเรียนที่จะเกิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2.3 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

2.5 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมาน
แตกต่างกัน

3. ขึ้นอธิบาย ให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตกับการทำนายผลว่าเหมือน
หรือแตกต่างกันอย่างไรโดยขั้นนี้ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความเข้าใจของนักเรียนที่จะ
เกิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังต่อไปนี้

3.1 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้
ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนได้

3.3 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

3.4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมาน
แตกต่างกัน

3.5 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วย
ทฤษฎี

3.6 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

2. ประโยชน์ของวิธีการสอนแบบ Predict – Observe-Explain (POE)

ประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของเทคนิค POE อาจสรุปได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552)

2.1 การให้ผู้เรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผล จะทำให้ผู้สอน
เข้าใจแนวคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียนเป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

2.2 การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์

2.3 การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียน
ตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรมบ้าง วิธีการสอน
แบบPOEก็เหมือนกับวิธีการสอนอื่นๆ ถ้าผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ POE อย่างสม่ำเสมอผู้เรียนจะ
มีความคุ้นเคยและเกิดเรียนรู้ซึ่งจะทำให้การใช้วิธีการสอนแบบ POE มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธี POE ซึ่งเป็นวิธีการ
สอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism โดยเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ด้วย

ตนเอง ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอน POE จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ฝึกทักษะการสังเกตซึ่งเป็นทักษะหนึ่งในทักษะทางวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจะเป็นการอธิบายผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนาธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอนให้แก่ผู้เรียน วิธีการสอน POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการทำนาย หมายถึง การทำนายผลที่เกิดจากการกิจกรรมหรือการทดลองที่กำหนดให้ 2) ขั้นการสังเกต หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์ สังเกตหาคำตอบ และ 3) ขั้นการอธิบาย หมายถึง ขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจริงอาจตรงกับที่ทำนายไว้ทั้งหมดหรือบางส่วน ซึ่งนักเรียนต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและสรุปผล

ดังนั้นวิธีการสอนแบบ POE จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย เพราะใน 1) ขั้นการทำนายนักเรียนต้องใช้ทักษะการพยากรณ์ 2) ขั้นการสังเกตนักเรียนต้องใช้ทักษะการสังเกตและบันทึกข้อมูล และ 3) ขั้นอธิบายนักเรียนต้องใช้ทักษะการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุปซึ่งในแต่ละขั้นผู้เรียนจะสามารถ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในต่างประเทศ

Khishfe and Abd – El – Khalick (2002) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้พื้นฐานเชิงประจักษ์การอนุมานและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 6 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 62 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยโดยทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ใน 6 กิจกรรม ประกอบด้วย โครงสร้างอะตอมสารผสมการเปลี่ยนสถานะความร้อนและการถ่ายโอนความร้อนการเผาไหม้และฟอสซิลเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วยแบบสอบถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประเมินก่อนและหลังการศึกษาใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 2 เดือนครึ่ง ผลการศึกษาพบว่าโดยภาพรวมก่อนการศึกษานักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทำกิจกรรมของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยพบว่าไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดพบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

อย่างน้อยก็หนึ่งองค์ประกอบสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีผลต่อนักเรียนเกรด 6 มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Bell, et al. (2003) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จำนวน 10 คน ที่เรียนจบโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่จัดให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลองโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีแต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง Bell, et al. ได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการทางวิทยาศาสตร์

Moss, Abrams and Robb (2001, pp. 771-790) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จำนวน 5 คน ในสหรัฐอเมริกาโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างพบว่านักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้วิทยาศาสตร์แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยในประเทศไทย

อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนรู้เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิตโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง) อำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น จำนวน 34 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงตีความที่ยึดถือกระบวนการทัศน์การตีความเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิตโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของวิมล สำราญวานิช (2550) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียน 3) ใบกิจกรรม 4) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม 5) อนุทิน และ 6) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างผลการวิจัย พบว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุด ประเด็น คือ NOS 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รองลงมาคือ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมาก และเจตคติที่มีร่วมกัน

และประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุดคือ NOS 4 กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

บุบผา พรหมบุตร (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนดอนบอสโกวิทยาจังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานที่ยึดถือกระบวนการทัศน์การตีความเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผนแบ่งเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ เรือโททานิก และบั้งไฟทะเล 2) ใบกิจกรรม 3) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม 4) อนุทิน และ 5) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานการทดลองผลจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกันและวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบท่สิ่งต่างๆ แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน

จันทรวดี ทาปลัด (2556) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 285 คนจากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่นเขต 4 จำนวน 45 โรงเรียนโดยการสุ่มแบบมีระบบการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจของนักเรียนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแบบสอบถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนมีอิสระในการตอบคำถาม จำนวน 4 ข้อครอบคลุม 4 องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย เข้าใจเป็นอย่างดี เข้าใจไม่ชัดเจนและเข้าใจคลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจเป็นอย่างดีมากที่สุด คือ องค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ คิดเป็นร้อยละ 58.25 องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 50.53 องค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คิดเป็นร้อยละ 40.35 ส่วนองค์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกันนักเรียนมีความเข้าใจไม่ชัดเจน

มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.07 อย่างไรก็ตามในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนยังมีความเข้าใจที่หลากหลายผู้วิจัยเสนอให้มีการพัฒนาความเข้าใจแต่ละองค์ประกอบเพิ่มเติมเนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถระบุอธิบายให้เหตุผลหรือยกตัวอย่างประกอบคำตอบได้

พิเชษฐ์ สุริยะเพ็ญ (2557) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนเรื่องแม่เหล็กและไฟฟ้าตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบ้านดงต้องจังหวัดหนองคาย จำนวน 13 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่ยึดถือกระบวนการทัศนคติความเป็นการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแม่เหล็กและไฟฟ้าตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) จำนวน 8 แผน โดยให้ประเด็นปัญหาทางสังคม คือ รถแท็กซี่และของเล่นของใช้จากแม่เหล็กไฟฟ้า 2) แบบแผนเพื่อทำความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม 4) การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ 5) อนุทิน และ 6) ผลงานนักเรียนผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุด คือ NOS 2 ความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อเท็จจริงโดยทั่วไปจิตวิทยาศาสตร์การคิดวิธีการเชิงตรรกะและเจตคติที่มีร่วมกันคิดเป็นร้อยละ 100, NOS 1 วิทยาศาสตร์ต้องการหาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลองคิดเป็นร้อยละ 100, NOS 3 คิดเป็นร้อยละ 84.6, NOS 5 คิดเป็นร้อยละ 84.6, NOS 6 คิดเป็นร้อยละ 76.9, NOS 7 คิดเป็นร้อยละ 69.2, NOS 8 คิดเป็นร้อยละ 69.2, NOS 9 คิดเป็นร้อยละ 69.2, และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุดคือ NOS 4 กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 15.4

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทํานาย สังเกต อธิบาย (POE) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ระเบียบวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. ตัวแปรที่ศึกษา
4. การพัฒนาเครื่องมือวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการตีความ เพื่ออธิบายและตีความพฤติกรรมของมนุษย์บนพื้นฐานของการจัดกระทำตามธรรมชาติหรือตามสภาพจริงที่เป็นอยู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะอธิบายและตีความพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน ระหว่างและหลังเรียนเทคนิคที่ทำให้งานวิจัยมีความเชื่อถือ (Trustworthiness) ในการวิจัยเชิงตีความ สามารถวัดค่าได้จากความเชื่อถือได้ (Credibility) ความเที่ยง (Reliability) เทคนิคสามเส้า (Triangulation) และความเป็นปรนัย (Objectivity) (Lincoln and Guba, 1985, Merriam, 1988, Altheide and Johnson, 1994 อ้างอิงใน โชคชัย ยืนยง, 2552) ดังนี้

1. ความเชื่อถือได้ (Credibility) โดยผู้วิจัยเป็นครูที่สอนอยู่ในโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มเป้าหมายก็เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำให้เชื่อถือได้ว่าผู้วิจัยมีความเข้าใจในพฤติกรรมที่กลุ่มเป้าหมายแสดงออกเนื่องจากผู้วิจัยได้คลุกคลีกับกลุ่มเป้าหมายอยู่เสมอ

2. เทคนิคสามเส้า (Triangulation) ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลงานของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ V-NOS C ใบกิจกรรม ใบอนุทิน การสัมภาษณ์ซึ่งมีความหลากหลายของแหล่งข้อมูลจนน่าเชื่อถือได้

3. ความเที่ยง (Reliability) สามารถดูได้จาก การพึ่งพากับบริบท (Dependability) ได้แก่ ผู้วิจัยได้มีการพรรณนาอย่างละเอียดว่าข้อมูลนั้นถูกเก็บรวบรวมอย่างไร แนวทางการจัดกลุ่มข้อมูล นั้นทำอะไร วิธีการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ในประเด็นต่างๆ ทำอย่างไร แสดงว่า ผู้วิจัยมีการตรวจสอบเส้นทางการวิจัยได้ (Audit trialing) ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้หลายวิธีการ รวบรวมข้อมูล นั่นคือ ผู้วิจัยใช้เทคนิคสามเส้า (Triangulation) ในแง่ใช้แหล่งข้อมูลหลายแหล่ง

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity) สามารถดูได้จากการยืนยันได้ (Confirm ability) ได้แก่ ผู้วิจัยได้รายงานเส้นทางการวิจัยตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จนกระทั่งการเขียน รายงานโดยการบรรยายร่วมกับการตัดบทสนทนาร่วมด้วย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ที่เรียนแผนศิลป์ มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง เป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 ตั้งอยู่ในเขตอำเภอภูพานยาว จังหวัดพะเยา เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก

ตัวแปรที่ศึกษา

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ การทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นการทำนาย

1.2 ขั้นการสังเกต

1.3 ขั้นการอธิบาย

2. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์VNOS-C

3. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. อนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ประเด็นความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากการทำใบกิจกรรม และเขียนอนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6 ในสาระที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก และสาระที่8ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน2551

2. ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาคู่มือครูและหนังสือแบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อศึกษาเนื้อหาและสาระการเรียนรู้

4. ศึกษาวิธีการ หลักการ แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบายตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) ที่ทำให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากตำรา เอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปวิเคราะห์และระบุประเด็นที่นักเรียนเข้าใจและไม่เข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

แผนที่	เนื้อหาย่อย	เวลา (คาบ)	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
1	สนามแม่เหล็ก	2	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ - ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	เนื้อหาย่อย	เวลา (คาบ)	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
			- ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2	ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า	2	- กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน
3	การเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านขดลวด	2	- กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน
4	มอเตอร์อย่างง่าย	2	- วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
5	ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า	2	- กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน
6	สนามไฟฟ้า	2	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ - การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี - ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี

4.2 กำหนดเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก จำนวน 6 เรื่อง ในการเขียนแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน

4.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) โดยนำประเด็นธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ในส่วนที่เข้าใจและไม่เข้าใจของนักเรียน เข้ามาจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดแทรกเข้าไปให้สอดคล้องตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยยึดองค์ประกอบตามหัวข้อสำคัญ ดังนี้

4.3.1 ชื่อหน่วยการเรียนรู้/หัวข้อเรื่อง

4.3.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

4.3.3 สาระสำคัญ

4.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.3.5 สาระการเรียนรู้

4.3.6 สมรรถนะสำคัญ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.4 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ให้สอดคล้องกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 5

4.5 กลวิธีการเรียนรู้แบบทำนายนัย สังเกต อธิบาย ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นทำนายนัย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992)

4.5.1 สื่อการเรียนรู้

4.5.2 การวัดประเมินผล

4.5.3 งานมอบหมาย/กิจกรรมเสนอแนะ

4.5.4 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมตามโครงสร้าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน พร้อมแบบประเมินเพื่อหาระดับความเหมาะสมของแผน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน

7. ระดับความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) (คณาจารย์ภาควิชาการประเมินและการวิจัย, 2550, หน้า 244-246 อ้างอิงใน ทศวรรณ สิงห์แผ่น, 2556) ดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ระดับคะแนนเฉลี่ย
เหมาะสมมากที่สุด	4.50-5.00
เหมาะสมมาก	3.50-4.49
เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.49
เหมาะสมน้อย	1.50-2.49
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.49

โดยให้หาความเหมาะสม คือ มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้

8. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 20 คน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง ไฟฟ้าแม่เหล็ก มาศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน ทุกกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ซึ่งความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็นปรากฏในแต่ละแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจาก VNOS-C

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจาก VNOS-C นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยลักษณะเครื่องมือวัดเป็นแบบคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา โดยผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือ ได้ดังนี้

1. ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและรูปแบบในการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง

2. กำหนดกรอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับกลวิธีการสอนแบบการทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกิด ดังตารางที่ 7 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ลักษณะข้อสอบแบบเขียนตอบ

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เพิ่มเติมหลังใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 7 วิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่
ปรับจาก VNOS-C

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ตอนที่ 1		ตอนที่ 2	
	แบบเขียนตอบ		แบบสัมภาษณ์	
	จำนวน ข้อ	ข้อที่	จำนวน ข้อ	ข้อที่
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1	1	1	1
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	1	2	1	2
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	1	6	1	3
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	1	5	1	4
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี	1	3	1	5
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกต และอนุมานแตกต่างกัน	1	9	1	6
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	8	1	7
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	1	10	1	8
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูก กำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี	2	4,7	1	9

หมายเหตุ: ตอนที่ 1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ลักษณะข้อสอบแบบเขียนตอบ
อยู่ในภาคผนวก ข

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพิ่มเติม อยู่ในภาคผนวก ข

3. นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C ของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ 10 ข้อ มีการปรับใช้ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยเลือกแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เหมือน Abd-El-Khalick and Lederman (2000) มาจำนวน 7 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 2, 4, 5, 6, 7, และ 9

3.2 ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3, 8, 10 ที่ผู้วิจัยนำมาวัดความเข้าใจของนักเรียนสอตแทรกเข้าไปจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 3, 8, 10 โดยได้นำข้อ 3 ไปแทนข้อคำถามของแบบวัด VNOS-C ของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ข้อที่ 3 และนำข้อที่ 8 ไปแทนข้อคำถามของแบบวัด VNOS-C ข้อที่ 10 และข้อที่ 10 ไปแทนข้อคำถามของแบบวัด VNOS-C ในข้อที่ 9

โดยมาจัดแบ่งให้ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 3 ข้อ ด้านที่ 2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 5 ข้อ และด้านที่ 3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 2 ข้อ

4. นำเสนอร่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาดูตรวจสอบความครอบคลุมประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่กำหนด รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ปรับปรุงแก้ไขร่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5. นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน พิจารณาความครอบคลุมประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่กำหนด รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ปรับปรุงแก้ไขร่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่มีบริบทคล้ายกันกับกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการศึกษาจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องของเครื่องมือที่นำไปใช้เก็บข้อมูล

7. นำคำตอบที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาและทำการปรับปรุงทางด้านภาษาและความสอดคล้อง

8. นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน

อนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้นิยามวิจัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเพิ่มเติมจากการอภิปรายในห้องเรียน ประเด็นต่างๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดแนวทางในการเขียนอนุทินในประเด็นต่างๆ ประกอบด้วย

- 1) สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) ข้อสงสัยประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ
- 3) สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ในแต่ละแผน มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเขียนอนุทิน เช่น จุดประสงค์ หลักการเขียนอนุทินจากงานวิจัยในประเทศไทย
2. กำหนดจุดประสงค์ของการเขียนอนุทิน เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ร่างอนุทินในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 วิเคราะห์อนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	อนุทิน
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์	1. นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ ธรรมชาติ เช่น การเรียงตัวของผงตะไบเหล็กในสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยมีหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือต่างๆ มาพิสูจน์ข้อเท็จจริงใช่หรือไม่
วิทยาศาสตร์เป็นการ อธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติ	2. นักเรียนทำการทดลองโดยการอาศัยการสังเกต การรวบรวมข้อมูล มาอธิบาย ทิศทางของภายนอกแท่งแม่เหล็กและภายในแท่งแม่เหล็ก ได้หรือไม่ อย่างไร
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้	3. จากการทำกิจกรรมเรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก ซึ่งพบว่าทิศทางของเส้น สนามแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ นักเรียนคิดว่าทฤษฎีเรื่อง ทิศทางของเส้นสนามแม่เหล็กสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ พร้อมอธิบาย เหตุผล
กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่าง กัน	4. จากการทำกิจกรรมเรื่อง “ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งพบว่า “แรงแม่เหล็กจะตั้งฉากกับทิศทางความเร็วของอนุภาคและทิศของ สนามแม่เหล็ก โดยสามารถบอกทิศทางด้วยการใช้ กฎมือขวา ได้” จากคำกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่าง กัน และมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จงอธิบาย
การสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ มีหลากหลายวิธี	5. นักเรียนมีวิธีหาคำตอบจากการทดลองทิศทางเส้นสนามไฟฟ้า มีวิธีเดียวหรือไม่ เพราะเหตุใด
การสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตและอนุมาน แตกต่างกัน	6. จากการทำกิจกรรมเรื่อง “ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า” จากการสังเกตการณ์ทดลองและการสรุปผลการทดลอง นักเรียนคิดว่า การสังเกตและลงข้อสรุปแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตาราง 8 (ต่อ)

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	อนุทิน
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ มีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	7. นักเรียนคิดว่าการทำการทดลองเรื่อง "เส้นสนามไฟฟ้า" นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการมาใช้ ออกแบบการทดลองในการแสวงหาคำตอบหรือไม่
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคม ที่ซับซ้อน	8. จากการทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง "มอเตอร์ไฟฟ้า" นักเรียนคิด ว่า ถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้คิดค้นหลักการเกิดมอเตอร์ไฟฟ้า ความเป็นอยู่ของสังคมในปัจจุบันจะเป็นอย่างไร
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่ง ของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำ ด้วยทฤษฎี	9. ในตำราเรียนที่เราศึกษาพบว่า แรงแม่เหล็กจะมีทิศออกจาก ขั้วเหนือ "ไปยังขั้วใต้" หลักฐานอะไรที่ทำให้นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรมายืนยันทิศทางของสนามแม่เหล็ก

4. นำร่างอนุทินที่สร้างขึ้นในแต่ละแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และ
องค์ประกอบด้านอื่นๆ

5. ปรับตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญและนำไปใช้กับนักเรียน
กลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2558 โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานนำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ส่งไป
ยังผู้อำนวยการโรงเรียนซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการ
เก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

2. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทราบและอธิบายถึงบทบาท
หน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

3. ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 ชั่วโมง ด้วยแบบ
วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก V-NOS C ด้วยแบบคำถามปลายเปิดและ
ข้อความทั้งหมดครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านโลกทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

4. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนจำนวน 6 แผน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายด้วยกลวิธีการสอนแบบ POE เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยใบงาน การเขียนอนุทินสะท้อนความคิด เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5. หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ V-NOS C ด้วยแบบคำถามปลายเปิดชุดเดิมร่วมกับแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างโดยการสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะมีการบันทึกเสียงผู้สัมภาษณ์ระหว่างการให้สัมภาษณ์

6. นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ V-NOS C ด้วยแบบคำถามปลายเปิดร่วมกับแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง การเขียนอนุทิน มาทำการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายว่ามีความเข้าใจอย่างไร

7. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพมาประมวลผลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C

1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C โดยทำการวิเคราะห์ผลก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

1.1 อ่านคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กำหนดรหัสเพื่อแทนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ศึกษาซึ่งผู้วิจัยแบ่งความเข้าใจออกเป็น 3 กลุ่ม ข้อมูลตามแนวคิดของ Akeson, Buzzelli and Donnelly (2008) และแนวคิดของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000 อ้างอิงใน กาญจนมา มหาสี, 2553) ซึ่งประกอบด้วย

เข้าใจถูกต้องชัดเจน (informed) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

เข้าใจบางส่วน (adequate) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นถูกต้องแต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น

เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ (inadequate) หมายถึง นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

กรณีที่นักเรียนตอบคำถามไม่สอดคล้องกับข้อคำถาม หรือไม่ตอบคำถามและไม่แสดงความคิดเห็นถือว่านักเรียนไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ลงรหัสความเข้าใจแบบวัดแต่ละข้อของนักเรียนเพื่อจัดกลุ่มคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.3 ทำการวิเคราะห์ผลของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าความถี่ในการแสดงความเข้าใจแต่ละกลุ่ม เป็นรายข้อและรายด้าน คิดเป็นร้อยละเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจน

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดเทปการสัมภาษณ์โดยพิจารณาแยกเป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ศึกษา และแบ่งความคิดเห็นของนักเรียนจากการให้สัมภาษณ์ประเด็นหลักๆ ที่สำคัญ ที่นักเรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ เพื่อนำข้อมูลไปประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประเภทอื่นๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

3. นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างมาวิเคราะห์ ดีความเพื่อการอธิบายว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ อย่างไร

การเขียนอนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินทุกครั้งภายหลังจากที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ ดังนี้

นำข้อมูลของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงตีความโดยยึดประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแต่ละประเด็นว่านักเรียนมีการสะท้อนความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร แสดงความคิดเห็นอย่างไรในประเด็นต่างๆ

ดังนั้นหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการถอดเทปสัมภาษณ์ อนุทินมาอ่านและวิเคราะห์โดยยึดประเด็นความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแต่ละประเด็นว่านักเรียนมีการสะท้อนในประเด็นต่างๆ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไร แสดงความคิดเห็นอย่างไร เพื่อนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ด้วยรูปแบบการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (สุภาวศ์ จันทวานิช, 2553 อ้างอิงใน กาญจนา มหาสี, 2553) และนำข้อมูลทั้งหมดมาตีความร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาแบ่งเป็นรายข้อและรายด้านอธิบายในเชิงพรรณนาว่า

นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร โดยอธิบายละเอียดทั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบการทำนาย สังเกตอธิบาย (POE) ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์VNOS-C ให้ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนแบบPOE ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) และการเขียนอนุทินหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการเรียนรู้เรื่อง แรงในธรรมชาติ

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจัดกิจกรรม

ตอนที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstoneเพื่อวัดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ที่ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติ 3 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษามีอยู่ 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการให้คำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ดังนี้

“ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์ คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ (เช่น ภาษาไทย ศาสนา ปรัชญา)”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความรู้วิทยาศาสตร์ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัด ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	(คน)		(คน)		(คน)	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	3	15	7	35	10	50

จากตาราง 9 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 15 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 50 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 15 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่นเพราะทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ ถ้าผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมุติฐาน แต่ภาษาไทยและอื่นๆ จะเป็นข้อเท็จจริง

(นักเรียนคนที่ 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าผู้เรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ แตกต่างกัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตรอบตัวเรา ส่วนวิชาอื่นๆ จะมีข้อเท็จจริงเสมอและหลักฐานจากบรรพบุรุษที่ละทิ้งไว้

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 35 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ค้นพบได้จริงๆ ส่วนวิชาศาสนาหรือปรัชญามันจะเกี่ยวกับความเชื่อแล้วก็ศรัทธามากกว่าวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 8)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าผู้เรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาจากธรรมชาติหรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ส่วนศาสตร์อื่นๆ ได้จากความเชื่อ ศรัทธา

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 50 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...แตกต่างกันค่ะ เพราะว่า วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่ได้มาจากการทดลองเท่านั้น ส่วนวิชาอื่นๆ เช่น วิชาประวัติศาสตร์ ได้มาจากสิ่งที่บรรพบุรุษได้สร้างไว้

(นักเรียนคนที่ 3)

...วิทยาศาสตร์ คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาจากธรรมชาติ หรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ส่วนวิชาอื่นๆ เช่น ภาษาไทย ศึกษาเกี่ยวกับอักษร วรรณยุกต์ การอ่าน วรรณคดี ไม่ใช่สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

(นักเรียนคนที่ 10)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น และวิชาอื่นๆ จะศึกษาสิ่งที่ไม่ใช่อยู่รอบตัวเรา ได้มาจากสิ่งที่บรรพบุรุษได้ละทิ้งไว้ และค้นพบเจอ

2. วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยผ่านวิธีการสังเกต การทดลอง รวบรวมข้อมูลและการให้เหตุผล ซึ่งมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“การทดลอง คืออะไร”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติ	4	20	10	50	6	30

จากตาราง 10 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 20 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 50 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 30 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 20 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...การทดลอง คือ การทำกิจกรรมการทดลองด้วยตัวเอง เพื่อศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล มีการตั้งสมมุติฐาน ทดลองปฏิบัติ และนำมาสรุปผล

(นักเรียนคนที่ 15)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนจากแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนเข้าใจว่าการทดลองต้องมีกระบวนการขั้นตอนจากการตั้งสมมุติฐาน ลงมือปฏิบัติ และการสรุปผลการทดลอง

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 50 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติ วิทยาศาสตร์

...การทดลอง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมอย่างหนึ่ง เพื่อให้ได้ผลสรุป

(นักเรียนคนที่ 20)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนจากแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าการทดลองคือการปฏิบัติกิจกรรม แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายให้ถูกต้อง ชัดเจนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 30 และนักเรียนมี ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...การทดลอง คือ การทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์สิ่งที่ได้จินตนาการไว้

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนจากแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ว่าการพิสูจน์สิ่งบางอย่างที่พบเจอ ต้องมีกระบวนการเป็น ขั้นตอนให้ถูกต้องตามหลักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คำถามเพื่อวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความ ไม่แน่นอนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลที่เป็นวิทยาศาสตร์ที่แน่นอน ทฤษฎีสามารถ เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการตีความของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เมื่อเวลาผ่านไป การประเมินผ่านการตรวจสอบข้อมูลซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ มุมมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ชั่วคราว ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ดังนี้

“หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกลงข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

“- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(ก) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง

(ข) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้นๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการยกอย่าง”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	(คน)		(คน)		(คน)	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	2	10	8	40	10	50

จากตาราง 11 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 10 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 50 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 10 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...เปลี่ยนแปลงได้ (ก) เพราะเมื่อมีการทดลองที่มีความสมเหตุสมผลมากกว่าจะสามารถเปลี่ยนทฤษฎีที่เคยสรุปไว้ได้ (ข) ทฤษฎีในปัจจุบันอาจจะมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือที่สุดยุคสมัยนี้ เช่น ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกเป็นที่ยอมรับที่สุด เพราะยังไม่มีมีการทดลองอื่นมาอธิบายการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน

(นักเรียนคนที่ 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนจากแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่าทฤษฎีมีการเปลี่ยนแปลง และจะถูกยอมรับอีกครั้ง เมื่อมีการทดลองและการค้นพบอื่นๆ มาอธิบายเพิ่มเติม

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เพราะยังสามารถหาข้อมูลมาหักล้างได้ และยังไม่เป็นที่ยอมรับของทุกๆ คน สาเหตุที่ต้องเรียนทฤษฎี เพราะทฤษฎีถ้าเป็นองค์ความรู้อย่างหนึ่งแต่อาจจะยังมีจุดบางจุดที่

(นักเรียนคนที่ 10)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนพบว่า ทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลใหม่มาหักล้าง แต่นักเรียนยังให้เหตุผลประกอบความเข้าใจที่ยังไม่ชัดเจน

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 50 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...เปลี่ยนแปลง เพราะคนยุคหลังนำมาทดลองใหม่แล้วผลเปลี่ยนจึงเปลี่ยนแปลงได้เรื่อยๆ ที่ต้องเรียนรู้ทฤษฎีเพราะเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 8)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียน พบว่านักเรียนเชื่อว่าเปลี่ยนได้ แต่การอธิบายยังไม่เข้าใจว่าการที่จะนำมาทดลองใหม่นั้น ต้องค้นพบทฤษฎีแบบใหม่ๆ จึงทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และนักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนอีกด้วยว่าเรียนทฤษฎีเพราะมันเป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

4. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่ว่ากฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่าง ซึ่งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน กฎ คือ แบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี คือคำอธิบายว่า ทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน	2	10	8	40	10	50

จากตาราง 12 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 10 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 50 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 10 โดยสามารถเข้าใจได้ว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...เพราะทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เมื่อเวลาผ่านไปทฤษฎีใหม่มาหักล้างก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนกฎคือข้อบังคับที่แน่นอน ได้มาจากทฤษฎีหลากหลายทฤษฎีมารวมกันเพื่อตั้งเป็นกฎและต้องผ่านกระบวนการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 18)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดธรรมชาติของนักเรียนพบว่านักเรียนเรียนมองว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เมื่อได้รับการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์และนำข้อมูลของทฤษฎีอื่นที่จะอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น

มารวมเข้าด้วยกันจนสามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์จนได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ว่ากฎทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...แตกต่าง ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีการทดลองมารองรับ แต่กฎเป็นข้อเท็จจริงพิสูจน์แล้วจะเป็นจริงเสมอ

(นักเรียนคนที่ 5)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนพบว่า นักเรียนเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีแตกต่างกัน แต่ยังเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎียังไม่ได้

...ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเมื่อมีอันอื่นสามารถนำมาหักล้างได้ มีเหตุผลมากกว่า แต่กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และมีความสัมพันธ์กัน เพราะทฤษฎีและกฎจะต้องสอดคล้องกัน

(นักเรียนคนที่ 2)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียน พบว่า นักเรียนเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีแตกต่างกัน แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎีได้

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 50 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...อาจจะไม่ก็ได้ เพราะทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน คือ ทฤษฎี เป็นการคิดค้นขึ้นมาอาจจะไม่ตรงตามที่คิดก็ได้ และกฎทางวิทยาศาสตร์มีการทดลอง และลองทำที่ถูกต้องกำหนดไว้

(นักเรียนคนที่ 4)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนพบว่า นักเรียนยังลังเลอยู่ว่าแตกต่างกันหรือเปล่า และยังไม่สามารถอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ มาอธิบายในทางหลักวิทยาศาสตร์ยังไม่ได้

ด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะในทางวิทยาศาสตร์คำถามนี้ต้องการองค์ประกอบความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ต้องการวิธีการที่หลากหลายในการสืบเสาะหาคำตอบ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต้องสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ นอกจากนี้คำถามนี้ยังอาจทำให้เกิดมุมมองของผู้ตอบคำถาม และความคิดสร้างสรรค์ในด้านวิทยาศาสตร์อีกด้วย ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็น องค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธี ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความ เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	(คน)		(คน)		(คน)	
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี	3	15	9	45	8	40

จากตาราง 13 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 15 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 45 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 40 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 15 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ใช้การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการทดลอง มีการพิสูจน์ มีการตั้งปัญหา ตั้งข้อสงสัยที่เราต้องการจะรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา

(นักเรียนคนที่ 16)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายวิธีซึ่งมีขั้นตอนในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการเริ่มหาคำตอบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยาย ความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลาย วิธีถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ไม่ เพราะได้จากความบังเอิญการสังเกตข้อสงสัยนำไปสู่การสร้างสมมุติฐาน จนเกิดการทดลอง วิทยาศาสตร์จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟาผ่า

(นักเรียนคนที่ 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบวัดความเข้าใจของนักเรียน พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากได้มาจากการทดลองแล้ว ยังได้มาจากความบังเอิญจากการ สังเกต แต่ยังอธิบายและยกตัวอย่างได้ไม่ชัดเจน

...ไม่ เพราะบางอย่างเกิดจากการสังเกตจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของเรา เช่น สุนัขมี 4 ขา, เกลือมีรสเค็ม, ทุเรียนมีกลิ่นที่ เหม็น, ต้นไม้มีลักษณะที่ขรุขระ

(นักเรียนคนที่ 8)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบวัดความเข้าใจของนักเรียน พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ได้มาจากประสาทสัมผัส ทั้ง 5 แต่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจว่าได้มากจากสิ่งต่างๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต เป็นต้น

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 45 และนักเรียนมี ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ไม่ก็ได้ อาจจะเกิดจากธรรมชาติแล้วมนุษย์ได้ไปเจอเข้าจึงทำการศึกษา แล้ว ทดลองต่อก็ได้

(นักเรียนคนที่ 5)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบวัดความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มนุษย์ไปเจอ แล้วทำมาศึกษาทำการทดลองเพื่อหาสิ่งที่ค้นพบ แต่ไม่สามารถอธิบายได้การการที่ไปเจอ มีกระบวนการในการสืบเสาะหาไม่ใช่เป็นเพียงแต่การทดลองอย่างเดียว

...ไม่ใช่ ยกตัวอย่าง เช่น ไอแซกนิวตันทดสอบเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลก

(นักเรียนคนที่ 17)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบวัดความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าการเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาจากการแสวงหาความรู้ที่หลากหลายวิธี

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสังเกตและการอนุมานของข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนี้เป็นที่เชื่อกันว่าประมาณ 65 ล้านปีก่อนไดโนเสาร์กลายเป็นสูญพันธุ์ จากสมมติฐานที่จัดทำโดยนักวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายถึงการสูญพันธุ์ทั้งสองสมมติฐานได้รับการยอมรับนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับมานักวิทยาศาสตร์ในทั้งสองกลุ่มมีการเข้าถึงและการใช้ชุดเดียวกันของข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปของพวกเขาอยู่ที่การอนุมานของข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ข้อสรุปจึงแตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“เป็นที่เชื่อกันว่าไดโนเสาร์ได้สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อนจากสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ซึ่งมีสมมติฐานอยู่ 2 ประการดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เสนอว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อนนำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

สมมติฐานที่ 2 เสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุนี้ ครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกตและลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่น ข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน ก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน	4	20	9	45	7	35

จากตาราง 14 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 20 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 45 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 35 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 20 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องการหลักฐานซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...อาจจะขึ้นอยู่กับจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางข้อมูลอาจสรุปข้อมูล
ไปในทิศทางที่ต่างกัน

(นักเรียนคนที่ 9)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า
นักเรียนมีความเข้าใจการสรุปข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ เป็นการสรุปจากข้อมูลโดยอาศัย
จินตนาการของนักวิทยาศาสตร์จึงทำให้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันออกไป

...ข้อมูลชุดเดียวกันแต่ความคิดอาจจะไม่เหมือนกัน ข้อมูลหรือหลักฐานอาจจะ
ไม่ชัดเจนทำให้นักวิทยาศาสตร์ตีความไปได้หลายๆ แบบ

(นักเรียนคนที่ 7)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบทดสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจ
ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์แม้เป็นข้อมูลชุดเดียวกันถ้าหลักฐานหรือข้อมูลในชุดนั้นยังไม่ชัดเจนจะ
สามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดตีความหรืออนุมานเกี่ยวกับเหตุการณ์แตกต่างกันออกไป
ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 45 นักเรียนสามารถอธิบาย
ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานถูกต้อง
แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...แตกต่างกัน เพราะในการสังเกตและความคิดของคนเราไม่เหมือนกัน
สมมุติฐานเป็นสิ่งที่เราตั้งขึ้นมาโดยสนับสนุนจากข้อมูลที่ได้ เพราะฉะนั้นจึงมีความ
เป็นไปได้ในหลายทางอยู่ที่ว่าสมมุติฐานของใครจะมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้อง
กับความจริง

(นักเรียนคนที่ 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนพบว่า นักเรียนเข้าใจว่าความคิดของแต่ละคน
ไม่เหมือนกัน แม้เป็นข้อมูลชุดเดียวกันถ้าหลักฐานหรือข้อมูลในชุดนั้นยังไม่ชัดเจนจะสามารถทำ
ให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดตีความหรืออนุมานเกี่ยวกับเหตุการณ์แตกต่างกันไป

และสมมุติฐานของใครสมเหตุสมผลกว่ากัน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนในความแตกต่างในการอนุมานให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 35 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...แตกต่างกัน เพราะในการสังเกตและความคิดของคนเราไม่เหมือนกัน สมมุติฐานเป็นสิ่งที่เรากำลังตั้งขึ้นมาโดยสนับสนุนจากข้อมูลที่ได้ เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในหลายทางอยู่ที่ว่าสมมุติฐานของใครจะมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับความจริง

(นักเรียนคนที่ 15)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความของนักเรียนพบว่า นักเรียนเข้าใจว่าความคิดของแต่ละคนไม่เหมือนกัน แม้เป็นข้อมูลชุดเดียวกันถ้าหลักฐานหรือข้อมูลในชุดนั้นยังไม่ชัดเจนจะสามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดตีความหรืออนุมานเกี่ยวกับเหตุการณ์แตกต่างกันไป และสมมุติฐานของใครสมเหตุสมผลกว่ากัน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนในความแตกต่างในการอนุมานให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์

3. ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจ NOS ของการคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์และขั้นตอนของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์แบบวัดเชื่อว่าลักษณะเหล่านี้มีบทบาท มักจะมีการอธิบายความคิดสร้างสรรค์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบเพียงมีความจำเป็นในการตรวจสอบคำทำนายซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากจินตนาการของมนุษย์และการให้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างนี้ขึ้นอยู่กับการสังเกตและข้อสรุปจาก ธรรมชาติของโลก ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“นักวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการในการทดลอง/การสืบเสาะเพื่อพยายามที่จะหาคำตอบสำหรับคำถามที่พวกเขาอาจไว้นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของพวกเขาในระหว่างการทดลอง / สืบเสาะหรือไม่?

ถ้านักเรียนตอบใช่แล้วนักเรียนคิดว่าการสืบเสาะนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาในการวางแผนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและหลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างไรพร้อมยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ

ถ้านักเรียนตอบไม่ใช่นักเรียนเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์โปรดอธิบายว่าทำไมพร้อมยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ"

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 15

ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	25	7	35	8	40

จากตาราง 15 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 25 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 40 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 25 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ เพราะ เราต้องสังเกต ต้องคิดกำหนดปัญหาเรื่องที่เรายกมา ส่วนใหญ่การช่างสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดปัญหา เช่น ทำไมพืชต้องการแสงสว่าง ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้ เพราะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ทำไมพืชต้องการแสงสว่าง เราอาจจะต้องใช้ความคิดและจินตนาการ และภายหลังเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ เพราะเป็นการสรุปโดยได้จากการทดลองหลายๆ ครั้ง โดยต้องใช้ความคิด จนเกิดมาเป็นข้อเท็จจริงว่า พืชต้องการแสงสว่างเพราะอะไร

(นักเรียนคนที่ 18)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์จะต้องประกอบได้ด้วยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ทุกขั้นตอนตั้งแต่การตั้งสมมติฐานการวางแผนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 45 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ เพราะก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ถ้าเราจะเก็บข้อมูลได้จะต้องมีการสงสัยและสังเกต จึงอาจจะต้องใช้จินตนาการว่าผลสรุปที่ได้เป็นอย่างไร เช่น การหาแรงโน้มถ่วงของโลกจากการสังเกตผลแอปเปิล เซอร์ไอแซก จินตนาการ อาจมีแรงบางอย่างมากทำให้วัตถุตกลงสู่พื้น ส่วนระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ใช่เพราะเมื่อเราได้ข้อมูลแล้วนั้นคือความเป็นจริงที่ได้ เช่น กาลิเลโอที่ได้มาทำการทดลองปล่อยวัตถุแล้วไม่เท่ากันจากที่สูงระดับเดียวกัน และภายหลังเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ใช่เพราะเมื่อเราเก็บรวบรวมข้อมูลได้แล้วจึงนำข้อมูลมาสรุปผลและอภิปรายได้ เช่น กาลิเลโอ สรุปว่าไม่ว่าวัตถุจะมีมวลเท่าไรจะถูกกระทำด้วยอัตราเร่งของโลกที่เท่ากัน

(นักเรียนคนที่ 17)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนเข้าใจว่าก่อนเก็บข้อมูลต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบจากที่สังเกตได้ แล้วนำมาทดลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการตั้งสมมุติฐานในขั้นแรก และนำมาสรุปผลการทดลองที่ได้

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 35 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องศึกษาสิ่งที่จะรวบรวมก่อนจะมาทดลอง ไม่จำเป็นต้องใช้จินตนาการ และระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อมูลที่คิดว่าจะได้ข้อมูลที่ดี ภายหลังเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วต้องนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมนำเสนอแล้วทดลอง

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการรวบรวมข้อมูลเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเท่านั้น

...ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้เพราะต้องคิดว่าเราต้องเก็บข้อมูลจากอะไรบ้าง และผลจะเป็นยังไง ถ้าเป็นอย่างนี้เพราะอะไร และระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้เพราะต้องคิดว่าเราเก็บข้อมูลวันนี้ไป ผลจะออกมาเป็นอย่างไร หรือคาดการณ์ล่วงหน้าไว้โดยยังไม่มีหลักฐาน และภายหลังเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ใช่เพราะเก็บข้อมูลทั้งหมดเสร็จแล้วก็ไม่ต้องคิดอะไรเหลือแค่ทดสอบ

(นักเรียนคนที่ 9)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่จะนำไปใช้ในการตั้งสมมติฐานและขั้นตอนทำการทดลอง จนถึงอธิบายผลการทดลอง และยังไม่สามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้อย่างชัดเจนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ภายใต้อิทธิพลของสภาพสังคมและวัฒนธรรม และเป็นการสะท้อนค่านิยมทางสังคมและหลักการคิด และผลกระทบของค่าทางสังคมและวัฒนธรรมและความคาดหวังเกี่ยวกับความพยายามทางของมุมมองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอธิบายว่าวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมที่มีความแตกต่างของระบบความเชื่อว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือการตีความหรือการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองของการเชื่อมต่อระหว่างที่มีอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“อรชนกเป็นนักสัตววิทยา ในการวิจัยของเธอ จำเป็นต้องฆ่าหนูเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษา อรชนกนับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามาก ซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต” นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนก จะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัด

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	2	10	7	35	11	55

จากตาราง 16 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 10 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 55 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 10 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ไม่มี เพราะอรชนกไม่มีเจตนาฆ่าหนูโดยเปล่าประโยชน์ แต่เพื่อการศึกษาวิจัยให้มีประโยชน์สูงสุด

(นักเรียนคนที่ 8)

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนว่าการฆ่าสัตว์แล้วเกิดประโยชน์สูงสุดต่อเพื่อนมนุษย์

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ไม่มีผล เพราะรัศมีชนกฆ่าโดยเพื่อประโยชน์ต่อมวลมนุษย

(นักเรียนคนที่ 5)

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องแต่ยังไม่ สามารถให้เหตุผลได้ว่าสอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์อย่างไร

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 55 และนักเรียนมี ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...มีผล เพราะเป็นการฆ่าสัตว์ตัดชีวิต ทำให้จิตใจของอรชนกไม่แน่วแน่ ไม่กล้า ลงมือฆ่าหนู การทดลองนี้จึงให้คนที่มีความเชี่ยวชาญเหมือนอรชนกทำแทน

(นักเรียนคนที่ 1)

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ศาสตร์ามีอิทธิพลต่อการทำการทดลองเพื่อประโยชน์ของมวลมนุษย

2. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วย ทฤษฎี

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดธรรมชาติ วิทยาศาสตร์จากแนวคิดจากวิทยาศาสตร์ทางกายภาพเพื่อประเมินความเข้าใจในบทบาทของการ อนุมานและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ในการพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางของการสืบเสาะหาความรู้และ ความคิดที่ว่ารูปแบบทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น จะขึ้นอยู่กับข้อมูลนั้นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมว่า“ตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็นกลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรรอบๆ นิวเคลียส” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตารางที่ 17

ตาราง 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีก่อนเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี	3	15	6	30	11	55

จากตาราง 17 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 15 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 30 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 55 โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 10 โดยสามารถเข้าใจได้ว่า วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทาง

สังคมที่ซับซ้อนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัฒนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาและทดลองสิ่งต่างๆ จนได้แบบจำลองอะตอมแบบใหม่ๆ ออกมา และนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้คิดค้นอยู่เรื่อยๆ ตลอดเวลา จนได้นำทฤษฎีของคนแรกมาคิดค้นหาทฤษฎีของตัวเองเพื่อมาอ้างอิงทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์จะกำหนดหน้าตาของโครงสร้างอะตอมจากการทดลองและนำมาออกแบบว่าโครงสร้างอะตอมเป็นลักษณะแบบนี้ และสามารถทำให้คนเชื่อถือได้

(นักเรียนคนที่ 11)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัฒนธรรมชาติของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าการที่จะกำหนดหน้าตาโครงสร้างอะตอมนั้นจะต้องมีการศึกษาทฤษฎีเก่าเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาทำการทดลองจนได้ข้อสรุปและนำข้อมูลที่ได้นั้นมากำหนดหน้าตาของโครงสร้างอะตอม

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัฒนธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดและจินตนาการของตนเองในเรื่องการกำหนดหน้าตาของโครงสร้างอะตอม ใช้ความน่าจะเป็นในความคิดของตัวเอง เป็นเครื่องกำหนด

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความคิดและจินตนาการของตัวนักวิทยาศาสตร์เองในการกำหนดหน้าตาของโครงสร้างอะตอม

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 55 และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ในการศึกษาหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ประกอบกับหลักฐานหรือปัจจัยอื่นๆ

(นักเรียนคนที่ 4)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อความจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่าการที่นักวิทยาศาสตร์จะจินตนาการข้อมูลถึงอะไรนั้นนักวิทยาศาสตร์จะจินตนาการโดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานอื่นๆ มาช่วยอธิบายคำตอบแต่นักเรียนยังให้เหตุผลที่ยังคลาดเคลื่อนจากการเกิดจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ต่อปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้เกิดลักษณะโครงสร้างอะตอม

ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992) เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone เพื่อวัดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

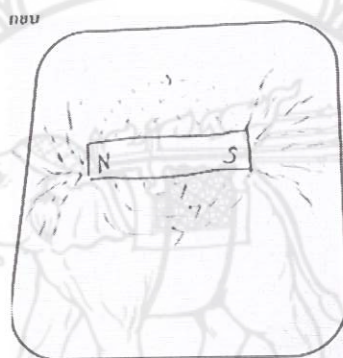
ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์โดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ แบ่งเป็นกลุ่มความเข้าใจดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มมีการสังเกตการเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก โดยได้พิสูจน์แนวทางของวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือ จากการทำการทดลอง เรื่อง สนามแม่เหล็ก โดยการลากเส้นต่อจุดแนวการเรียงตัวของผงตะไบเหล็กและใส่หัวลูกศรกำกับตามแนวที่ชี้เหนือของเข็มทิศชี้ไป ซึ่งเป็นเส้นทางแสดงทิศทางของสนามแม่เหล็ก ดังตัวอย่างภาพดังนี้



ภาพ 1 การเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้ตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

“นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น การเรียงตัวของผงตะไบเหล็กในสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยมีหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือต่างๆ มาพิสูจน์ข้อเท็จจริงใช่หรือไม่”

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังไม่สามารถมองว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีหลักการ เหตุผล โดยที่หลักการและเหตุผลนั้นมาจากกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อมาพิสูจน์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าจริงหรือเท็จและเป็นไปตามกฎและทฤษฎีที่อ้างไว้หรือไม่ และต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานมายืนยันดังตัวอย่างคำตอบ ดังนี้

กลุ่มที่ 2 "ใช่ เพราะวิทยาศาสตร์ต้องหาเหตุผลและหลักฐานมาพิสูจน์ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น โดยที่มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ของธรรมชาติ แล้วนำข้อมูล หลักฐานที่สังเกตได้มาพิสูจน์เป็นทฤษฎี"

2. วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลองแล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้ตัวอย่างข้อคำถามดังนี้

"นักเรียนทำการทดลองโดยการอาศัยการสังเกต การรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย ทิศทางของภายนอกแท่งแม่เหล็กและภายในแท่งแม่เหล็ก ได้หรือไม่ อย่างไร" ความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 1 "ได้ เพราะก่อนทำการทดลองครูให้สังเกตการเคลื่อนที่ของผงตะไบเหล็ก และวาดภาพออกมาตามที่เห็น ทำให้กลุ่มดิฉันสามารถเข้าใจทิศทางของแท่งแม่เหล็กทั้งภายนอกและภายในได้"

กลุ่มที่ 2 "ได้ เพราะได้มีการทดลองโดยการสังเกตการเคลื่อนที่ของผงตะไบเหล็ก และบันทึกผลการทดลอง มีการวาดภาพแสดงทิศทางออกมา ทำให้อธิบายทิศทางของภายนอกแท่งแม่เหล็กและภายในแท่งแม่เหล็กได้ เพราะมีข้อมูลอยู่"

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“จากการทำกิจกรรมเรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก ซึ่งพบว่าทิศทางของเส้นสนามแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ นักเรียนคิดว่าทฤษฎีเรื่องทิศทางของเส้นสนามแม่เหล็ก สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล

โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 1 “สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะยังสามารถหาข้อมูลมาหักล้างได้ และยังไม่เป็นที่ยอมรับของทุกๆ คน เพราะไม่มีหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยัน”

กลุ่มที่ 2 “สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะตอนทำนายกับตอนทดลอง ได้ผลออกมาคนละแบบ และนักวิทยาศาสตร์มีการทดลองหรือวิจัยอยู่ตลอดเวลา เช่น ในอดีตคนสมัยก่อนเชื่อว่าโลกแบน แต่ปัจจุบันแผนภาพดาวเทียมยืนยันว่าโลกเป็นทรงกลม ดังนั้นในอนาคตอาจจะทำให้ทฤษฎีนี้เปลี่ยนแปลงก็ได้”

กลุ่มที่ 3 “สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อสามารถหาข้อมูลมาหักล้างได้ โดยมีการค้นคว้าและทดลอง ทำให้ได้ข้อมูลใหม่ๆ ที่เป็นหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ มาหักล้างข้อมูลเก่าๆ ได้”

กลุ่มที่ 4 “ทฤษฎีนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจากการทำการทดลองความรู้เดิมของกลุ่มดิฉัน ได้เปลี่ยนหลังจากได้ทำการทดลอง ดังนั้น ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีไม่แน่นอนเสมอไป อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงก็ได้สักวันหนึ่ง ซึ่งทฤษฎีเรื่องเส้นสนามแม่เหล็กที่ถูกตั้งไว้ อาจจะมีคนมาศึกษาต่อและหาว่าทฤษฎีนี้มีความบกพร่องก็ได้”

4. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“จากการทำกิจกรรมการเรื่อง ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งพบว่า “แรงแม่เหล็กจะตั้งฉากกับทิศทางความเร็วของอนุภาคและทิศของสนามแม่เหล็ก โดยสามารถบอกทิศทางด้วยการใช้ กฎมือขวา ได้” จากคำกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จงอธิบาย”

ความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์เป็นกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 “แตกต่าง เพราะ ทฤษฎีคือการคาดเดาเอาไว้ เช่น ถ้าเรานำประจุลบชนกับประจุบวก จะเกิดการระเบิด ส่วนกฎเป็นสิ่งที่ตายตัว โดยมีทฤษฎีมาอธิบายกฎอีกครั้ง”

กลุ่มที่ 2 “แตกต่างกัน เพราะ ทฤษฎีเป็นเนื้อหาที่อธิบายตามกฎที่มีอยู่ ซึ่งกฎเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ แต่ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานใหม่ที่นำเชื่อถือมาแทนหลักฐานเก่า โดยที่กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์ ไปด้วยกัน มีกฎก็ต้องมีทฤษฎีมาอธิบายว่าจะใช้กฎยังไง”

กลุ่มที่ 3 “แตกต่าง เพราะทฤษฎี คือ การอธิบายบอกรายละเอียดว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น แต่กฎทางวิทยาศาสตร์ คือ การบอกปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผลว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น”

กลุ่มที่ 4 “แตกต่างกัน เพราะ ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการทดลองมารองรับ แต่กฎเป็นข้อเท็จจริง พิสูจน์แล้วจะเป็นจริงเสมอ เช่น ทฤษฎีการหาทิศทางของการวิ่งของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก สามารถใช้กฎมือขวา อธิบายได้ เป็นต้น

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีโดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“นักเรียนมีวิธีหาคำตอบจากการทดลองการหาทิศทางเส้นสนามไฟฟ้า มีวิธีเดียวหรือไม่ เพราะเหตุใด”

ความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 “ไม่ เพราะว่าจากการทดลองครูให้หาทิศโดยใช้ผงต่างหับทิมโรยบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำ ซึ่งวางบนกระจก ที่มีขั้วโลหะปลายแหลมอยู่ แล้วเปิดเครื่องจ่ายไฟ อีกวิธีครูเปลี่ยนขั้วไฟฟ้าเป็นแผ่นโลหะขนาน แล้วโรยผงต่างหับทิมเหมือนเดิม ปรากฏว่าทิศของสนามไฟฟ้ามีลักษณะคล้ายกันโดยเคลื่อนตัวจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ดังนั้นการหาทิศของเส้นสนามไฟฟ้า มีหลายวิธีที่จะสืบเสาะหา”

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน โดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความรู้ความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“จากการทำกิจกรรม เรื่อง “ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า” จากการสังเกตการทดลองและการสรุปผลการทดลอง นักเรียนคิดว่าการสังเกตและลงข้อสรุปแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร”

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนทั้ง 4 กลุ่ม โดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันดังข้อความตัวอย่างที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 “แตกต่างกัน เพราะการสังเกตเป็นวิธีการมองแถบอะลูมิเนียมว่าเมื่อกดสวิตช์ไฟฟ้า แถบอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ส่วนการลงข้อสรุปเป็นการสรุปผลที่เราได้มาจากขั้นตอนต่างๆ จากการทดลอง”

กลุ่มที่ 3 “แตกต่าง เพราะการสังเกต คือ การจับจ้องมองสิ่งที่เราทดลอง คือ การเปลี่ยนแปลงของแถบอะลูมิเนียมที่เรากำลังศึกษาอยู่ ส่วนการลงข้อสรุป คือ การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปข้อมูลที่ได้จากข้อเท็จจริง”

3. ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถาม ดังนี้

“นักเรียนคิดว่าการทำการทดลองเรื่อง “เส้นสนามไฟฟ้า” นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในออกแบบการทดลองในการแสวงหาคำตอบหรือไม่”

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนทั้ง 4 กลุ่มโดยที่นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังข้อความตัวอย่างที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 2 “ใช่ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพื่อออกแบบการทดลองในการแสวงหาคำตอบทิศทางของสนามไฟฟ้า โดยทดลองด้วยวิธีต่างๆ จนค้นพบว่าถ้าใช้โลหะปลายแหลม ก็หาคำตอบของทิศทางของสนามไฟฟ้าได้ ถ้าเปลี่ยนเป็นแผ่นโลหะคู่ขนานก็จะหาทิศทางได้เช่นเดียวกัน”

กลุ่มที่ 4 “ใช่ เพราะจินตนาการสำคัญกว่าความรู้ นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการจากการค้นพบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การตกของลูกแอปเปิล แล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์มาออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่าทำไมลูกแอปเปิลถึงตกลงสู่พื้นดิน ดังนั้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีผลต่อการแสวงหาคำตอบ”

ด้านที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็กนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนโดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัย

ได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“จากการทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง “มอเตอร์ไฟฟ้าอย่างง่าย” นักเรียนคิดว่า ถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้คิดค้นหลักการเกิดมอเตอร์ไฟฟ้า ความเป็นอยู่ของสังคมในปัจจุบันจะเป็นอย่างไร”

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนทั้ง 4 กลุ่มโดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนดังข้อความตัวอย่างที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 2 “หลักการเกิดมอเตอร์ไฟฟ้า คือ สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลได้ โดยที่เอาหลักการนี้มาทำพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ให้เราได้ใช้งาน เช่น พัดลม สว่าน เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เป็นต้น เพราะอุปกรณ์พวกนี้เป็นปัจจัยหลักในการดำเนินชีวิตของเรา ถ้าไม่มีจะทำให้เราลำบาก อยู่ยาก ไม่มีพัดลมก็ร้อน ส่งผลต่อสภาพจิตใจของเรา และคนรอบข้าง”

กลุ่มที่ 3 “ประชาชนจะเดือดร้อน เนื่องจากประโยชน์ของมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถนำมาทำเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เช่น เตารีด จากที่คนสมัยก่อน เขาจะใช้เตารีดถ่านมารีดผ้า พอเกิดความคิดค้นจากวิทยาศาสตร์ขึ้นมา ทำให้มีเตารีดไฟฟ้าเกิดขึ้น สามารถทำให้ผู้คนบางส่วนหันมาประกอบอาชีพ ชัก รีด โดยมีชิ้นหุ่นแรง คือเตารีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า ที่ถูกพัฒนามาให้ล้ำยุคสมัย

2. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี ในเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีโดยให้นักเรียนช่วยกันทำนาย สังเกต และอธิบาย จากการทดลอง แล้วทำใบกิจกรรม และใบอนุทินเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ออกมา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยใช้คำถามดังนี้

“ในตำราเรียนที่เราศึกษาพบว่า แรงแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือ ไปยังขั้วใต้” หลักฐานอะไรที่ให้นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรมายืนยันทิศทางของสนามแม่เหล็ก”

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน โดยที่นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือ เหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี ดังข้อความตัวอย่างที่ปรากฏ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 "นักวิทยาศาสตร์ดูจากแนวการเคลื่อนที่ของดวงตะไพบเหล็กหรือต่างทับทิม แล้วนำมาทดลองหาข้อเท็จจริงว่าทำไมมันเป็นแนวทางเดียวกัน เพราะเกิดจากแรงแม่เหล็กส่งไป ทางเดียวกันคะ"

กลุ่มที่ 3 "นักวิทยาศาสตร์ศึกษาค้นคว้าจากการทำการทดลองที่มีหลายวิธี เช่น การวางเข็มทิศในสนามแม่เหล็ก การโรยผงต่างทับทิม จึงมีหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงอธิบายว่าทิศ ของสนามแม่เหล็กมีทิศพุ่งออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้"

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ VNOS-C และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี การสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone เพื่อวัดความเข้าใจในธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ที่ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติ 3 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษามีอยู่ 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการให้คำอธิบายสำหรับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งทำให้ วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

"ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์ แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ (เช่น ภาษาไทย ศาสนา ปรัชญา)"

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็น องค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความรู้วิทยาศาสตร์ในความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัด ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 18

ตาราง 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์หลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อน หรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	15	75	5	25	0	0

จากตาราง 18 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 75 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 75 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...วิทยาศาสตร์คือความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติทั้งไม่มีชีวิตกับมีชีวิตโดยความรู้พวกนั้นต้องอาศัยความรู้เชิงประจักษ์ ซึ่งก็คือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องอธิบายความรู้นั้นว่าได้อะไรต้องมีเหตุผลที่ชัดเจน

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ในธรรมชาติมีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ต้องการศึกษาค้นคว้าพวกนั้นต้องอาศัยหลักฐานมาอธิบาย

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...วิทยาศาสตร์มีเหตุผลและหลักฐานยืนยันในทุกอย่างอย่างมีหลักการเสมอ

(นักเรียนคนที่ 5)

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย "นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์มีจริง และมีรูปร่างลักษณะต่างๆ เช่น มีคอยาว มีฟันแหลม มีหนามที่หลัง

...เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบกระดูกของไดโนเสาร์ต่างๆ และนำหลักฐานที่พบไปพิสูจน์หารูปร่างของไดโนเสาร์ครับ"

(นักเรียนคนที่ 5, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์เพิ่มเติมการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่า ต้องมีหลักฐานเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ อ้างอิง ว่าลักษณะรูปร่างของไดโนเสาร์เป็นอย่างไร

2. วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยผ่านวิธีการสังเกต การทดลอง รวบรวมข้อมูลและการให้เหตุผลซึ่งมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“การทดลอง คืออะไร”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 19

ตาราง 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	17	85	3	15	0	0

จากตาราง 19 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 85 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 85 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...การทดลอง คือ การจัดกิจกรรมให้ได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนรู้ ด้วยการได้ค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นขั้นตอนการคิด การค้นคว้า การทดลอง และการสรุปผล

(นักเรียนคนที่ 16)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจว่าการทดลองต้องผ่านกระบวนการคิด การค้นคว้า ทดลอง และสรุปผล เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 15 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...การทดลอง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมอย่างหนึ่ง โดยมีกระบวนการขั้นตอน ทำนาย สังเกต และอธิบายผล

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจว่าการทดลองต้องมีกระบวนการขั้นตอนการทำนาย การสังเกต และอธิบายผล แต่นักเรียนยังไม่ให้เหตุผลที่ชัดเจนที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย "ก่อนที่จะทำการทดลอง คือต้องผ่านวิธีการทำนาย สังเกตการณ์ทดลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อมาสรุปผลจากการทำการทดลอง ใช่หรือไม่"

...ใช่ เพราะว่ามันวิทยาศาสตร์ต้องมีการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้จินตนาการจากการสังเกตก่อน แล้วค่อยมาทดลองคะ

(นักเรียนคนที่ 3, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยมาจากจินตนาการ จึงเกิดการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยพบว่าแนวคิดของนักเรียนมีความถูกต้อง แต่ยังเชื่อมโยงความเข้าใจไม่ชัดเจน

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลที่เป็นวิทยาศาสตร์ที่แน่นอน ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการตีความของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เมื่อเวลาผ่านไป การประเมินผ่านการตรวจสอบข้อมูลซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงทำให้มุมมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ชั่วคราว ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

"หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

"ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(ก) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 20

ตาราง 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	17	85	3	15	0	0

จากตาราง 20 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 85 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 85 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...เนื่องจากทฤษฎีเป็นแค่สมมติฐานและผ่านการพิสูจน์มาหลายครั้งจนสามารถใช้อธิบายอ้างอิงและประยุกต์กับเรื่องต่างๆ ได้ แต่ถ้าผู้ใดสามารถล้มล้างได้ทฤษฎีก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(นักเรียนคนที่ 13)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่าทฤษฎีเป็นเพียงสมมติฐานที่มีการทดสอบจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆ ครั้ง จนสามารถนำมาอ้างอิงเรื่องต่างๆ ได้ แต่ถ้าหากมีสมมติฐานอื่นเข้ามา ทฤษฎีก็จะเปลี่ยนแปลงได้เหมือนกัน

...ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะทฤษฎีเป็นแค่ความคิดความคิดหนึ่งเท่านั้นแต่พอมีความคิดที่ดีกว่าหรือสมเหตุสมผลกว่าเราก็สามารถเปลี่ยนแปลงทฤษฎีได้เสมอ

(นักเรียนคนที่ 20)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีความคิดที่ดีและสมเหตุสมผลกว่าความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 15 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะทฤษฎีเป็นการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนทำการทดลองเพื่อค้นหาข้อเท็จจริงกับสิ่งที่อยากรู้เมื่อมีความรู้และข้อสรุปเพิ่มขึ้นแล้วก็นำไปนำเสนอ

(นักเรียนคนที่ 8)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่าทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เพราะมีการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำมาอธิบายและสรุปผลจากหลักฐานที่พบเพื่อยืนยันความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นมาใหม่

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย "นักเรียนคิดว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่"

...คิดว่าน่าจะเปลี่ยนแปลงได้คะ เพราะว่าถ้าคนในสมัยใหม่มีความคิดที่จะค้นคว้า พิสูจน์ว่าทฤษฎีพวกนั้นถูกต้อง ถ้ามีหลักฐานและเหตุผล เราก็เชื่อคะ

(นักเรียนคนที่ 8, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความเข้าใจว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการพิสูจน์ และมีหลักฐานมายืนยันให้เกิดความเชื่อถือ

3. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่ว่ากฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่าง ซึ่งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน กฎ คือ แบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี คือคำอธิบายว่า ทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

"นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ"

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 21

ตาราง 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	(คน)		(คน)		(คน)	
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	9	45	11	55	0	0

จากตาราง 21 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 45 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 55 และไม่มีนักเรียนที่มีเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 45 โดยสามารถเข้าใจได้ว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...แตกต่างกันเพราะว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาความรู้ที่สามารถทดสอบได้และเป็นจริงโดยการนำมาเป็นทฤษฎีและเมื่อทฤษฎีต่างๆ ที่มีความเป็นจริงแล้ว มีเหตุผลและไม่มีเหตุผลอื่นๆ ที่สามารถหักล้างได้จึงเรียกว่ากฎทางวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 9)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่าพบว่านักเรียนเรียนคิดว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือข้อมูลที่สมเหตุสมผลกันเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่มีความสมเหตุสมผลกันมากกว่าทฤษฎีเดิมจึงเปลี่ยนแปลงกลายเป็นทฤษฎีใหม่ได้ และถ้าไม่มีข้อมูลอธิบายเพื่อหักล้างทฤษฎีใหม่ได้ทฤษฎีนั้นจึงกลายเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนคิดว่าเป็นความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมโยงกันของกฎและทฤษฎี

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 55 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...กฎ คือ ความจริงที่ไม่ต้องสืบเสาะหาและค้นพบอีกเป็นสิ่งที่ตายตัวส่วนทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการนำข้อมูลที่เป็นความจริงมากกว่ามาอ้างอิงแต่กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้

(นักเรียนคนที่ 4)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่า กฎเป็นสิ่งที่ตายตัวเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ส่วนทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีทฤษฎีใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือกว่า มาขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม ซึ่งนักเรียนไม่ได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี

...แตกต่างกันเพราะทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือมากกว่าส่วนกฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเป็นข้อสรุปที่ตายตัวแน่ชัดแล้ว

(นักเรียนคนที่ 7)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเป็นข้อสรุปที่ตายตัว และทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือกว่ามาอธิบายทฤษฎี ซึ่งนักเรียนยังไม่ได้

เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี และนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนเกี่ยวกับกฎที่เป็นไปตามหลักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย “นักเรียนคิดว่ากฎและทฤษฎีมีความเป็นจริงตลอดไปหรือไม่ เพราะเหตุใด”

...กฎ เป็นสิ่งที่ถูกกำหนดไว้แล้ว และทฤษฎีนำมาอธิบายกฎอีกครั้งถ้ามีการค้นพบทฤษฎีใหม่ขึ้นมา ทฤษฎีเดิมก็จะใช้ไม่ได้

(นักเรียนคนที่ 4, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความเข้าใจว่า กฎเป็นสิ่งที่ถูกกำหนดไว้ แล้วทฤษฎีนำมาอธิบายกฎอีกครั้ง แต่ถ้านักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีใหม่ขึ้นมา ทฤษฎีเดิมก็จะใช้ไม่ได้ ซึ่งนักเรียนได้เริ่มมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกฎและทฤษฎี แต่ยังอธิบายความเข้าใจตามหลักการวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ชัดเจน

ด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะในทางวิทยาศาสตร์คำถามนี้ต้องการองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวิธีการที่หลากหลายในการสืบเสาะหาคำตอบ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ นอกจากนี้คำถามนี้ยังอาจทำให้เกิดมุมมองของผู้ตอบคำถามและความคิดสร้างสรรค์ในด้านวิทยาศาสตร์อีกด้วย ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความ

เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 22

ตาราง 22 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีหลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี	15	75	5	25	0	0

จากตาราง 22 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 75 ส่วนความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจไม่มีนักเรียนคนไหนที่แสดงความไม่เข้าใจ โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องทุกคนโดยสามารถเข้าใจได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ไม่ใช่ เพราะการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ มาจากการสังเกตหรือสำรวจ
ก็ได้ ไม่ได้มีวิธีเดียวในการหาคำตอบ

(นักเรียนคนที่ 18)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่าการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์มีการสังเกต มีการสำรวจ ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธีถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้อง กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติ วิทยาศาสตร์

...ไม่ เพราะว่าค้นหาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีสืบค้นข้อมูล การสังเกต โดยการทดลอง เพื่อให้ได้เห็นภาพที่ชัดเจน"

(นักเรียนคนที่ 5)

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมาน แตกต่างกัน

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสังเกตและ การอนุมานของข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนี้เป็นที่เชื่อกันว่าประมาณ 65 ล้านปีก่อนไดโนเสาร์ กลายเป็นสูญพันธุ์ จากสมมติฐานที่จัดทำโดยนักวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายถึงการสูญพันธุ์ทั้งสอง สมมติฐานได้รับการยอมรับนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับมานักวิทยาศาสตร์ในทั้งสองกลุ่มมีการเข้าถึง และการใช้ชุดเดียวกันของข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปของพวกเขาอยู่ที่การอนุมานของข้อมูลของ นักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ข้อสรุปจึงแตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ดังนี้

"เป็นที่เชื่อกันว่าไดโนเสาร์ได้สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อนจาก สมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ซึ่งมีสมมติฐานอยู่ 2 ประการ ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เสนอว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อน นำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

สมมติฐานที่ 2 เสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุนี้ ครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกตและลงความคิดเห็นจากข้อมูล ชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคง เสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่น ข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด"

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 23

ตาราง 23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน หลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน	12	60	8	40	0	0

จากตาราง 23 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 60 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 60 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกันได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องการหลักฐาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...การมีข้อมูลหรือหลักฐานชุดเดียวกัน ส่วนสมมติฐานออกมาไม่เหมือนกัน เพราะความคิดเห็นและความเชื่อของบุคคลแต่ละบุคคลมีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความคิด การศึกษาและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล

(นักเรียนคนที่ 14)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าการที่มีข้อมูลหรือหลักฐานเพียงชุดเดียว สมมติฐานระหว่างคนสองคนออกมาไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละคน เพราะแต่ละคนมีความคิดเห็นและความเชื่อที่แตกต่าง

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 40 นักเรียนสามารถอธิบาย ขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการ สังเกตและอนุมานแตกต่างกันถูกต้อง แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัด ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...แตกต่างกัน เพราะในการสังเกตและความคิดของคนเราไม่เหมือนกัน สมมติฐานเป็นสิ่งที่เราตั้งขึ้นมาโดยสนับสนุนจากข้อมูลที่ได้ เพราะฉะนั้นจึงมีความ เป็นไปได้ในหลายทางอยู่ที่ว่าสมมติฐานของใครจะมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้อง กับความจริง

(นักเรียนคนที่ 15)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดว่าการสังเกต สิ่งที่ได้จากการสังเกตจะไม่เหมือนกัน เพราะความคิดของ คนเราไม่เหมือนกัน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่าสมมติฐานของใครจะสมเหตุสมผลกว่ากันและ สอดคล้องความเป็นจริง ซึ่งนักเรียนยังให้ข้อมูลไม่ชัดเจน อธิบายแค่ความคิดของแต่ละคนไม่ เหมือนกัน ซึ่งมันอาจจะมีการจับอื่นๆ ที่ทำให้สมมติฐานแตกต่างกันก็ได้

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ดังข้อความที่ปรากฏใน แบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย “การสังเกตและลงข้อสรุปแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร”

...แตกต่าง เพราะการสังเกตเป็นมองวัตถุว่าลักษณะมันเป็นอย่างไร ส่วนการลงข้อสรุป คือการนำสิ่งที่สังเกตมาเปรียบเทียบสรุปผลคะ

(นักเรียนคนที่ 15, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

...แตกต่าง เพราะการสังเกตคือการจ้องมองสิ่งที่เราจะทำการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่เราได้บันทึกผลการสังเกตไว้ ส่วนการลงข้อสรุป คือการบันทึกผลที่เราได้ทดลอง และนำมาอธิบายเปรียบเทียบกับสิ่งที่สังเกตคะ

(นักเรียนคนที่ 6, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความเข้าใจว่าการสังเกต คือ การจับจ้องสิ่งที่เรากำลังจะทำ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง แล้วทำการบันทึกผลไว้ แล้วนำมาลงข้อสรุป

3. ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจ NOS ของการคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์และขั้นตอนของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์แบบวัดเชื่อว่าลักษณะเหล่านี้มีบทบาท มักจะมีการอธิบายความคิดสร้างสรรค์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบเพียงมีความจำเป็นในการตรวจสอบคำทำนายซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากจินตนาการของมนุษย์และการให้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างนี้ขึ้นอยู่กับการสังเกตและข้อสรุปจาก ธรรมชาติของโลก ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“นักวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการในการทดลอง/การสืบเสาะเพื่อพยายามที่จะหาคำตอบสำหรับคำถามที่พวกเขาอาจไว้นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของพวกเขาในระหว่างการทดลอง / สืบเสาะหรือไม่?”

ถ้านักเรียนตอบใช่แล้วนักเรียนคิดว่าการสืบเสาะนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาในการวางแผนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและหลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลว่า

นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างไรพร้อมยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ

ถ้านักเรียนตอบไม่ใช่นักเรียนเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์โปรดอธิบายว่าทำไมพร้อมยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ"

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแง่มุมมองความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 24

ตาราง 24 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และการ จินตนาการมีบทบาทต่อการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	14	70	6	30	0	0

จากตาราง 24 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 70 และไม่มีนักเรียนคนไหนเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 30 และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ โดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องทุกคน โดยสามารถเข้าใจได้ว่าความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ใช่ เพราะการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างมาก ต่อการเรียนรู้เพราะเปรียบดังไฟที่เป็นตัวจุดประกายแสงเทียน ก็คือคำตอบที่ได้ให้เกิดขึ้นและยังเป็นหนึ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

(นักเรียนคนที่ 17)

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 30 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ใช่ เพราะ นักวิทยาศาสตร์เวลาสืบค้นข้อมูลแล้วจะเกิดข้อสงสัย จึงใช้จินตนาการว่าจะเป็นอย่างไร ถ้าทำแบบนั้นแบบนี้จึงเป็นการใช้จินตนาการว่าเป็นผลอย่างไร แล้วจึงคิดรวบยอดและสรุปออกมา

(นักเรียนคนที่ 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการสืบค้นข้อมูลแล้วนำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอดออกมา

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ภายใต้อิทธิพลของสภาพสังคมและวัฒนธรรม และเป็นการสะท้อนค่านิยมทางสังคมและหลักการคิด และผลกระทบของค่าทางสังคมและวัฒนธรรมและความคาดหวังเกี่ยวกับความพยายามทางของมุมมองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอธิบายว่าวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมที่มีความแตกต่างของระบบความเชื่อว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่่วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือการตีความหรือการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองของการเชื่อมต่อระหว่างที่มีอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“อรชนกเป็นนักสัตววิทยา ในการวิจัยของเธอ จำเป็นต้องฆ่าหนูเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษา อรชนกนับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามาก ซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต” นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนก จะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 25

ตาราง 25 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนหลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	14	70	6	30	0	0

จากตาราง 25 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 70 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 30 และไม่มีนักเรียนที่มีเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 70 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...ไม่มี เพราะ อรชนกมาหนูเพื่อศึกษางานวิจัยที่เป็นประโยชน์ของมวลมนุษย และความเชื่อทางศาสนาจะไม่ส่งผลกระทบต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา เพื่อประโยชน์ของทุกคน

(นักเรียนคนที่ 5)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่าข้อ 5 ในกฎข้อที่ 1 ห้ามฆ่าสัตว์ ไม่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อประโยชน์ต่อมวลมนุษย

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 30 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...ไม่มีผล ศาสนาไม่มีความเกี่ยวข้องกับหลักทางวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 1)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนยังไม่ได้อธิบายเหตุผลได้ยังไม่ชัดเจน

...ไม่มี เพราะถ้าทำในสิ่งที่ถูกต้อง เพื่อมวลมนุษย วิทยาศาสตร์จึงไม่เกี่ยวข้อง
กับศาสนา

(นักเรียนคนที่ 3)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนยังไม่ได้อธิบายเหตุผลได้ยังไม่ชัดเจน

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติม ในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย "นักเรียนคิดว่าการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มีการคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า มีอิทธิพลต่อสังคมและค่านิยมวัฒนธรรม หรือไม่"

...เป็น เพราะวิทยาศาสตร์ช่วยในการพัฒนาสังคม ได้ค้นคว้าทดลองและเกิดเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ให้ผู้คนทั่วโลกได้ใช้

(นักเรียนคนที่ 1, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

ผู้วิจัย "นักเรียนคิดว่า การถือศีลทางศาสนาพุทธของนักวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการฆ่าสัตว์เพื่อทำการทดลองหรือไม่"

...ไม่มีผล เพราะนักวิทยาศาสตร์ฆ่าเพื่อศึกษาการทดลอง เพื่อประโยชน์ต่อพวก

เรา

(นักเรียนคนที่ 1, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาสังคม มีการค้นคว้าทดลอง เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อความ

สะดวกสบายของทุกคน และการถือศีลทางศาสนาไม่มีผลต่อการทำบาป เพราะว่าเป็นการศึกษาเพื่อประโยชน์ของมนุษย์

2. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี

คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบวัฒนธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากแนวคิดจากวิทยาศาสตร์ทางกายภาพเพื่อประเมินความเข้าใจในบทบาทของการอนุมานและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ในการพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางของการสืบเสาะหาความรู้และความคิดที่ว่ารูปแบบทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น จะขึ้นอยู่กับข้อมูลนั้นๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามดังนี้

“แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมว่า “ตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็นกลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรรอบๆ นิวเคลียส” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น”

จากคำถามนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากการถอดข้อความคำตอบของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยการลงรหัสความเข้าใจแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ตอบลงในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จากนั้นนำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 26

ตาราง 26 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีหลังเรียน

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน N = 20					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี	8	40	12	60	0	0

จากตาราง 26 นักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีที่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 40 เข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 60 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจโดยมีคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

ความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 40 โดยสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีได้ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายขยายความและยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

...นักวิทยาศาสตร์อาจสังเกตและสงสัยเกี่ยวกับอะตอมเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม แล้วนำมาคิดเป็นรูปร่าง โครงสร้าง และนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังก็ศึกษาจากนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อนๆ โดยมีหลักฐานที่ใช้ในการกำหนดหน้าตาของอะตอมคือข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์

(นักเรียนคนที่ 15)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนคิดว่ามีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความคิดและจินตนาการของตนเองในการกำหนดหน้าตาโครงสร้างอะตอม

ความเข้าใจบางส่วน

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 60 นักเรียนสามารถอธิบายขยายความ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี แต่การให้เหตุผลประกอบการแสดงความเข้าใจไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ดังข้อความที่ปรากฏในแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

...นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดและจินตนาการของตนเองในเรื่องการกำหนดหน้าตาของโครงสร้างอะตอม ใช้ความน่าจะเป็นในความคิดของตนเอง เป็นเครื่องกำหนด

(นักเรียนคนที่ 4)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าการที่จะกำหนดหน้าตาโครงสร้างอะตอมนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดและจินตนาการ ทำการทดลองเพื่อกำหนดหน้าตาโครงสร้างอะตอม

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจและนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

หลังจากใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติม ในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจอธิบายไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างข้อความสัมภาษณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย "ในตำราเรียนเราศึกษาพบว่า แรงแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือ ไปยังขั้วใต้" หลักฐานอะไรที่ทำให้นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรมายืนยันทิศทางของสนามแม่เหล็ก

...นักวิทยาศาสตร์ดูจากแนวการเคลื่อนที่ของผงตะไบเหล็ก แล้วนำมาทดลองหาข้อเท็จจริงว่าทำไมมันเป็นแนวทางเดียวกัน เพราะเกิดจากแรงแม่เหล็กส่งไปทางเดียวกันคะ

(นักเรียนคนที่ 4, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 กุมภาพันธ์ 2559)

จากบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าต้องทำการสังเกตผลการทดลองก่อน แล้วค่อยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาสรุปผล แต่นักเรียนยังให้เหตุผลที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ยังไม่ชัดเจน

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นของนักเรียน จากผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเสริมประเด็นที่นักเรียนบางคนยังขาดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์บางประเด็นอยู่ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปจากการเก็บข้อมูลก่อนเรียน และหลังเรียน ดังตาราง 27

ตาราง 27 ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ประเด็น NOS	ความเข้าใจ คลาดเคลื่อน (ร้อยละ)		ความเข้าใจบางส่วน (ร้อยละ)		ความเข้าใจถูกต้อง (ร้อยละ)	
	ก่อน เรียน	หลังเรียน	ก่อน เรียน	หลังเรียน	ก่อน เรียน	หลังเรียน
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์	50	0	35	25	15	75
วิทยาศาสตร์เป็นการ อธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติ	30	0	50	15	20	85
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้	50	0	40	15	10	85
กฎและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	50	0	40	55	10	45
การแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มีหลากหลาย วิธี	40	0	45	25	15	75
การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์โดยการสังเกต และอนุมานแตกต่างกัน	35	0	45	40	20	60
ความคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการมีบทบาทต่อ การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	40	0	35	30	25	70
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรม ทางสังคมที่ซับซ้อน	55	0	35	30	10	70
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรม อย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูก กำกับหรือเหนี่ยวนำด้วย ทฤษฎี	55	0	30	60	15	40

จากการสรุปผลการวิเคราะห์จากตาราง 27 ผู้วิจัยพบว่า ในภาพรวมของความเข้าใจ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน มีทั้งหมด 9 ประเด็น ผู้วิจัยพบว่า สามารถเรียงลำดับประเด็น ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่ดีความได้ว่า พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดย ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุด คือ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้สาเหตุที่ทำให้ทั้งสองประเด็นนี้นักเรียนแสดงออกถึง ความเข้าใจมากที่สุด เพราะกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย มีการให้นักเรียนฝึกใช้ความคิดและจินตนาการของตนเอง ในการทำนายผล การทดลองที่จะเกิดขึ้น และการทดลองแต่ละอย่างมีการให้นักเรียนได้ลงทำที่หลากหลายวิธี เช่น เรื่องเส้นสนามแม่เหล็ก นักเรียนได้ใช้ทั้งเข็มทิศ ผงตะไบเหล็ก ในการหาทิศทางของ สนามแม่เหล็ก เป็นต้น จึงทำให้นักเรียนเกิดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านนี้มากกว่าด้านอื่น และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจถูกต้อง แต่อธิบาย ยังไม่ถูกต้องชัดเจน คือ กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกันและวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็ก เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย (POE) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย แผนจัดกิจกรรม การเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก จำนวน 6 แผน และแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ปรับจาก VNOS-C ประกอบด้วยองค์ความรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านโลกทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ ข้อมูลโดยแบ่งเป็นวิเคราะห์ก่อนเรียน โดยการลงรหัสข้อมูลความเข้าใจ ระหว่างเรียนจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แผน และสะท้อนความเข้าใจในแต่ละแผนด้วยการเขียนอนุทิน และหลังเรียนให้ ทำแบบวัดธรรมชาติ VNOS-C แบบเดิม และสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพิ่มเติมในประเด็นที่ นักเรียนยังเข้าใจไม่ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอและสรุปผลการศึกษาลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gaston (1992) จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ และแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสรุปผลของการวิจัยดังนี้

1. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน จากความเป็นจริงบางประเด็นตามดังนี้ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับ หรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีและวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน มากที่สุด

คิดเป็นร้อยละ 55 อันดับที่ 2 ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 50 อันดับที่ 3 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40 อันดับที่ 4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 35 อันดับสุดท้าย คือ วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 30

2. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE ประเด็นที่แต่ละกลุ่มมีความเข้าใจมากที่สุดมี 7 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2) วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 3) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี 4) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน 5) ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน และ 7) วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี และประเด็นที่แต่ละกลุ่มมีเข้าใจบางส่วนมีทั้งหมด 2 ประเด็น คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และ 2) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

3. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE นักเรียนได้แสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องชัดเจน ดังนี้ อันดับที่ 1 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คิดเป็นร้อยละ 85 อันดับที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ คิดเป็นร้อยละ 75 อันดับที่ 3 ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน คิดเป็นร้อยละ 70 อันดับที่ 4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 60 อันดับที่ 5 กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 45 และอันดับที่ 6 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 40

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ POE เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้กลวิธีการสอนแบบ POE มาพัฒนาให้นักเรียนเกิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแต่ละขั้นดังต่อไปนี้

ขั้นที่หนึ่ง ได้แก่ ขั้นการทำนาย ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนักเรียน โดยศึกษาเนื้อหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันมากที่สุด เรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ มาสำรวจ สังเกตดูสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ และทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าทำเช่นนี้ โดยที่นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมมาทำนาย ซึ่งนักเรียนจะทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากการลงมือทำการทดลอง จะทำให้ผู้สอนเข้าใจแนวคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียนได้ดีขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติรอบๆ ตัวเอง และสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากวิธีการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผล จากผลการวิจัยพบว่าในขั้นการทำนายสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้าน การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี คิดเป็นร้อยละ 75 และความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การสำรวจ การทดลอง เป็นต้น โดยผลความรู้ที่ได้ประกอบด้วยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ที่ทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนทำให้ทราบว่านักเรียนอธิบายได้อย่างจำกัดคลุมเครือ และไม่สามารถอธิบายออกมาได้อย่างชัดเจนในบางองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นผลมาจากการสอนของครูประจำวิชาไม่ได้สอดแทรกเนื้อหาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในบทเรียน เป็นต้น

ขั้นที่สอง ได้แก่ ขั้นการสังเกต เป็นขั้นต่อเนื่องมาจากขั้นแรก คือ ขั้นทำนาย โดยพิสูจน์ว่าผลการทำนายกับการทดลองเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบจากที่ได้ทำนายไว้ โดยใช้การทดลอง การสังเกต จากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถเข้าใจได้ชัดเจนว่า

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการสังเกต การทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ มีการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก จากผลการวิจัยพบว่า ในขั้นการอธิบายสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยรวมของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความคิดสร้างสรรค์ และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ คิดเป็นร้อยละ 75 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ได้มาจากการทำการทดลองการสังเกต บันทึกผลจากหลักฐานจริงจึงสามารถที่จะระบุหลักฐานได้ โดยใช้อุปกรณ์แล้วทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ออกมา และอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติผ่านวิธีการสังเกตการทดลอง รวบรวมข้อมูล และ นำมาตรวจสอบด้วยข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น โดยผลความรู้ที่ได้ประกอบด้วย จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ที่ทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนทำให้ทราบว่านักเรียนอธิบายได้อย่างจำกัด คลุมเครือ และไม่สามารถอธิบายออกมา ได้อย่างชัดเจนในบางองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนยังคงมีความเข้าใจที่ หลากหลายในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ขั้นที่สาม ได้แก่ ขั้นอธิบาย โดยผ่านขั้นทำนายและสังเกต เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิด ความขัดแย้งทำความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทำ การทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายและให้เหตุผลให้ได้แตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ซึ่งในขั้นอธิบายนี้จะทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มเติม จากการทำกิจกรรมบ้าง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถ เข้าใจได้ชัดเจนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เกิดจากขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มา จากการทำนาย การสังเกต ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวเอง และนำมาอธิบายความแตกต่าง จากการศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตัวเอง และคำชี้แนะจากครูผู้สอน โดยที่ครูผู้สอนได้สอดแทรก ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากการเขียนอนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนมี ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ในประเด็นธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คิดเป็นร้อยละ 85 กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 45 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและอนุมานแตกต่างกัน

คิดเป็นร้อยละ 60 วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วย
ทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 40 และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน คิดเป็นร้อยละ 70

ผลจากการศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุนผา พรหมบุตร (2557) ที่ศึกษาความ
เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
โดยใช้ STS ที่บ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนแนวคิดของ
ตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และ
หลักฐานการทดลอง ผลจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมากและ
เจตคติที่มีร่วมกัน และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ แต่วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีไม่เหมือนกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ อัฐปิ่น (2555) พบว่า นักเรียน
มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คอนแทคเลนส์บิกอาย ว่าการสังเกต
นำมาซึ่งข้อมูลหลักฐานสู่การอนุมานความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อการออกแบบการ
ทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีความเป็นอัตนัยขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ
บริบททางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ อัฐปิ่น (2555) พบว่า
นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง คอนแทคเลนส์บิกอาย
ว่าการสังเกตนำมาซึ่งข้อมูลหลักฐานสู่การอนุมานความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อการ
ออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีความเป็นอัตนัยขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวิทยาศาสตร์
ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม และสอดคล้องกับคำกล่าวของ พงษ์ประพันธ์
พงษ์โสภณ (2552) กล่าวว่า "การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การที่จะได้มา
ซึ่งความรู้ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์หลายอย่างมาสนับสนุน อาทิ พบชนิดหินที่
เกิดในสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่อยู่คนละทวีปซึ่งห่างไกลกัน หินอายุเดียวกันที่อยู่ต่างทวีปก็มี
รูปแบบสนามแม่เหล็กโลกโบราณคล้ายคลึงกัน และขอบทวีปสามารถเชื่อมตัวประสานแบบสนิท
เข้ากันได้" และนอกจากนี้ยังกล่าวอีกว่าวิทยาศาสตร์ยังเกิดจากการผสมผสานระหว่างการใช้
ตรรกะควบคู่ไปกับการจินตนาการ การใช้เหตุผลในการอุปนัย นิรนัย โดยเฉพาะการให้เหตุผล
แบบอุปนัยต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ กุศลีน มุสิกกุล
(2551, หน้า 68-69) ซึ่งกล่าวว่ากฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน แต่มีความแตกต่างกัน
แนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยเกี่ยวกับทฤษฎีและกฎ คือ "กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว จึงมี
ความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎี" ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bell, et al. (2003)
ได้สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน ที่เรียนโปรแกรมภาคฤดูร้อน

โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง และให้ทำกิจกรรมเช่นเดียวกันกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Bell, et al. ได้แสดงความคิดเห็นต่อธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนเชื่อว่าวิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดลองเท่านั้น และนักวิทยาศาสตร์มักทำงานเพียงลำพัง เป็นคนที่ไม่มีสังคม

ทั้งนี้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้นำความรู้วิทยาศาสตร์ใช้ร่วมกันในการทำความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น หรือการตั้งคำถามก่อนทำการทดลอง นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ได้ทำงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ โดยการลงมือทำการทดลอง ทำหลากหลายวิธี เพื่อนำมาตอบกับสิ่งที่ได้ทำนายไว้หรือมีข้อสงสัยที่อยู่ภายใต้ความสนใจเดียวกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าในการเกิดองค์ความรู้ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ต้องผ่านกระบวนการสืบเสาะหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่แค่ทดลองอย่างเดียว ได้มาจากการสังเกต การสำรวจ และนำมาพิสูจน์หาข้อเท็จจริง ดังคำกล่าวของ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า "ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริง จากประสบการณ์สัมผัสด้วยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานจากประสบการณ์สัมผัส โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการวิทยาศาสตร์ก็ได้" และทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้องมีกระบวนการอย่างสมเหตุสมผล เพื่อได้ข้อเท็จจริงของการศึกษาปรากฏการณ์นั้นๆ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบ POE ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีทำการทดลอง และไม่จำเจแบบวิธีสอนเดิมๆ และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบ POE ยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจึงควรนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษา แต่วิธีการสอนแบบ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย ไม่ได้มีแค่ 3 ขั้นตอน เท่านั้น แต่เพื่อเป็นการพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์และเกิดการเรียนรู้ด้วย

ตนเองอย่างแท้จริงในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรเพิ่มขั้นตอนการสอนแบบ POE เช่น
เพิ่มการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

1.2 ครูผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ และต้องทราบพื้นฐาน
ความรู้ของนักเรียนก่อนเรียน เพื่อจะได้ทราบถึงความถนัดทางการเรียน ความต้องการ รวมทั้งต้อง
ชี้แจงนักเรียนให้เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และศึกษาเนื้อหาสาระในการตอบคำถามจากการทดลอง แต่ต้องอยู่ใน
ขอบข่ายของเนื้อหา ส่วนครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษา อำนวยความสะดวก และคอยชี้แนะ
ให้กับผู้เรียน





บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้น 24 มิถุนายน 2556, จาก http://www.kroobannok.com/news_file/p59087671156.pdf
- กัญชพร เครือคำ. (2556). ความสามารถของนักเรียนในการทำนาย สังเกต อธิบาย อภิปรายใน ปฏิบัติการเรื่องสมดุคเคมี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กาญจนา มหาลี. (2552). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุศลสิน มุสิกกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15(1), 66-71.
- ชนิษฐา ปาโท. (2555). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพลังงาน โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทร์ทิพย์. (2553). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทรวดี ทาปลัด. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัย แก้วนัน. (2553). ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู วิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- นงลักษณ์ อัฐปิ่น. (2555). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้เรื่องแสงโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุบผา พรหมบุตร. (2557). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เบญจมาศ ศรีอุตร. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปริญดา ลิ้มปานนท์. (2547). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น. วิทยาศาสตร์, 63(1), 84 - 89.
- พรทิวา เต๊ะเฮง. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม (STS) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิเชษฐ์ สุริยะเพ็ญ. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้าตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่เน้นการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภัทรวรรณ ไวสาหลง. (2555). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ภารวี ยุทธเกษมสันต์. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 เรื่องอาหาร และสารอาหารโดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
สังคม และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลือชา ลดาชาติ, และลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาส
ราชนครินทร์, 4(2), 73-90.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางคณาจารย์.
- สรวิชัย สุริยา. (2553). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้ทฤษฎี
พหุปัญญาและการสอนแบบปกติที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนทัศน์ฟิสิกส์:
งานพลังงานและโมเมนตัมและการคิดเชิงวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์สาขาสังคมศาสตร์, 26(2), 133-145.
- สุธาวัลย์ มีศรี. (2550). ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้
ด้านการสอนเรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มศว., 2(1), 101-110.
- สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และพรทิพย์ ไชยโส. (2552). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัย มข.
ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 14(4), 360 - 374.
- สุภารัตน์ น้อยนาง. (2554). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
ในการเรียนเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสังคมและการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัศววัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).
ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Project 2061:*

Science for All Americans. Retrieved October 18, 2008, from

<http://www.project2061.org>

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a

science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science*

Teaching, 40(5), 487-509.

Khishfe, R. (2008). The development of seventh grader's views of nature of science.

Journal of Research in Science Teaching, 45(4), 470-496.

Moss, D., & Robb, J. (2001). Examining students conceptions of the nature of science.

International Journal of Science Education, 23(8), 771-790.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses

on student' views of nature of science. *Journal of Research in Science*

Teaching, 37(10), 1057-1095.

Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., & Khishfe, R. (2002). Rutherford's enlarged:

A content-embedded activity to teach about nature of science. *Physics*

Education, 37(1), 64-68.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective

explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature

of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

Lin, H. S., and H.L. Chiu. (2004). Student understanding of the NOS and their problem

solving strategies. *International Journal of Science Education*, 26(1) 101-102.

Buaraphan, K., & S. Sung-ong. (2009). Thai pre-service teacher' conception of the NOS.

Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 10, 13.

McComas, W. F., M. P. Clough, & H. Almazroa. (2000). The Role and Character of the

NOS in Science Education. In *The Nature of Science in Science Education*.

London: Kluwer Academic Publishers.

- McComas, W. F., M. P. Clough, & H. Almazroa. (2000). The Role and Character of the NOS in Science Education. In *The Nature of Science in Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., M. P. Clough, & H. Almazroa. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W.F. McComas (ed.) *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Schwartz, R. S., N.G. Lederman, & B. A. Crawford. (2003). It's the nature of the beast: The influence of knowledge and inventions on learning and teaching NOS." *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Image of Science*. Buckingham: Open University.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Weld, J. (2004). *The Game of Science Education*. Boston: Pearson Education.
- Wenning, C. J. (2006). A Framework for Teaching the Nature of Science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(3), 3 - 10.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: The Falmer Press.



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่องการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก โดยใช้กลวิธีการสอนแบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย (POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. นายสินชัย ไชยไพฑูริ | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ |
| 2. นางสาวหนูทิพย์ จำรัส | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ |
| 3. ดร.เกรียงศักดิ์ พรหมภักดี | ตำแหน่ง อาจารย์ |
| 4. ดร.วิเชียร อ่างงไสตติสกุล | ตำแหน่ง อาจารย์ |



ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความเข้าใจของนักเรียน เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
2. แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบสอบถามปลายเปิด มีทั้งหมด 10 ข้อ
3. ให้นักเรียนตอบคำถามในการตอบแต่ละข้อให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ บางข้ออาจถามหลายประเด็น พยายามตอบในทุกประเด็นของคำถาม
4. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
5. คำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ไม่มีคำตอบที่ "ถูก" หรือ "ผิด" ครูเพียงแต่สนใจในความคิดเห็นของนักเรียนในบางประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และคำตอบของนักเรียนไม่มีผลใดๆ ต่อคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์
6. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จะนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป จึงขอให้ นักเรียนทำแบบวัดด้วยความตั้งใจ

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนอธิบายในคำถามแต่ละข้อตามความคิดเห็นของนักเรียน มีทั้งหมด 10 ข้อ ดังนี้

1. ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์ คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น (เช่น ภาษาไทย ศาสนา ปรัชญา)

.....

.....

.....

.....

2. การทดลอง คืออะไร

.....

.....

.....

3. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

4. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมว่า "ตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็นกลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรรอบๆ นิวเคลียส" นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กันหรือไม่
จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

6. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

☐ ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

☐ ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ก) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง

ข) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

7. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ มักนิยาม “สปีชีส์” ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต ที่มีลักษณะเหมือนกัน และสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

8. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในขั้นตอนต่างๆ ของการทดลองหรือการแสวงหาคำตอบหรือไม่ โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน และอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบในแต่ละข้อ

ขั้นตอน	การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ		คำอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
	ใช่	ไม่ใช่	
1. ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล			
2. ระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล			
3. ภายหลังเก็บรวบรวมข้อมูล			

9. เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อนในบรรดาสมมติฐานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอเพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์มีอยู่เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง

- สมมติฐานแรกเสนอว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อนนำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

- สมมติฐานที่สองเสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกตและลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐานนักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่นข้างต้นหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

10. "อรชนกเป็นนักสัตววิทยาในการวิจัยของเธอจำเป็นต้องฆ่าหนูเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษอรชนกนับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามากซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต" นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนกจะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่อย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1. "นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์มีจริง และมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ เช่น มีคอยาว มีฟันแหลม มีหนามที่หลัง
2. "ก่อนที่จะทำการทดลอง คือต้องผ่านวิธีการทำนาย สังเกตการณ์ทดลอง และรวบรวมข้อมูล เพื่อมาสรุปผลจากการทำการทดลอง ใช่หรือไม่
3. "นักเรียนคิดว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่"
4. "นักเรียนคิดว่ากฎและทฤษฎีมีความเป็นจริงตลอดไปหรือไม่ เพราะเหตุใด"
5. "นักเรียนคิดว่าความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาคำตอบจากปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือไม่"
6. "การสังเกตและลงข้อสรุปแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร"
7. "นักเรียนคิดว่างานที่นักวิทยาศาสตร์ได้มีการคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า มีอิทธิพลต่อสังคมและค่านิยมวัฒนธรรม หรือไม่
8. "นักเรียนคิดว่า การถือศีลทางศาสนาพุทธของนักวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการมาสัตว์เพื่อทำการทดลองหรือไม่"
9. "ในตำราเรียนเราศึกษาพบว่า แม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือ ไปยังขั้วใต้" หลักฐานอะไรที่ให้นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรมายืนยันทิศทางของสนามแม่เหล็ก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา 30108

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรงแม่เหล็ก

หัวข้อเรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก

ชื่อผู้สอน นางสาวรุ่งนภา บุญเกียงวงศ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จำนวน 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม. 4-6/3 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ ที่ใช้ในการสังเกตการวัดการสำรวจ ตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ การอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้
 1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้
- ด้านทักษะ/กระบวนการ
 2. นักเรียนสามารถสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่เส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้
 3. นักเรียนสามารถเขียนทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้
 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบได้ว่าตำแหน่งใดมีสนามแม่เหล็ก
- ด้านคุณลักษณะ
 5. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์ได้
 6. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการทดลอง
 7. นักเรียนสามารถร่วมทำงานเป็นกลุ่มได้
- ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 8. นักเรียนสามารถทำนายก่อนทำกิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับทิศทางการเคลื่อนที่เส้นแรงแม่เหล็กได้โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมได้

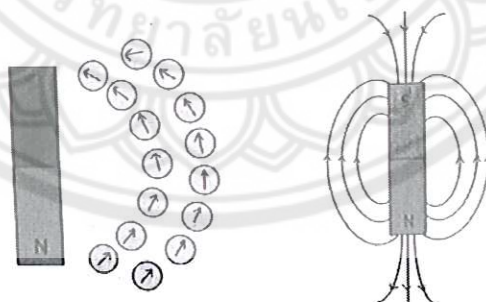
9. นักเรียนมีความเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล บันทึกผลการทดลอง และการรายงานผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
10. นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง และค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

สาระสำคัญ

1. สนามแม่เหล็ก
2. เส้นสนามแม่เหล็ก หรือเส้นแรงแม่เหล็ก
3. ทิศทางของสนามแม่เหล็ก

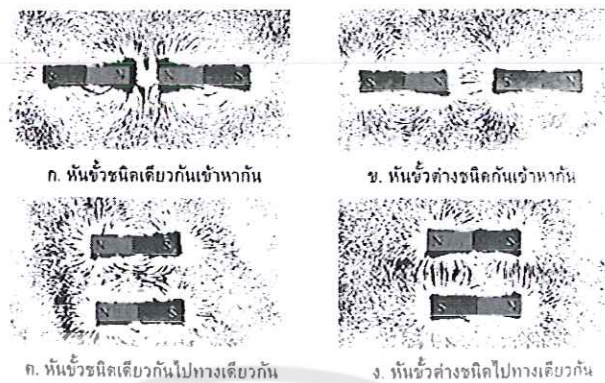
สาระการเรียนรู้

สนามแม่เหล็ก (Magnetic field) เมื่อนำเข็มทิศหรือสารแม่เหล็ก เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์ไปวางใกล้แม่เหล็ก จะมีแรงกระทำต่อสารแม่เหล็กและปลายเข็มทิศให้เบนไป เราเรียกบริเวณที่มีแรงกระทำต่อสารแม่เหล็กและเข็มทิศว่า สนามแม่เหล็ก (magnetic field) ซึ่งแสดงให้เห็นได้โดยใช้ผงเหล็กโรยบนกระดาษที่วางบนแท่งแม่เหล็ก จะเห็นผงเหล็กเรียงตัวเป็นแนว เรียกว่า เส้นสนามแม่เหล็ก (magnetic field lines) หรือ เส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic lines of force) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็ก

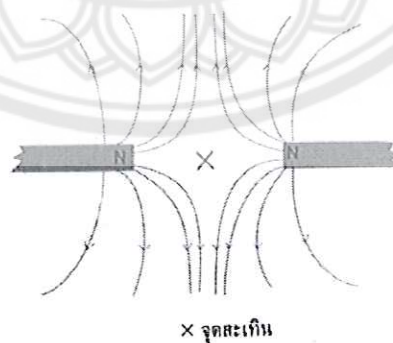
ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/1218>, สืบค้น 11 กันยายน 2558



รูปที่ 2 เส้นสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กสองแท่งเมื่อวางขั้วในลักษณะต่างๆ

เส้นสนามแม่เหล็กในรูปข้างต้นแทนสนามแม่เหล็กในสองมิติ แต่ในธรรมชาติ สนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กเป็นสามมิติ เมื่อวางเข็มทิศที่ตำแหน่งต่างๆ รอบแท่งแม่เหล็กจะได้แนวการวางตัวของเข็มทิศอยู่ในแนวของเส้นสนามแม่เหล็กเช่นกัน เมื่อกำหนดให้ทิศของเส้นสนามแม่เหล็กไปทางเดียวกับทิศที่ขั้วเหนือของเข็มทิศชี้ไป จะได้ว่า เส้นสนามแม่เหล็กมีทิศจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กดังรูปที่ 1

จากการนำแม่เหล็กสองแท่งวางใกล้กันในลักษณะต่างๆ ดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าบางบริเวณมีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่น แสดงว่าสนามแม่เหล็กบริเวณนี้มีค่ามากและบางบริเวณไม่มีเส้นสนามแม่เหล็กผ่าน แสดงว่าไม่มีสนามแม่เหล็กบริเวณนั้น เรียกตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กเป็นศูนย์ว่า จุดสะเทิน (neutral point) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 จุดสะเทินของแม่เหล็กทั้งสองแท่ง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

- ขั้นทำนาย (Predict) (30 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง โดยครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าชั่วโมงนี้จะทำการทดลองเรื่อง "การหาทิศทางของสนามแม่เหล็ก"

2. ครูให้นักเรียนทุกคนร่วมกันทำนาย โดยใช้วิธีการสังเกตเมื่อแท่งเหล็กวางบนโต๊ะหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งจดบันทึกข้อมูลที่ได้อ่านทำนาย ก่อนจะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยครูตั้งคำถามดังนี้

- ถ้านำเข็มทิศไปวางที่ตำแหน่งต่างๆ รอบแท่งแม่เหล็ก นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับเข็มทิศ

- และถ้าครูเปลี่ยนจากเข็มทิศเป็นแผ่นกระดาษแข็ง แล้วนำมาวางลงบนแท่งแม่เหล็ก แล้วโรยผงตะไบเหล็กลงบนแผ่นกระดาษแข็ง เคาะกระดาษเบาๆ นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง

- ขั้นสังเกต (Observe) (30 นาที)

1. นักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ให้ลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยครูแจกอุปกรณ์การทดลองให้แต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทำการทดลองจากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง "สนามแม่เหล็ก"

2. นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น เมื่อนำเข็มทิศไปวาง ณ ตำแหน่งต่างๆ รอบแท่งแม่เหล็ก โดยใช้ดินสอจุดที่หัวลูกศรของเข็มทิศแต่ละอัน แล้วลากเส้นต่อจุดพร้อมใส่หัวลูกศรกำกับตามแนวที่หัวเหนือของเข็มทิศชี้ไปสู่เหตุการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

3. นักเรียนเปลี่ยนจากเข็มทิศเป็นกระดาษแข็งแล้วนำไปวางบนแท่งแม่เหล็ก และโรยผงตะไบเหล็กลงบนกระดาษ เคาะเบาๆ หลายๆ ครั้ง สังเกตผลที่เกิดขึ้น พร้อมวาดภาพประกอบหรือถ่ายรูปไว้สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

- ขั้นอธิบาย (Explain) (60 นาที)

1. นักเรียนทุกคนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายไว้กับผลที่ได้จากการทำการทดลอง ตามประเด็นต่อไปนี้

- การวางตัวของเข็มทิศ ณ ตำแหน่งต่างๆ รอบแท่งแม่เหล็ก เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้หรือไม่ ถ้า "ไม่" ให้อธิบายเปรียบเทียบระหว่างผลการทำนายและผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้บันทึกผลไว้มาอ้างอิงในการอธิบาย

- เมื่อเปลี่ยนจากเข็มทิศเป็นกระดาษแข็งที่นำมาวางบนแท่งแม่เหล็ก โรยผงตะไบเหล็กลงบนกระดาษ เคาะเบาๆ หลายๆ ครั้งเป็นไปตามที่ทำนายผลไว้หรือไม่ ถ้า "ไม่" ให้อธิบาย

เปรียบเทียบระหว่างผลการทำนายและผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้บันทึกผลไว้มาอ้างอิงในการอธิบาย

2. นักเรียนทบทวนความรู้เดิมและอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสนามแม่เหล็ก โดยตั้งคำถามในประเด็นต่อไปนี้

- แรงระหว่างขั้วแม่เหล็ก เมื่อนำขั้วแม่เหล็กสองแท่งมาเข้าใกล้กัน จะเกิดแรงกี่ชนิด (เกิดแรง 2 ชนิด ระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสอง คือ แรงดูดและแรงผลัก)
- ขั้วแม่เหล็กเหมือนกัน (N-N และ S-S) เกิดแรงดูดหรือแรงผลัก (แรงผลัก) และถ้าต่างกัน (N-S) เกิดแรงดูดหรือผลัก (ดูด)
- แรงระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและขนานกัน จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง แรงนี้เกิดจากสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวด แรงนี้คือแรงอะไร (แรงแม่เหล็ก)
- ภายนอกแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วอะไร ไปยังขั้วอะไร (มีทิศออกจากขั้วเหนือ (N) พุ่งเข้าสู่ขั้วใต้ (S))
- ภายในแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วอะไร ไปยังขั้วอะไร (มีทิศออกจากขั้วใต้ (S) พุ่งเข้าสู่ขั้วเหนือ (N))

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและผลการทำนายของนักเรียน ดังนี้

- จากกิจกรรมจะเห็นว่า เมื่อนำเข็มทิศหลายๆ อัน ไปวางใกล้ๆ แท่งแม่เหล็ก จะมีแนวการวางตัวของเข็มทิศต่างไปจากเดิม ทิศทางการวางตัวที่เกิดขึ้น จะใช้เป็นเส้นสมมติ ซึ่งเรียกว่า "เส้นแรงแม่เหล็ก" หรือ "เส้นสนามแม่เหล็ก" และเมื่อนำแผ่นกระดาษมาวางบนแท่งแม่เหล็กโรยผงตะไบเหล็ก เคาะเบาๆ หลายๆ ครั้ง ผงตะไบจะจัดเรียงตัวเป็นแนวโค้งตามทิศของสนามแม่เหล็ก ซึ่งแนวโค้งดังกล่าวก็คือแนวของเส้นแรงแม่เหล็กนั่นเอง
- เมื่อนักเรียนนำแท่งแม่เหล็กไปแขวนไว้ในแนวระดับหรือนำเข็มทิศไปวางที่ตำแหน่งต่างๆ บนผิวโลก ทั้งสองจะวางอยู่ในแนวเหนือใต้เสมอเรียกว่าเป็น "สนามแม่เหล็กโลก" แสดงว่าโลกเราเสมือนหนึ่งมีแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่ฝังอยู่ในโลก โดยขั้วเหนือของแม่เหล็กโลกอยู่ใกล้กับขั้วโลกใต้ ขั้วโลกใต้ของแม่เหล็กโลกอยู่ใกล้กับขั้วโลกเหนือ

4. นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็กหรือเส้นสนามแม่เหล็ก และทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก และประโยชน์ของสนามแม่เหล็ก พร้อมตอบคำถามในใบงานที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. แม่เหล็ก 1 อัน/กลุ่ม
2. เข็มทิศ 5 อัน/กลุ่ม
3. กระดาษแข็ง 1 อัน/กลุ่ม
4. ผงตะไบเหล็ก 1 ถุง/กลุ่ม
5. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก
6. ใบงานที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก
7. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ "การเคลื่อนที่และแรงในธรรมชาติ" ม.4-6

แหล่งเรียนรู้อินเทอร์เน็ต

แหล่งเรียนรู้เรื่อง สนามแม่เหล็ก

เว็บไซต์ วันที่ค้นหา 11 กันยายน 2558

1. <http://www.rmutphysics.com> ฟิสิกส์ราชมงคล เรื่อง สนามแม่เหล็ก
2. <https://physicskruadd.wordpress.com> ฟิสิกส์ดอท ครูแอ๊ด ฟิสิกส์ ม.6 เรื่อง

สนามแม่เหล็ก

3. <https://www.youtube.com/watch?v=RFYpFDWTcJw> การทดลองรูปร่าง

สนามแม่เหล็ก

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การวัด/ ประเมิน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 และใบงานที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก	1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก 2. ใบงานที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก	ร้อยละ 60

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การวัด/ ประเมิน
ด้านทักษะ			
2. นักเรียนสามารถสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่เส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 - การตอบคำถามขณะทำการทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องสนามแม่เหล็ก	ประเมินตามสภาพจริง - แบบบันทึกกิจกรรม
3. นักเรียนสามารถเขียนทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นสนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 และใบงานที่ 1	- การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการทดลอง	ประเมินตามสภาพจริง - แบบบันทึกกิจกรรม
4. นักเรียนสามารถตรวจสอบได้ว่าตำแหน่งใดมีสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องสนามแม่เหล็ก	ประเมินตามสภาพจริง - การปฏิบัติการทดลอง
ด้านคุณลักษณะ			
5. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์ได้	การสัมภาษณ์	การถาม-ตอบ	ประเมินตามสภาพจริง - การสัมภาษณ์
6. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการทดลอง	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	ระดับคุณภาพ ดี
7. นักเรียนสามารถร่วมทำงานเป็นกลุ่มได้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	ระดับคุณภาพ ดี

แบบสังเกตพฤติกรรม

การทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด / ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม			
2	ความร่วมมือกันทำงาน			
3	การแสดงความคิดเห็น			
4	การรับฟังความคิดเห็น			
5	ความมีน้ำใจช่วยเหลือกัน			
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 - 15	ดี
8 - 11	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

บันทึกผลหลังสอน**- ผลการสอนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน****๑- ด้านความรู้**

.....

.....

.....

.....

๒- ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

.....

๓- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

.....

๔- ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรุ่งนภา บุญเกี้ยงวงศ์)

นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

วันที่.....



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก

กิจกรรมที่ 1 เกิดอะไรขึ้นกับเข็มทิศและบนกระดาษแข็ง

กลุ่มที่

สมาชิกกลุ่ม 1.....

2.

3.....

4.....

5.....

6.....

ตอนที่ 1

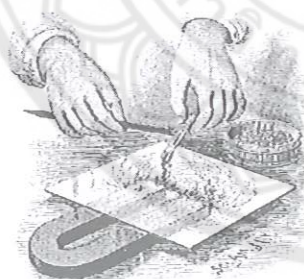
1. วางแท่งแม่เหล็กลงบนโต๊ะ
2. นำเข็มทิศเล็กๆ ไปวางที่ตำแหน่งต่างๆ รอบแท่งแม่เหล็ก สังเกตการณ์วางตัวของเข็มทิศ
3. ใช้ดินสอจุดที่หัวลูกศรของเข็มทิศแต่ละอัน แล้วลากเส้นต่อจุดทุกจุด และใส่หัวลูกศรกำกับตามแนวที่ชี้ของเข็มทิศชี้ไป

ตอนที่ 2

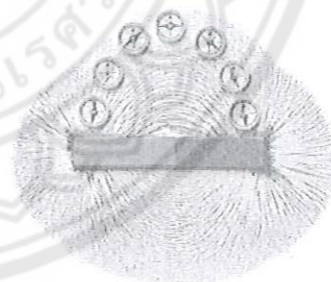
1. นำเข็มทิศออกจากแท่งแม่เหล็ก แล้วนำแผ่นกระดาษแข็งวางลงบนแท่งแม่เหล็ก
2. โรยผงตะไบเหล็กลงบนแผ่นกระดาษแข็ง แล้วเคาะเบาๆ หลายๆ ครั้ง สังเกตการณ์เรียงตัวของผงตะไบเหล็ก

รายการวัสดุ-อุปกรณ์

1. แท่งแม่เหล็ก
2. เข็มทิศ
3. กระดาษแข็ง
4. ผงตะไบเหล็ก



ภาพ ก.



ภาพ ข.

ภาพกิจกรรมที่ 1 การวางเข็มทิศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของแท่งแม่เหล็ก (ภาพ ก.) และการโรยผงตะไบเหล็กลงกระดาษ (ภาพ ข.)

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็ก

หน้า 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ผลที่ได้จากการทำนายและการสังเกตผลการทำกิจกรรมที่ 1

สถานการณ์	คำทำนาย	ผลที่สังเกตได้
1. นำเข็มทิศวาง ตำแหน่งต่างๆ รอบ แท่งแม่เหล็ก		
2. โรยผงตะไบเหล็กลง บนกระดาษแข็งที่วาง อยู่บนแท่งแม่เหล็ก		

การวางตัวของเข็มทิศเป็นอย่างไร พร้อมวาดภาพประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....



หน้า 2

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

2. การเรียงตัวของผนังตะไคร่เป็นอย่างไร พร้อมวาดภาพประกอบ

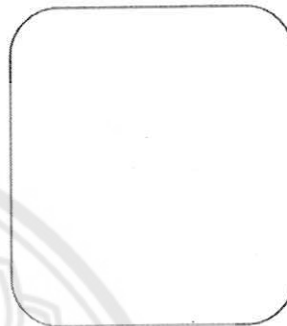
.....

.....

.....

.....

.....



3. การที่นักเรียนลากเส้นต่อจุด และใส่หัวลูกศรกำกับตามแนวที่ชี้เหนือของเข็มทิศชี้ไป จะได้เส้นทางซึ่งแสดงทิศทางของสนามแม่เหล็ก เรียกเส้นนี้ว่าอะไร

4. จากการทำกิจกรรม นักเรียนจะเห็นว่าทิศของสนามแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งออกและพุ่งเข้าจากแท่งแม่เหล็กทั้งภายนอกและภายในแท่งแม่เหล็ก ดังนั้น

- ภายนอกแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

- ภายในแท่งแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

หน้า 3

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

5. "โลกเรามีอำนาจแม่เหล็ก" หมายความว่าอย่างไร จงอธิบาย พร้อมให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

6. ผลที่ได้จากการสังเกตเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับคำทำนาย

.....

.....

.....

.....

7. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง (ตอบมาเป็นข้อๆ)

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1 เรื่องสนามแม่เหล็ก

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่มอบหมาย.....

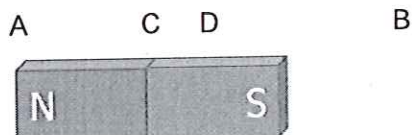
วันกำหนดส่ง.....

1. เมื่อนำเข็มทิศไปวางระหว่างแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ดังรูป เข็มทิศจะวางตัวในลักษณะใด พร้อมวาด



ตอบ.....

2. แท่งแม่เหล็กดังรูป เมื่อหักแท่งแม่เหล็กออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน อยากทราบว่าที่ตำแหน่ง C,D เป็นขั้วแม่เหล็กชนิดใด



ตอบ.....

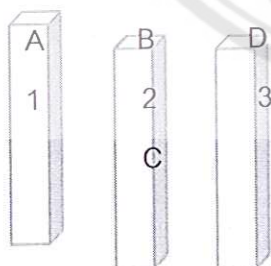
3. จากรูปที่กำหนดให้ แท่งแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอยาว 5 เซนติเมตร นำมาวางใกล้ขั้ว N ของแท่งแม่เหล็ก จงเขียนแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กให้ถูกต้อง



4. เขียนเส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กสองแท่งที่เหมือนกันทุกประการ และวางทำมุมฉากกัน ดังรูป

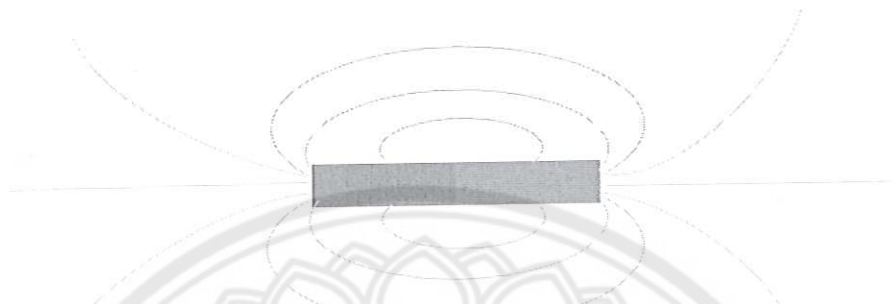


5. เมื่อนำปลายของแท่งโลหะสามแท่งดังรูป มาวางใกล้กันผลคือ เมื่อ A และ B ใกล้กัน A กับ B ดูดกัน เมื่อ A กับ C ใกล้กัน A กับ C ดูดกัน แต่เมื่อ C กับ D ใกล้กัน C กับ D ผลักกัน จากข้อมูลนี้ แท่งโลหะใดเป็นแท่งแม่เหล็ก

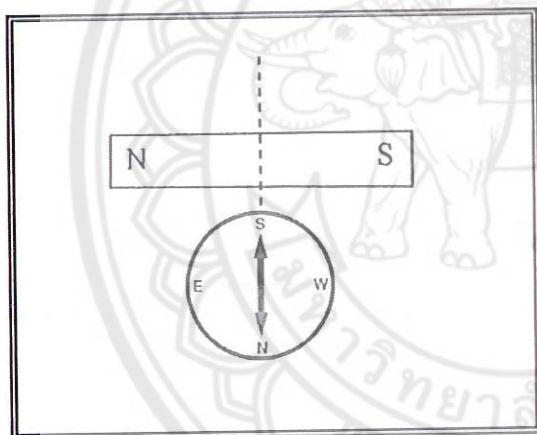


ตอบ.....

6. เขียนชนิดของขั้วแม่เหล็กในรูป โดยสังเกตจากการวางตัวของเข็มทิศแล้วใส่ลูกศรกำหนดทิศของเส้นสนามแม่เหล็กในรูปให้สมบูรณ์

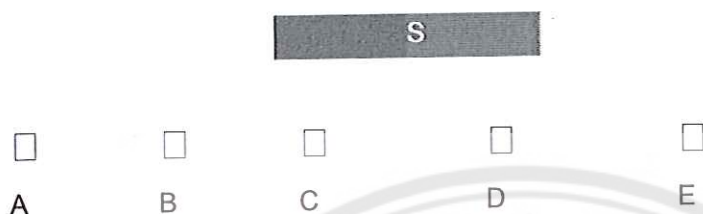


7. โดยปกติเข็มทิศจะวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เมื่อนำเข็มทิศมาวางใกล้ ๆ กับกึ่งกลางแท่งแม่เหล็กที่ตำแหน่งดังรูป เข็มทิศจะชี้ลักษณะใด จงวาดรูปประกอบ



ตอบ.....

8. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง เหมือนกันทุกประการวางขนานกันตามรูป ตำแหน่งตามข้อใดที่สนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กทั้งสองหักล้างกันเป็นศูนย์ พร้อมเขียนแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็ก



ตอบ.....

9. เส้นแรงแม่เหล็กใช้สำหรับบอกสิ่งใด

ตอบ.....

10. แท่งโลหะกับแท่งแม่เหล็กที่มีรูปทรงเหมือนกันทุกประการ จะทราบอย่างไรว่าแท่งใดเป็นแม่เหล็ก

ตอบ.....

11. ช้อนเงิน ทองเหลือง สังกะสี และนิกเกิลที่มีรูปร่างเหมือนกัน ต่างก็ชุบด้วยโครเมียม ซึ่งเป็นโลหะที่ไม่ใช่สารแม่เหล็กจะแยกช้อนนิกเกิลออกมาได้อย่างไร

ตอบ.....

12. สุนามแม่เหล็กโลกมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างไร

ตอบ.....
.....
.....
.....



รายวิชาวิทยาศาสตร์ (พื้นฐาน)	อนุทิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ประจำวันที่...../...../.....
ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....ห้อง..... เลขที่.....		

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกเพื่อสะท้อนผลการการเกิดธรรมชาติ
วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาและปรับปรุง วิธีการทำให้เกิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป
การเขียนอนุทินครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนน

1. นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น
การเรียงตัวของผดตะไคร้ในสนามแม่เหล็ก เป็นต้น โดยมีหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือต่าง
มาพิสูจน์ข้อเท็จจริงใช่หรือไม่

2. นักเรียนทำการทดลองโดยการอาศัยการสังเกต การรวบรวมข้อมูล มาอธิบาย ทิศทางของ
ภายนอกแท่งแม่เหล็กและภายในแท่งแม่เหล็ก ได้หรือไม่ อย่างไร

3. จากการทำกิจกรรมเรื่อง เล่นสนามแม่เหล็ก ซึ่งพบว่าทิศทางของเส้นสนามแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ นักเรียนคิดว่าทฤษฎีเรื่องทิศทางของเส้นสนามแม่เหล็ก สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล

.....

.....

.....

.....

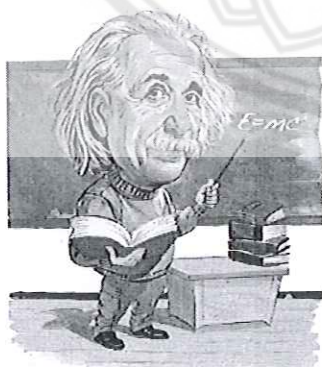
4. ในตำราเรียนที่เราศึกษาพบว่า แรงแม่เหล็กจะมีทิศออกจากขั้วเหนือ 'ไปยังขั้วใต้' หลักฐานอะไรที่ให้นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรมายืนยันทิศทางของสนามแม่เหล็ก

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค แบบประเมินที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้วยกลวิธีการสอนแบบการทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจงโปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีเหมาะสมหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน
ช่องคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสมมาก
3 หมายถึง เหมาะสมในระดับพอใช้
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นจาก ผู้เชี่ยวชาญ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 ใจความถูกต้อง					
1.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด / มาตรฐานการเรียนรู้					
1.3 เหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของผู้เรียน					
1.4 เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา					
1.5 มีความชัดเจน ไม่สับสน และน่าสนใจ					
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 ประเมินผลได้					
2.2 สามารถบรรลุพฤติกรรมที่คาดหวังได้					
2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
2.4 ครอบคลุมด้านความรู้ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม					

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นจาก ผู้เชี่ยวชาญ				
	5	4	3	2	1
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 การสอนแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Predict, observe, explain หรือ POE มีลำดับขั้นตอนการสอนที่เหมาะสม					
3.2 ในกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเต็มที่					
3.3 ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองอย่างครอบคลุม					
3.4 ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict, observe, explain หรือ POE					
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict, observe, explain หรือ POE สามารถนำมาปรับใช้กับเนื้อหาเรื่อง แรงในธรรมชาติ ได้อย่างเหมาะสม					
3.6 กิจกรรมและภาระงานเหมาะสมกับผู้เรียน					
4. ด้านสื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้					
4.1 ผู้สอนและผู้เรียนใช้สื่อในการทดลองและนำเสนอสถานการณ์อย่างเหมาะสม					
4.2 ผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์ในการทำทดลองได้อย่างเหมาะสม					
4.3 ได้รับความสนใจของผู้เรียนด้วยแหล่งเรียนรู้จากหลากหลายทาง เช่น การเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ การนำเสนอผลการทดลองของเพื่อนแต่ละกลุ่ม เป็นต้น					
5. ด้านการวัดและประเมินผล					
5.1 มีการประเมินผลระหว่างเรียนเช่น การตอบคำถาม การบันทึกผลการทดลอง และการทำใบงาน					
5.2 มีการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหลังเรียนโดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60					
รวม					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ทำเครื่องหมาย / ในช่อง +1 เมื่อคิดเห็นว่าเป็นความสอดคล้อง

ทำเครื่องหมาย / ในช่อง 0 เมื่อคิดเห็นว่าเป็นไม่แน่ใจ

ทำเครื่องหมาย / ในช่อง -1 เมื่อคิดว่าแบบวัดไม่สอดคล้อง

ประเด็นธรรมชาติ วิทยาศาสตร์	คำถามแบบวัด NOS	คะแนนจาก ผู้เชี่ยวชาญ		
		+1	0	-1
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์	1. ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจาก สาขาวิชาอื่น (เช่น ภาษาไทย ศาสนา ปรัชญา)			
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติ	2. การทดลองคืออะไร			
การแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี	3. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึง ปัจจุบันได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว ใช่หรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ			
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่าง หนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือ เหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี	4. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอ โครงสร้างของอะตอมว่า "ตรงกลางเป็น นิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็น กลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรรอบๆ นิวเคลียส" นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้าง ดังกล่าวเป็นเช่นนั้น			

ประเด็นธรรมชาติ วิทยาศาสตร์	คำถามแบบวัด NOS	คะแนนจาก ผู้เชี่ยวชาญ		
		+1	0	-1
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน	5. นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทาง วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันและมี ความสัมพันธ์กันหรือไม่ จงอธิบายพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ			
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้	6. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎี วิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่ง ตาม ความเชื่อของนักเรียน ☐ ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้ อธิบายว่าเหตุใดจึง คิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ☐ ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ก) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึง เปลี่ยนแปลง ข) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้น ๆ ต้อง เปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการ ยกตัวอย่าง			
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่าง หนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือ เหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี	7. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ มักนิยาม "สปีชีส์" ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต ที่มีลักษณะเหมือนกัน และสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็น หมัน" นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้ อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น			

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	คำถามแบบวัด NOS	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ		
		+1	0	-1
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ มีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	8. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการใน ขั้นตอนต่างๆ ของการทดลองหรือการ แสวงหาคำตอบหรือไม่ โดยให้นักเรียน ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับ ความคิดเห็นของนักเรียน และอธิบาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบในแต่ละข้อ			
การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและ อนุมานแตกต่างกัน	9. เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อ ประมาณ 65 ล้านปีก่อนในบรรดา สมมติฐานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์ เสนอเพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์มีอยู่ เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการ สนับสนุนอย่างกว้างขวาง - สมมติฐานแรกเสนอว่ามีอุกกาบาต ขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อน นำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็น สาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ - สมมติฐานที่สองเสนอว่าเกิดภูเขาไฟ ปะทุครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกต และลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุด เดียวกันในการสร้างสมมติฐานนักเรียน คิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะ ยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่น ข้างต้นหรือไม่เพราะเหตุใด			

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	คำถามแบบวัด NOS	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ		
		+1	0	-1
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	10. "อรชนกเป็นนักสัตววิทยาในการวิจัยของเธอจำเป็นต้องฆ่าหนูเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษาอรชนกนับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามากซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต" นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนกจะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่อย่างไรจงอธิบาย			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ง ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง เส้นสนามแม่เหล็ก

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
1	สาระสำคัญ							
	1.1 ใจความถูกต้อง	3	4	4	4	3.75	0.50	เหมาะสมมาก
	1.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด / มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	1.3 เหมาะสมกับระดับชั้น เรียนของผู้เรียน	4	4	4	5	4.00	0.50	เหมาะสมมาก
	1.4 เวลาเรียนเหมาะสมกับ เนื้อหา	4	5	5	4	4.50	0.57	เหมาะสม มากที่สุด
	1.5 มีความชัดเจน ไม่สับสน และน่าสนใจ	3	4	4	4	3.75	0.50	เหมาะสมมาก
	สรุป					4.20	0.41	เหมาะสมมาก
2	จุดประสงค์การเรียนรู้							
	2.1 ประเมินผลได้	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	2.2 สามารถบรรลุพฤติกรรม ที่คาดหวังได้	4	5	4	4	4.00	0.50	เหมาะสมมาก
	2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	2.4 ครอบคลุมด้านความรู้ คุณธรรมจริยธรรม และ ค่านิยม	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	สรุป					4.75	0.13	เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
3	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้							
	3.1 การสอนด้วยกลวิธีแบบ POE มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	5	4	5	5	4.75	0.50	เหมาะสม มากที่สุด
	3.2 ในกลวิธีการสอนนักเรียนได้มี ส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเต็มที่	4	5	4	5	4.50	0.57	เหมาะสม มากที่สุด
	3.3 ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ธรรมชาติวิทยาสาตรมาอธิบายผล การทดลองอย่างครอบคลุม	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	3.4 ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ธรรมชาติวิทยาสาตรด้วยกลวิธีการ สอนแบบ POE	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	3.5 กลวิธีการสอนแบบ POE สามารถนำมาปรับใช้กับเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ได้อย่าง เหมาะสม	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
	3.6 กิจกรรมและภาระงานเหมาะสม กับผู้เรียน	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
	สรุป					4.54	0.18	เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
4	ด้านสื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้							
	4.1 ผู้สอนและผู้เรียนใช้สื่อในการ ทดลองและนำเสนอสถานการณ์ อย่างเหมาะสม	4	4	5	4	4.25	0.50	เหมาะสม มาก
	4.2 ผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์ในการทำ การทดลองได้อย่างเหมาะสม	4	5	4	5	4.50	5.77	เหมาะสม มากที่สุด
	4.3 เข้าความสนใจของผู้เรียนด้วย แหล่งเรียนรู้จากหลากหลายทาง เช่น การเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ การนำเสนอผลการทดลองของเพื่อน แต่ละกลุ่ม เป็นต้น	5	5	4	5	4.75	0.5	เหมาะสม มากที่สุด
	สรุป					4.50	0.52	เหมาะสม มากที่สุด
5	ด้านการวัดและประเมินผล							
	5.1 มีการประเมินผลระหว่างเรียน เช่น การตอบคำถาม การบันทึกผล การทดลอง และการทำใบงาน	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
	5.2 มีการประเมินผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้การสอนหลังเรียนโดยเทียบ เกณฑ์ร้อยละ 60	4	4	5	4	4.25	0.50	เหมาะสม มาก
	สรุป					4.63	0.52	เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 29 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ข้อย่อย ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องให้ หลักฐานเชิงประจักษ์	1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติ	2	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีหลากหลายวิธี	3	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่ง ของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำ ด้วยทฤษฎี	4	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน	5	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้	6	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่ง ของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำ ด้วยทฤษฎี	7	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ข้อย่อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ มีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	8	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและ อนุมานแตกต่างกัน	9	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคม ที่ซับซ้อน	10	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง