



ใบรับรองวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับ
การสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
The Development of the Ability to Teach Nature of Science Using Explicit-Reflective
Approach to Enhance High School Student' Understanding of Nature of Science in
Heredity Learning Unit

นามผู้วิจัย นางสาวเอี่ยมพร ปราสาทสูง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์มิ่งขวัญ นิพัทธ์วัชนะผล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับ
การสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการจัดการเรียนรู้
เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

The Development of the Ability to Teach Nature of Science Using Explicit-Reflective
Approach to Enhance High School Student' Understanding of Nature of Science in
Heredity Learning Unit

โดย

นางสาวเอี่ยมพร ปราสาทสูง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอี่ยมพร ปราสาทสูง 2557: การพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ปร.ค. 135 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สะท้อนการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น 2 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ใช้กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman (2002) โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) บันทึกหลังสอน อนุทิน วิเคราะห์ข้อมูลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์เนื้อหา และจัดกลุ่มคำตอบโดยพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันร่วมกับการใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ให้ค่าน้ำหนัก และแปลงค่าแต่ละกลุ่มคำตอบ วิเคราะห์ข้อมูลแนวปฏิบัติที่ดี โดยวิเคราะห์อุปนิสัย สรุปข้อค้นพบเกี่ยวกับการสอนแต่ละครั้ง ตรวจสอบ ทำซ้ำหาข้อสรุปทั่วไป

ผลการค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการสอน คือ การนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันการใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์ มาอภิปรายและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้พบว่าหลังเรียน นักเรียนพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดคือ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน ส่วนองค์ประกอบสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่นคือ กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

Aeumporn Prasatsoong 2014: The Development of the Ability to Teach Nature of Science Using Explicit-Reflective Approach to Enhance High School Student' Understanding of Nature of Science in Heredity Learning Unit. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Prongprapan Pongsophon, Ph.D. 135 pages.

This project is an action research aiming to 1) reflect, analyze, and synthesize a good practice of integrating nature of science (NOS) in Genetics Learning Unit using explicit reflective approach and 2) examine the effect of this approach on Grade 10 students' understanding of NOS (N = 35). The study took place at two classrooms in a school located Khon Khen province. Adopting Lederman's framework of NOS (2002) and his instrument, VNOS-C, the students' understanding were measured and cross-checked with the data from various other sources; teachers' note, and student journals. The students' responses to VNOS-C were categorized according to the degree of congruence with the consensus view. The frequencies and percentages of each category before and after the instruction were compared. The ordinal data were also transformed to continuous one, so the mean scores can be figured out and compared. Data regarding the good practice were analyzed using inductive method, so general pattern of effective teaching could be drawn from critical reflections from repeated cycles of action research.

For a good practice of explicit-reflective approach, the teacher should use daily life situation, the biography of prominent scientists in the past and historical events as agents from which the students can make a connection, discuss and draw a conclusion on the target NOS tenet. It also found that the students developed understanding of all tenets of NOS after instruction with the tenets of Creativity and Imagination and Empirical Evidence having highest average scores. The difference between Scientific Law and Theories, however, was found to be a difficult NOS tenet to teach and learn.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกจาก ผศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร. มิ่งขวัญ นิพิฐวัธนะผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน โดยเฉพาะสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ ประสิทธิ์ประสาทความรู้วิทยาการต่างๆ แก่ผู้วิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลา และคำแนะนำที่ดีในการพัฒนาเครื่องมือในการทำวิจัย

คุณประโยชน์ที่อาจมีต่อผู้อื่นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแก่ผู้ที่คอยสนับสนุน ห่วงใยและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

เอี่ยมพร ปราสาทสูง

ตุลาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
-------------	-----

สารบัญภาพ	(5)
-----------	-----

บทที่ 1 บทนำ	1
--------------	---

ความสำคัญของปัญหา	1
-------------------	---

คำถามของการวิจัย	4
------------------	---

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
-------------------------	---

ขอบเขตของการวิจัย	5
-------------------	---

นิยามศัพท์	5
------------	---

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
---------------------------	---

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	8
-----------------------	---

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	9
------------------------	---

รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	21
------------------------------------	----

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
-----------------------	----

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
----------------------------	----

บริบทที่ศึกษา	32
---------------	----

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพ	35
--	----

การเก็บข้อมูล	43
---------------	----

การวิเคราะห์ข้อมูล	46
--------------------	----

เทคนิคการสร้างความไว้วางใจในผลการวิจัย	48
--	----

การเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการนำหลักจริยธรรมทางการวิจัยมาใช้	49
---	----

บทที่ 4 ผลการวิจัย	50
--------------------	----

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน	50
---------------------------------------	----

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	60
---	----

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	100
-------------------------------------	-----

สรุปผลการวิจัย	100
----------------	-----

ข้อเสนอแนะ	108
------------	-----

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง	110
ภาคผนวก	116
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	117
ภาคผนวก ข แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	119
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	124
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	135

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงแผนรายหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	37
2	แผนรายหน่วยแสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	38
3	วิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS- C	41
4	แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มคำตอบต่างๆ และคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนรวม ก่อนจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	61
5	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)	64
6	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)	65
7	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 3 มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อการอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)	66
8	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 4 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 5 บริบททางสังคมและวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)	68
10	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 6 การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)	69
11	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 7 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)	70
12	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 8 วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)	71
13	แสดงการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจากการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนแนวความคิด (Explicit-Reflective approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงทรัพยากรการจัดการเรียนรู้ภายในห้องปฏิบัติการชีววิทยา	35
2	แสดงวงจรปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียนและขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล	46
3	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ข้อคำถามที่ 5 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	78
4	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ข้อคำถามที่ 9 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	79
5	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) ข้อคำถามที่ 1 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	81
6	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบมุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อการอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ข้อคำถามที่ 2 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
7	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบมุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ข้อคำถามที่ 7 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้ง ร่วมกับการสะท้อนความคิด	85
8	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) ข้อคำถามที่ 6 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้ง ร่วมกับการสะท้อนความคิด	88
9	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบบริบททางสังคม และวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) ข้อคำถามที่ 8 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้ง ร่วมกับการสะท้อนความคิด	90
10	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) ข้อคำถามที่ 11 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้ง ร่วมกับการสะท้อนความคิด	93
11	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบกฎและทฤษฎี เป็นความรู้ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ข้อคำถามที่ 3 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้ง ร่วมกับการสะท้อนความคิด	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบกฎและทฤษฎีเป็น ความรู้ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ข้อคำถามที่ 4 ในแบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอน แบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	96
13	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบวิทยาศาสตร์มี วิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) ข้อคำถามที่ 10 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด	99

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีคุณค่าต่อมนุษย์ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นในด้านสังคม เศรษฐกิจ การแพทย์ การศึกษา เป็นต้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ดังนั้นการรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยคัดเลือกเทคโนโลยีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศให้มีความเหมาะสมสำหรับสังคมไทย (ยงยุทธ ยุทธวงศ์, 2554) อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและสะท้อนแนวโน้มของสังคมทั้งในส่วนท้องถิ่นและส่วนที่เป็นสากล สังคมทั่วโลกมีความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนา ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา เมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วประเทศไทยยังต้องพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์อีกมาก (มูลนิธิบัณฑิตสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2543) ดังนั้นเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในด้านวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยต้องเตรียมการศึกษาเพื่อส่งเสริมความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ให้กับประชาชนเพื่อให้สามารถนำวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในสังคม

ในหลายประเทศได้มีการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (McComas, 1998) เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระที่ 8 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มีสาระว่า ให้ผู้เรียนเข้าใจความเป็นวิทยาศาสตร์ซึ่งครอบคลุมความรู้ในเรื่องลักษณะความรู้ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ชุมชนนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555: 164) เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate person) คือเป็นผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสาร การวิพากษ์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science: AAAS, 1993) และสามารถแยกแยะระหว่างสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันในสังคมไทยมีการโฆษณาชวนเชื่อเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์เทียม (Pseudoscience) อยู่จำนวนมาก ดังตัวอย่าง น้ำหมักชีวภาพที่สามารถรักษาโรค เครื่องตรวจจับระเบิด การฉีดสารเคมีเข้าสู่ร่างกายเพื่อช่วยทำให้ผิวขาวใส เป็นต้น หากประชาชนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วก็จะทำให้เกิดความหลงเชื่อคำโฆษณาที่เกินจริงส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกาย สุขภาพจิต เสียเวลา และเสียทรัพย์สิน ความไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของประชาชนมีผลทำให้ตัดสินใจเลือกวิทยาศาสตร์เทียม (Pseudoscience) คือ สิ่งที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่ดูเหมือนว่าเป็นแต่แท้จริงไม่เป็นวิทยาศาสตร์ (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555: 164) ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ นอกจากนั้นแล้วการไม่รู้วิทยาศาสตร์ยังส่งผลต่อสังคมและส่งผลต่อประเทศชาติในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ

จากการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2556 จำนวน 42 คน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ โดยเฉพาะองค์ประกอบที่ว่า มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observation and Inferences) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่าง (Theories and Laws) และในหลายงานวิจัยได้พบประเด็นความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องในองค์ประกอบที่ว่า ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี (สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคน และพรทิพย์ ไชยโส, 2552; Ryan and Aikenhead, 1992; Dogan and Abd-El-Khalick, 2008) วิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน (สรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคน และอรุณี อิงคากุล, 2548; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; Ryan and Aikenhead, 1992) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตและการลงความเห็น การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Khishfe and Abd-Khalick, 2002)

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนของผู้วิจัยและจากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องของผู้เรียน เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาเหตุเกิดจากการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยเองซึ่งมีความไม่สอดคล้องกับการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติที่ไม่มีการหยิบยกสถานการณ์มาให้ผู้เรียนได้อภิปราย สะท้อนความคิด เพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษา

วิธีในการสอนที่จะนำมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตนเองและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ได้มีรายงานการวิจัยในต่างประเทศที่นำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ซึ่งเป็นการสอนที่กำหนดเป้าหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน บูรณาการไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนอภิปรายเชื่อมโยงและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับ (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555: 182-183) นำมาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) นั้นพบว่าในแต่ละระดับชั้นมีจำนวนการทำวิจัยที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ได้ว่าในระดับชั้นประถมศึกษา มีงานวิจัยของ Khishfe and Abd-Khalick (2002) พบว่าการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียน ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพบผลการวิจัยว่าการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Khishfe and Lederman, 2006; Mustafa Serdar, 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwartz, Lederman, Khishfe, Mathews and Lin (2002) ซึ่งได้ผลการศึกษาว่าการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งงานวิจัยในต่างประเทศที่กล่าวมานั้นให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับงานวิจัยในประเทศที่ทำการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยวิธีการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบหลังทำกิจกรรมการเรียนการสอน (กาญจนา มหาลี, 2553)

จากข้อมูลงานวิจัยดังที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดกับของนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แต่จะพบว่าการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเนื้อหาชีววิทยาซึ่งมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น เช่น งานวิจัยของอังคณา ปัทมพงศา (2555) ที่พัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์แสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งของนักเรียน

มัธยมศึกษาตอนปลาย ความรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสำคัญต่อการศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง และเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะทำการศึกษการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนแนวความคิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนอยู่ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและเพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาการสอนของครูที่ทำการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้นำข้อมูลการศึกษามาใช้พัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

คำถามของการวิจัย

1. แนวปฏิบัติที่ดีในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ในหน่วยการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมควรเป็นอย่างไร
2. การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนากิจการเรียนรู้อองผู้วิจัยให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขยายโอกาส ขนาดกลาง สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ในจังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 35 คนเป็นนักเรียนชายจำนวน 16 คน นักเรียนหญิงจำนวน 19 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการสอน คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ครอบคลุมแนวคิดหลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ตามหลักสูตรหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งอยู่ในสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. เวลา ที่ดำเนินการวิจัยคือในช่วงเดือนมิถุนายน- เดือนกันยายน ซึ่งเป็นเวลาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

นิยามศัพท์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์แสดงออกโดยการตอบคำถามในชั้นเรียน การเขียนอนุทิน บันทึกหลังเรียน การตอบคำถามในแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS(C) ของ Lederman (2002) มีองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)
3. มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)
4. การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)

5. บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)

6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)

7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)

8. วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสอนซ่อนความคิด (Explicit - Reflective Approach) หมายถึง การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีกำหนดเป้าหมายในการสอน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนล่วงหน้าทั้งในระดับรายหน่วย และรายคาบ บูรณาการไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในระดับรายหน่วย สอนองค์ประกอบ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครบถ้วนทุกองค์ประกอบ สอนองค์ประกอบเดิมซ้ำโดยใช้ตัวอย่างที่หลากหลาย ในระดับรายคาบ มีการกำหนดในจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูให้นักเรียนอภิปรายเชื่อมโยงและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับ

แนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการสอนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสอน แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) หมายถึง การวางแผน และการปฏิบัติการสอน เทคนิคการสอน ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับบริบทที่ ศึกษาสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการที่ครูได้วางแผน สังเกต บันทึก สะท้อนความคิด หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องโดยใช้การบันทึกหลังสอน การบันทึกวิธีดีของการสอน ผ่านการตรวจสอบ ยืนยัน จนแน่ใจว่า เทคนิค และแนวปฏิบัติดังกล่าวมี ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนการสอนสำหรับครูชีววิทยาในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาชีววิทยา
2. เป็นแนวทางสำหรับนักการศึกษา นักพัฒนา ครู ผู้ออกแบบพัฒนาหลักสูตรและแบบเรียน เพื่อออกแบบโปรแกรมหลักสูตร ตำราเรียนที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3.1 กรอบแนวคิดของ Science for All American (AAAS, 1990)

1.3.2 กรอบแนวคิดของ Lederman (2002)

1.3.3 กรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2551)

1.4 การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจน (Explicit approach) และการจัดการเรียนแบบนัย (Implicit approach)

2.2 การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (integrated) และ การจัดการเรียนรู้ที่ไม่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (non-integrated)

2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (Historical Approach)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายที่หลากหลายดังนี้

Lederman (1992) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หมายถึง ญาณวิทยา (epistemology) ของวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือค่านิยมความเชื่อเพื่อนำมาพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Khalick, Bell and Lederman (1997) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ญาณวิทยา (epistemology) ของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือคุณค่าและความเชื่อในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

Schwartz, Lederman and Crawford (2004) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณค่าและรากฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ตลอดจนการได้ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงขนบธรรมเนียมและหลักจริยธรรมร่วมกันในการพัฒนาแนวคิด และความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากวิชาสาขาอื่น คือเป็นคำนิยาม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์คือใครและทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม ซึ่งจะแฝงอยู่ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การมองในเชิงปรัชญาที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

สุภารัตน์ น้อยนาง (2554) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลาที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรมและมีความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

จากความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่ได้กล่าวสามารถสรุปความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรม นอกจากนั้นแล้วยังรวมถึงความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะที่เฉพาะของวิทยาศาสตร์จึงทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากสาขาวิชาอื่น

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1989) วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้เพื่อใช้อธิบาย และทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส (2555: 5-8) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการเรียนรู้ และความสนใจในวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ สุทธิดา จำรัส ยังได้กล่าวให้เหตุผลว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate person) คือมีความสามารถในการสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์รอบๆ ตัว ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิพากษ์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านสื่อต่างๆ การใช้ชีวิตประจำวัน การแก้ไขปัญหา ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับท้องถิ่น และระดับชาติ หรืออาจกล่าวได้ว่าบุคคลจะรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เลย หากขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2545) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ต้องสอนให้ผู้เรียนได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรมและการดำรงชีวิต ในทางกลับกันสังคมและวัฒนธรรมก็ส่งผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน หากการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ทุกคนก็จะเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่งผลให้เกิดช่องว่างระหว่างคนในสังคม

จากข้อมูลดังกล่าวมาสามารถสรุปความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และร่วมตัดสินใจเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดจากประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้อธิบายถึงขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

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

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) คือ เจตคติพื้นฐาน วิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ 4 ประเด็น ดังนี้

1.1 เราสามารถทำความเข้าใจโลกได้ (The World Is Understandable) วิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่ามีแบบแผนแน่นอน สามารถเข้าใจได้ โดยการศึกษาที่เป็นระบบอย่างละเอียดรอบคอบ การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยและสติปัญญาของมนุษย์

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Scientific Ideas Are Subject To Change) วิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้จากการสังเกตอย่างรอบคอบและสร้างทฤษฎีมาอธิบายปรากฏการณ์นั้น การเปลี่ยนแปลงความรู้หรือทฤษฎีสามารถเกิดขึ้นได้หากมีทฤษฎีใหม่ที่อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีและครอบคลุมมากกว่าทฤษฎีเดิม

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (Scientific Knowledge Is Durable) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบส่วนใหญ่แล้วมีความคงทนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง นอกจากนั้นการพัฒนาหรือขยายความคิดจากทฤษฎีเดิมมีจำนวนมากว่าที่จะยกเลิกทฤษฎีเดิมจึงทำให้ทฤษฎีเดิมนั้นยังเป็นที่ยอมรับและยังคงอยู่

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

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) วิทยาศาสตร์มีความเชื่อเกี่ยวกับหลักฐาน หลักการและเหตุผล การใช้สมมติฐานและทฤษฎีพื้นฐาน แต่นักวิทยาศาสตร์ก็มีวิธีการในการศึกษาค้นคว้าที่แตกต่างกัน การค้นพบความรู้ใหม่ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อาศัยการสังเกตเพียงอย่างเดียว และไม่มีแบบแผนที่แน่นอน

2.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนหลักฐานเชิงประจักษ์ (Science Demands Evidence) ความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ การอ้างอิงข้อมูล หลักฐานที่ถูกต้องซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การใช้เครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการสังเกต

2.2 นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทั้งเหตุผลและจินตนาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is a Blend of Logic and Imagination) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยจินตนาการเพื่อใช้สร้างสมมติฐาน ทฤษฎีหรือการเขียนอธิบายผลงานอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ควบคู่กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอน

2.3 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์คืออธิบายหรือทำนาย (Science Explains and Predicts) นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยการสร้างคำเพื่ออธิบายซึ่งต้องอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับ หลักการหรือทฤษฎีที่นำมาอธิบายต้องแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติอย่างมีเหตุผล

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

2.5 ความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์อาวุโสหรือผู้มีอำนาจไม่ได้กำหนดความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Is Not Authoritarian) วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ ตรวจสอบได้ และความคิดเห็นซึ่งได้จากผู้ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทาง นักวิทยาศาสตร์ไม่มีอำนาจตัดสินใจแทนบุคคลอื่นได้ว่าสิ่งใดจริงหรือสิ่งใดไม่จริง สิ่งใดผิดหรือสิ่งใดถูก

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) วิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของบุคคลและเป็นรูปแบบหนึ่งขององค์กร กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ทุกคนได้เข้าไปมีส่วนร่วม นอกจากนั้นกิจกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรม และจริยธรรม

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ประกอบกับนักวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย มีทั้งชายและหญิง หน้าใหม่และอาวุโส หลายเชื้อชาติ มีการรวมตัวกันทั้งแบบเป็นทางการไม่เป็นทางการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ทำงานร่วมกัน (Science Is a Complex Social Activity) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการทำงานที่หลากหลายวิธีการและดำเนินงานภายใต้หลักสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับ วิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์

เป็นพื้นฐานของทุกอาชีพ การเผยแพร่ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดโอกาสในการได้รับการวิพากษ์วิจารณ์จากนักวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิทยาศาสตร์มีการแบ่งสาระเป็นหลายสาขาวิชา มีการสอนและทำวิจัยในสถาบันการศึกษา หน่วยงานรัฐและเอกชน (Science Is Organized Into Content Disciplines and Is Conducted in Various Institutions) วิทยาศาสตร์ถูกแบ่งเป็นสาขาต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาในความเป็นจริงวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขา มีความเกี่ยวข้องกันไม่สามารถแยกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่น สาขาวิชาฟิสิกส์อาจจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับสาขาเคมี สาขาดาราศาสตร์ และสาขาธรณีวิทยาในขณะที่สาขาเคมีอาจเข้าไปเกี่ยวข้องกับสาขาชีววิทยา จิตวิทยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสาขาวิชาใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ดาราศาสตร์และชีววิทยาสังคม สาขาวิชาที่ก้าวหน้าและถูกแบ่งออกเป็นวิชาย่อยๆ ซึ่งจะกลายเป็นสาขาวิชาหลักในเวลาต่อมา

3.3 นักวิทยาศาสตร์ประพฤติตนตามจริยธรรมและจรรยาบรรณผู้ประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์ (There Are Generally Accepted Ethical Principles in the Conduct of Science) นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม และมีธรรมเนียมปฏิบัติในเรื่องของการบันทึกข้อมูลที่ต้อง ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างในการยอมรับการตรวจสอบ การวิพากษ์วิจารณ์ของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน ซึ่งในบางครั้งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ก็มีการแข่งขันจึงต้องปิดบังการค้นพบซึ่งทำให้มีผลต่อการเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และถูกดำเนินอย่างมาจกประชาคมวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

3.4 นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่สองบทบาทในสังคมคือ ผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง (Scientists Participate in Public Affairs Both as Specialists and Citizens) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมของสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและในฐานะที่เป็นพลเมือง นักวิทยาศาสตร์นำทักษะการวิเคราะห์มาช่วยเหลือสังคมโดยการอธิบายเพื่อให้สังคมเข้าใจถึงสาเหตุ แต่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถระบุหรือชี้ชัดถูกผิดกับเรื่องราวที่เกิดขึ้นได้หรือเรื่องที่อยู่นอกเหนือจากความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ก็เป็นพลเมืองทั่วไปที่บางครั้งอาจมีอคติ ซึ่งอาจจะเกิดจากตัวบุคคล หน่วยงาน องค์กร ความสนใจหรือข้อผูกมัด ทำให้เกิดความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือและไม่สามารถนำมาใช้ตัดสินใจได้แน่ชัด

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กำหนดกรอบขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเด็นดังรายละเอียดดังนี้

กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman (2002) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล
3. มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิด กฎ ทฤษฎี ค่านิยม ความเชื่อและประสบการณ์ของแต่ละกลุ่มมีผลทำให้มุมมองในการตีความข้อมูลนั้นแตกต่างกันด้วย
4. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่กับการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลในทุกขั้นตอน
5. บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) ค่านิยม ความเชื่อ มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุปโดยใช้ประสบการณ์เดิม ความรู้
7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

8. วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 12 ข้อ ดังนี้

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องการพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างพอเพียง
4. เลือกวัสดุเทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล
6. จัดกระทำข้อมูลโดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม
7. วิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่
นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น
และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุมีผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิง
หรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลง
ได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่าง
ระมัดระวังอันจะนำไปสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงานเขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของ
โครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากการพิจารณากรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า กรอบแนวคิดของ
AAAS (1990) มีความกว้างในเรื่องขององค์ประกอบในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งในแต่ละด้าน
ก็ประกอบด้วยหลายองค์ประกอบย่อยด้วยกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ซึ่งได้บรรจุไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เมื่อพิจารณาดูในแต่ละข้อ
จะพบว่าส่วนมากแล้วเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เน้นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ส่วนกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman (2002) มีองค์ประกอบ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 8 องค์ประกอบซึ่งครอบคลุมความเป็นธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน
สามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้น (Lederman *et al.*, 2002; McComas, 2005) และ
เป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากนั้นยังมีเครื่องมือวัด VNOS-C ที่สามารถนำมาใช้วัดได้
ครอบคลุมองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) ดังนั้นผู้วิจัยจึง
ได้เลือกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) เป็นกรอบในการ
ทำการวิจัยเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัย
ได้ทำการจัดการเรียนการสอน

การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเป็นกรอบในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้

1. Views on Science – Technology – Society (VOSTS) เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Aikenhead and Ryan, 1992:481-482; Lederman *et al.*, 2000: 341) มีลักษณะเป็นข้อคำถามมีตัวเลือกโดยให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในกรอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 องค์ประกอบดังนี้

- 1.1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2 สังคมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.3 โรงเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อสังคม
- 1.4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม
- 1.5 ความรู้ทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.6 วิทยาศาสตร์สร้างความรู้ทางสังคม
- 1.7 เทคโนโลยีสร้างความรู้ทางสังคม
- 1.8 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

2. Nature of Science Test (NOST) เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Billeh และ Hasan ในปี 1975 มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดให้เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ข้อตกลงทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

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

3.1 ความเข้าใจกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

3.2 นักวิทยาศาสตร์

3.3 วิธีการและข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 หลักการทางวิทยาศาสตร์

3.3.2 กลยุทธ์ทางวิทยาศาสตร์

3.3.3 ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3.3.4 ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์

3.3.5 การสร้างความรู้และการพิสูจน์ข้อเท็จจริง

3.3.6 การขัดแย้งทางวิทยาศาสตร์

3.3.7 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.3.8 การเป็นเอกภาพและความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์

4. View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Abd-El-Khalick ในปี 1998 ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดให้เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) ในองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- 4.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 4.2 การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 4.3 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี
- 4.6 วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม

จากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Views on Science – Technology – Society (VOSTS) เป็นแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสังคม ซึ่งมีความครอบคลุมในการวัดการสอนแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) มากกว่าการนำมาใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้คือกรอบของ Lederman (2002) เมื่อพิจารณาแบบวัด Nature of Science Test (NOST) พบว่าเป็นแบบวัดที่ครอบคลุมองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบแล้วยังไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman (2002) ที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในการพิจารณาแบบวัด Test on Understanding Science (TOUS) พบว่าใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 3 องค์ประกอบ และ 8 องค์ประกอบย่อย องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบยัง

ไม่ครอบคลุมในการที่จะวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) ได้ ส่วนแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นคำถามปลายเปิด ข้อคำถามเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดซึ่งแสดงว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก และใช้การสัมภาษณ์ควบคู่กับการเขียน แสดงความคิดเห็น นอกจากนั้นแบบวัดยังมีความครอบคลุมกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ Lederman (2002) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ View of nature of science questionnaire (VNOS-From C) เป็นเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนเพื่อพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีรูปแบบการสอนดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) และการจัดการเรียนรู้แบบนัย (Implicit approach)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) เป็นวิธีการสอนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งครูต้องมีการวางแผนว่าจะสอนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดก่อนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอน (Abd-El-Khalick and Lederman, 2002) สอดคล้องกับ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555:180-181) ที่กล่าวว่า ครูต้องตั้งเป้าหมายการสอนและออกแบบกระบวนการอย่างชัดเจนตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความชัดเจนในตนเองอย่างสม่ำเสมอ หากเกิดความคลาดเคลื่อนครูควรให้ผลสะท้อนกลับทันที

Schwartz, Lederman, and Crawford (2004: 610-645) ที่กล่าวว่า มีการประเมินความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถาม แบบทดสอบ หรือวิธีการอื่นและให้นักเรียนได้อภิปรายเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตอนท้ายชั่วโมงเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูทำหน้าที่วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเขียนประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการสอนด้วย และ Abd-El-Khalick *et al.* (1998: 417-436) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยที่สอนโดยการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) มาใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่ได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการศึกษาในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตและการลงความเห็น ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระหว่างที่ทำการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบและหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective approach) จนครบที่กำหนด พบว่าผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการวิจัยของกาญจนา มหาลี (2553) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน ที่พบว่าก่อนจัดกิจกรรมการสอนนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 35 คน ได้ผลการศึกษาว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

สรุปได้ว่าการสอนแบบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) หมายถึงการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้อภิปรายให้นักเรียนเห็นและเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย (Implicit Approach) เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เองจากการเรียนรู้และทำกิจกรรมการสืบเสาะในชั้นเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้มีกิจกรรมหรือการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน มีงานวิจัยที่ได้

ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย เช่นงานวิจัยของ Bell, Blair, Crawford and Lederman (2003:487-509) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เคยได้รับการฝึกฝนทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องว่าวิทยาศาสตร์มีความคงทนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเข้าใจว่าทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วจะกลายเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าผู้เรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัยไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย (Implicit Approach) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านทางกระบวนการจัดการเรียนและกิจกรรมการสืบเสาะที่จัดขึ้นในห้องเรียนได้เอง โดยไม่มีการสอนที่เน้นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการให้ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือหลังทำกิจกรรมการเรียนการสอน

จากการศึกษาข้อมูลวิธีการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit approach) และ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย (Implicit approach) พบว่าการสอนแบบสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพควรใช้วิธีการสอนแบบชัดแจ้ง เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่มีรูปแบบการสอนที่มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจนในแต่ละแผนการสอน ในระหว่างที่ทำกิจกรรมมีการเชื่อมโยงเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อจะชี้ให้เห็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบอย่างชัดเจน นอกจากนั้นยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555:182-183) ที่ได้กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็นไม่ใช่มุ่งเน้นที่สาระเนื้อหาเพียงอย่างเดียว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนต้องสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติขององค์ความรู้

การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Lederman (2002) เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (integrated) และ การจัดการเรียนรู้ที่ไม่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (non-integrated)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated)

Schwartz and Lederman (2002) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอดแทรกกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนอยู่แล้ว จะช่วยเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งทำให้สาระการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2555: 180-181) ควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปกับสาระวิทยาศาสตร์ต่างๆ ตามปกติ เพื่อสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับสถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา (2555: คำนำ) การจัดการเรียนรู้ต้องสะท้อนลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากการได้มาซึ่งความรู้อื่น นั่นก็คือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องบ่งชี้อย่างเด่นชัดในบทเรียน การจัดการเรียนรู้ปกติในชั้นเรียนมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แฝงอยู่แล้วโดยอัตโนมัติ เพียงแต่ผู้สอนได้ยกองค์ประกอบนั้นให้ปรากฏในบทเรียน และผู้เรียนต้องได้มีโอกาสสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมา มีงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2002) ที่ได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการสอนแบบชัดเจน ที่จัดการเรียนการสอนสอดแทรกกับเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเวลาสองเดือนครึ่ง พบว่านักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งของนักเรียนทั้งหมดมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการวางแผนในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ต้องการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เนื่องจากว่าครูผู้สอนเมื่อเข้าใจแล้วก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ทำการวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำการพิจารณาเชื่อมโยงเนื้อหาเนื้อหาให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหา

3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่ได้ทำการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมที่เลือกควรเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย และเน้นการปฏิบัติการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

4. ทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องกัน

5. จัดให้มีกิจกรรมการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Non-Integrated)

Lederman and Abd-El-Khalick (1998) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมในชั้นเรียนสอดคล้องกับ Durkee (1974) ที่ว่าบรรยายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนในชั้นเรียนตามปกติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ได้แยกจากการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะ การบรรยายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Durkee (1974) ยังได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ลงเรียนวิชาฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ในช่วง 6 สัปดาห์ของการเรียนภาคฤดูร้อน ซึ่งในช่วงสัปดาห์แรกจะทำการเรียนการสอนเกี่ยวกับองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์โดยสอนแยกกับเนื้อหาสาระของฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มีงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2005) ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated) กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Non-Integrated) กับผู้เรียน จำนวน 42 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งในกลุ่มแรกจะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการกับเนื้อหา ส่วนกลุ่มที่ 2 จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันคือภาวะโลกร้อน ใช้เวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ทดสอบความเข้าใจก่อนและหลังเรียนโดยใช้เครื่องมือข้อคำถามปลายเปิด ร่วมกับแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จากผลการศึกษาเปรียบเทียบ

ทั้งสองพบว่าไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม

จากข้อมูลที่กล่าวมาผู้วิจัยได้เลือกที่จะนำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามปกติอยู่แล้วเพียงแต่ครูผู้สอนต้องชี้องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าการจัดการเรียนรู้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมกับการสอนเพราะไม่เป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูและยังสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

การสอนโดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (History of science)

การสอนที่นำประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เช่น กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเรื่องราวหรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Stories of Science and Controversy issues) มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีงานวิจัยของ Lin and Chen (773-792) ซึ่งได้ทำการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่งานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000: 1057-1095) ที่ให้ความเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์นั้น ไม่สามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เนื่องจากประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับประวัติของวิทยาศาสตร์ได้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เสมอไปซึ่งเป็นข้อจำกัดของการใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า การสอนโดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบและสามารถนำมาเชื่อมโยงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบเท่านั้น

จากที่ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มานั้นผู้วิจัยสามารถสรุปกรอบวิธีการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้นั้นควรจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit) เพื่อป่องชี้และสร้างประสบการณ์การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนนอกจากนั้นควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เข้าใจทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเวลาเดียวกัน โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit) บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated) ที่สอนตามปกติอยู่แล้วในชั้นเรียนเพียงแต่ครูผู้สอนได้ชี้ให้ผู้เรียนได้เห็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งแฝงอยู่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนขึ้น นอกจากนั้นแล้วในหน่วยการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งมีหัวข้อประวัติของเมนเดลผู้วิจัยยังสามารถนำวิธีการสอนแบบประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (Historical Approach) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างประสบการณ์ในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการวิเคราะห์การศึกษความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล (2555); สิริินภา กิจเกื้อกุล และคณะ (2548); สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552); Bell *et al.* (2003); Kang Scharmann and Noh (2005); Moss and Robb (2001) ซึ่งทำการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่างานวิจัยที่ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คืองานวิจัยของสิริินภา กิจเกื้อกุล นฤมล ยุตากม และ อรุณี อิงคากุล (2548); สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) และงานวิจัยของ Moss and Robb (2001) นอกจากนั้นงานวิจัยของ สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ยังพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่า การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป งานวิจัยที่พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน ได้แก่งานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล (2555) งานวิจัยที่พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ว่า บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้แก่งานวิจัยของสิริินภา กิจเกื้อกุล และคณะ (2548) สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ซึ่งงานวิจัยของสิริินภา กิจเกื้อกุล และคณะ (2548) ยังได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่านักเรียนที่มีผล

การเรียนรู้ในวิชาชีววิทยาต่ำจะมีความไม่เข้าใจไม่ถูกต้องในองค์ประกอบนี้ นอกจากนั้นงานวิจัยของสุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ยังพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน งานวิจัยของ Kang Scharmann and Noh (2005); Moss and Robb (2001) พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องในองค์ประกอบที่เกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ จากการตรวจสอบงานวิจัยจะพบว่านักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แม้จะเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์มาแล้วจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก็ยังมีมีความเข้าใจธรรมชาติที่ไม่ถูกต้องอยู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าปัญหาความไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาและส่งเสริมให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเพื่อนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการวิเคราะห์งานวิจัยพบว่าในการพัฒนาความความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการสอนในหลายรูปแบบ งานวิจัยของลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล (2555) ใช้วิธีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยแยกสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยจัดเป็นกิจกรรมในช่วงโม่งชุมนุม ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จะมีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถเข้าร่วมทำกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกกิจกรรม งานวิจัยของอังคณา ปัทมพงศา พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) และงานวิจัยของ Cheng (2011) ได้ใช้วิธีการสอนแบบชัดเจนในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ แต่งานวิจัยของ Cheng (2011) ได้ผลที่แตกต่างจากงานของอังคณา ปัทมพงศา พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) ว่าไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อาจเนื่องจากงานวิจัยของอังคณา ปัทมพงศา และคณะ (2555) ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการและได้แนวปฏิบัติที่ดีในการสอนจึงทำให้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบได้ดีกว่างานวิจัยของ Cheng (2011) ซึ่งไม่ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยของ Khishfe *et al.* (2002) และงานวิจัยของ Smith (2010) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบชัดเจนกับวิธีการสอนแบบนัยโดย Smith (2010) ได้ทำการสอนกับเนื้อหาพันธุกรรมและวิวัฒนาการ ซึ่งมีเนื้อหาหาประวัติการทำงานของชาลส์ ดาร์วิน พบว่าการสอนแบบชัดเจนในงานวิจัยของ Khishfe *et al.* (2002) และงานวิจัยของ Smith (2010) สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนัย จากงานวิจัยทั้งสองนี้จะเห็นได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งที่บูรณาการกับเนื้อหาชีววิทยา ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่นๆ ก็สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และยังพบว่างานวิจัยของ Smith (2010) ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rudge and Home (2007) ที่ทำการเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์กับไม่บูรณาการ พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับเนื้อหาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนที่ไม่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์งานวิจัยที่กล่าวมานี้สามารถสรุปได้ว่าการมุ่งพัฒนาผู้เรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องมาเข้าร่วมกิจกรรมชุมชนนั้นพบว่าผู้เรียนบางคนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกกิจกรรม และมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและการเข้าร่วมกิจกรรมซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนและยังเป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูผู้สอนอีกด้วย การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การสอนวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเนื้อหาของประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถหิบบกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบและเป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูผู้สอนในการที่จะต้องจัดกิจกรรมเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการสอนปกติ เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอนแบบนัย กับการสอนแบบบ่งชี้บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องอยู่แล้ว เพียงแต่ครูผู้สอนได้หิบบกองค์ประกอบนั้นมาให้ผู้เรียนได้อภิปราย และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าการสอนแบบบ่งชี้ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนแบบนัย ดังเช่น งานวิจัยของ Khishfe *et al.* (2002), Cheng (2011); Rudge and Home (2007); Smith (2010)

เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อหาที่บูรณาการกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์แสง พันธุกรรม และวิวัฒนาการ จากผลของการศึกษาของงานวิจัยพบว่าการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับหน่วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีววิทยา ซึ่งทั้งสองหน่วยการเรียนรู้จะมีเนื้อหาที่แตกต่างกัน แต่ก็สามารถที่จะนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ แล้วในส่วนของหน่วยการเรียนรู้อื่น เช่นการถ่ายทอด

ลักษณะทางพันธุกรรม เมื่อนำมาบูรณาการการสอนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบปลายเปิด ควบคู่กับการสัมภาษณ์ทำการวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะพบว่าเครื่องมือวัดจะเป็นแบบทดสอบปลายเปิดที่มีการเขียนเพื่อสะท้อนความคิด และเป็นการวัดข้อมูลในเชิงลึก สอดคล้องกับวัยของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ข้อมูลในการนำไปใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา นอกจากนั้นยังไม่เป็นการเพิ่มภาระงานซึ่งสามารถทำวิจัยร่วมกับการสอนปกติของผู้วิจัย การใช้เครื่องมือวัดควรใช้เป็นแบบทดสอบปลายเปิด เพื่อจะได้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นงานวิจัยที่ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ที่มีการประเมินและสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนที่มีลักษณะเป็นวงจรแบบต่อเนื่อง (Spiral of Self Reflection) โดยเริ่มจากการวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผนและการสังเกตผลการปฏิบัติ (Act and Observe) และการสะท้อนความคิด คือการทบทวนอย่างพินิจพิเคราะห์ร่วมกัน (Reflect) การสะท้อนความคิด นำไปสู่การปรับแผน และเข้าสู่วงจรการวิจัยอีกครั้งหนึ่ง จึงถือได้ว่าเป็นกระบวนการต่อเนื่องเป็นเกลียวจนกว่าผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นที่น่าพอใจ (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล, 2544) เพื่อตอบคำถามของงานวิจัย และเนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ต้องการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนในวิชาชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาความสามารถในการสอนซึ่งเป็นงานของผู้วิจัยเอง ดังนั้นแบบแผนการวิจัยนี้จึงเหมาะสมต่อลักษณะงานของผู้วิจัยและช่วยให้ผู้วิจัยบรรลุเป้าหมายของคำถามได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. บริบทที่ศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ของครู (คำถามวิจัยข้อที่ 1)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3 เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (คำถามวิจัยข้อที่ 2)

3. การเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. เทคนิคการสร้างควมไว้วางใจในผลการวิจัย
6. การเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการนำหลักจริยธรรมทางการวิจัยมาใช้

บริบทที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนมัธยมขยายโอกาส สังกัดการปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความเท่าเทียมกันในด้านของการศึกษาซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ที่เข้ามาเรียนจะมีเป็นนักเรียนฐานะค่อนข้างยากจน และทางสถานศึกษาเปิดโอกาสให้กับนักเรียนที่มีความประสงค์จะศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้เข้ามาศึกษา ซึ่งหากเทียบกับโรงเรียนอื่นต้องใช้ค่าใช้จ่ายซึ่งนักเรียนเหล่านี้ไม่ได้มีเงินมากพอที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนเหล่านั้นได้

ผู้วิจัยเป็นครูสอนชีววิทยาและเป็นครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการรับหน้าที่สอนวิทยาศาสตร์รวมทั้งสอนชีววิทยา รวมระยะเวลา 8 ปี ซึ่งตรงกับความถนัดเนื่องจากผู้วิจัยจบวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ผู้วิจัยมีความคุ้นเคยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากรับหน้าที่เป็นครูประจำชั้นและเป็นครูปฏิบัติการสอน

สภาพครอบครัวของผู้เรียนส่วนใหญ่มีฐานะค่อนข้างยากจน ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้าง และเกษตรกรกรรม นักเรียนบางส่วนไม่ได้อาศัยอยู่กับพ่อแม่ ดังนั้นนักเรียนส่วนมากจะหารายได้พิเศษระหว่างหยุด เสาร์ – อาทิตย์ หรือในช่วงตอนเย็นหลังเลิกเรียน เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของพ่อแม่ ซึ่งค่อนข้างเป็นอุปสรรคในการเรียนการสอน นักเรียนบางส่วนหลับในห้องเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีนิสัยค่อนข้างโตในเรื่องของความคิด เนื่องจากสภาพครอบครัวที่ต้องดูแลตัวเองซึ่งผู้ปกครองต้องทำงานเพื่อหาเลี้ยงครอบครัวในเรื่องของการดูแลเอาใจใส่ เวลาไม่ค่อยจะมีมากนัก นักเรียนชายส่วนใหญ่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ค่อนข้างเกร และมีปัญหาด้านการเรียน และการเข้าเรียน มีจิตสำนึกในการช่วยงานโรงเรียน

โรงเรียนเปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 656 คน เป็นโรงเรียนขนาดกลาง ได้เริ่มเปิดการสอนในครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 และเปิดขยายโอกาสในระดับมัธยมศึกษาในปี พ.ศ. 2550 โรงเรียนได้รับเงินสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐบาลและการสนับสนุนจากสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล

โรงเรียนเป็นที่รู้จักของชุมชนในด้านของกิจกรรมและนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและความสามารถพิเศษในด้านของกิจกรรม เช่น วงโยชวาทิต วงดนตรีสากล ลูกทุ่ง สิ่งประดิษฐ์ การแสดง กีฬาเทควันโด กีฬาเปตอง

ปรัชญาโรงเรียน นตฺถิ ปญฺญา สมาอาภา แสงสว่างเสมอด้วยปัญญาไม่มี

บุคลากรครูของโรงเรียนมีจำนวนทั้งหมด 47 คน ครูผู้ชายทั้งหมด 8 คน ครูผู้หญิง 39 คน ครูสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 7 คน ครูสอนวิชาชีววิทยา 2 คน ครูสอนวิชาฟิสิกส์ 1 คน ครูสอนวิชาเคมี 2 คน ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 2 คน ครูในสายวิทยาศาสตร์มีระดับวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาตรี และได้สอนตรงตามสายวิทยาศาสตร์ที่ตนเองถนัด ครูส่วนใหญ่เป็นคนในท้องถิ่นมีความรู้จักสนิทสนมกันเป็นอย่างดี

คุณภาพด้านการศึกษาจากผลการประเมิน O-NET ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในปี 2556 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เกณฑ์คะแนนอยู่ในระดับพอใช้ถึงปานกลาง

สถานที่ตั้งของโรงเรียนทางด้านทิศใต้ติดกับกรมขนส่งของอำเภอ ซึ่งในแต่ละวันจะมีประชาชนมาติดต่อราชการในการทำใบขับขี่จำนวนมาก และทางทิศตะวันออกและทิศเหนือติดกับชุมชนในบางครั้งก็จะมีเสียงดังรบกวนจากเสียงรถจักรยานยนต์ในขณะที่ทำการเรียนการสอน

อาคารเรียนมีทั้งหมด 6 อาคารเรียน อาคารเรียนละ 4 ชั้น แต่ละชั้นมีทั้งหมด 4 ห้อง ห้องปฏิบัติการชีววิทยาอยู่ชั้น 2 ห้องแรกของอาคาร 6 ซึ่งเป็นอาคารเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 และติดกับบันไดขึ้น-ลง ของตึก และติดกับห้องนํ้านักเรียนหญิงและห้องนํ้าครูของชั้น 2 ซึ่งค่อนข้างเสียงดัง เพราะติดกับทางขึ้นลงและผู้ที่มาใช้ห้องนํ้า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีห้องเรียนประจำอยู่ที่ชั้น 3 อาคาร 3 เมื่อถึงชั่วโมงเรียนวิชาชีววิทยาจะต้องเดินจากอาคาร 3 มายังอาคาร 6 เพื่อมาเรียนที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ระยะทางประมาณ 200 เมตร

จำนวนห้องเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งเป็นแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ทั้งหมด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีทั้งหมด 155 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 35 คน ซึ่งเป็นแผนการสอนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 4 ห้อง ประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการเคมี จำนวน 2 ห้อง ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ห้อง และห้องปฏิบัติการชีววิทยา จำนวน 1 ห้อง ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ซึ่งยังไม่มีผ้า màn ปิดกันแสงจากด้านนอก ทำให้ในช่วงเวลาการสอนที่ต้องฉายวิดีโอทัศน์อาจมองภาพไม่ชัดเจน นอกจากนั้นเสียงดังรบกวนจากการเดินขึ้นตึกและเข้าห้องน้ำเนื่องจากห้องปฏิบัติการอยู่ติดกับบันไดขึ้นลงของตึก

ห้องเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชีววิทยา 1 ห้องเรียน แยกจากห้องปฏิบัติการอื่นๆ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการมีกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้งานได้จำนวน 1 ตัว แบบจำลองเซลล์พืช เซลล์สัตว์ ชุดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ชุดการสอนออสโมซิส สไลด์ถาวร ปีกเกอร์ กระชกปิด สารเคมีที่ใช้ในการทดลองไม่มี สื่อการสอนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาส่วนใหญ่จะเป็นแบบจำลอง

เครื่องช่วยสอนในห้องปฏิบัติการชีววิทยา ได้แก่ เครื่องฉาย จอรับภาพ ลำโพง อินเทอร์เน็ต ซึ่งรับสัญญาณจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่อยู่ชั้นบน ซึ่งนำมาใช้ในการค้นคว้าข้อมูลในการสอนวิชาชีววิทยา เช่น การให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับการสอนชีววิทยา แต่สัญญาณยังไม่ดีบางครั้งก็รับได้บ้างไม่ได้บ้าง (ดังแสดงในภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงทรัพยากรการจัดการเรียนรู้ภายในห้องปฏิบัติการชีววิทยา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้แก่ บันทึกหลังการสอนของครู อนุทินของนักเรียน

1. บันทึกหลังสอนของครู เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อให้ผู้วิจัยใช้บันทึกเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำการสังเกตการสอนของตนเองและเขียนบันทึกหลังจากการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง โดยมีกรอบการบันทึก คือ ความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ผลของการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร สภาพทั่วไปของการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรควิธีการแก้ไขปัญหา ผลที่ได้จากการแก้ไขปัญหา และองค์ความรู้ที่ได้รับจากแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. อนุทินของผู้เรียน เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการบันทึกอนุทินของผู้เรียนดังนี้ ความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อสงสัยหรือประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ แนวทางแก้ไขปัญหาที่ผู้เรียนต้องการให้ครูปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ออกแบบตามกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman (2002) จำนวน 10 แผน 24 คาบ คาบละ 60 นาที ทำการจัดการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ 8 สัปดาห์ ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้เลือกกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหา กิจกรรม ในหนังสือคู่มือครูเพื่อทำการแบ่งเนื้อหาในหน่วยการจัดการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมให้มีความเหมาะสมกับชั่วโมงการสอนในแต่ละคาบและเหมาะสมกับเนื้อหาซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 10 แผนการสอน จำนวน 24 ชั่วโมง (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1) หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาเนื้อหา กิจกรรม ที่ได้แบ่งไว้ตามตารางที่ 1 ว่าในเนื้อหา กิจกรรมเหล่านั้นสามารถหดยกมาให้ผู้เรียนอภิปราย สะท้อนความคิด เชื่อมโยง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบใดได้บ้าง ซึ่งในแต่ละเนื้อหา กิจกรรม ก็จะสามารถหดยกสถานการณ์สะท้อนองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แตกต่างกัน และในบางเนื้อหา กิจกรรม ก็สามารถที่จะนำมาอภิปรายสะท้อน ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมือนกันแต่กิจกรรมที่หดยกขึ้นมาจะใช้สถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ดังแสดงในตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงแผนรายหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ลำดับ ที่	แผน (จำนวนคาบ)	ชื่อแผน (หัวข้อ)	แนวคิดหลัก
1	1(2)	ลักษณะทางพันธุกรรม	● ลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดได้
	2(1)	โครโมโซม	● ลักษณะของโครโมโซม
2	3(3)	ปฏิบัติการแบ่งเซลล์ไมโทซิสของปลายรากหอม	● การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
3	4(3)	ปฏิบัติการแบ่งเซลล์ไมโอซิสในเซลล์พืช	● การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
4	5(2)	สารพันธุกรรม	● โครงสร้างสารพันธุกรรม
	6(1)	การเขียนเพไดกรีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	● การเขียนเพไดกรี
5	7(3)	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	● โรคธาลัสซีเมีย ● ตาบอดสี ● หมู่เลือด
6	8(3)	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	● มิวเทชัน ● การคัดเลือกโดยธรรมชาติ ● การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์
7	9(3)	เทคโนโลยีชีวภาพ	● พันธุวิศวกรรม ● การโคลน ● ลายพิมพ์ DNA
8	10(3)	ความหลากหลายทางชีวภาพ	● ความหลากหลายทางชีวภาพ ● การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

ตารางที่ 2 แผนรายหน่วยแสดงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบ NOS	แผนที่ 1 (2 คาบ) ลักษณะทาง พันธุกรรม	แผนที่ 2 (1 คาบ) โครโมโซม	แผนที่ 3 (3คาบ) ไมโทซิส	แผนที่ 4 (3 คาบ) ไมโอซิส	แผนที่ 5 (2 คาบ) สาร พันธุกรรม	แผนที่ 6 (1คาบ) การเขียน เพดดิกรี	แผนที่ 7 (3 คาบ) การ ถ่ายทอด ลักษณะ	แผนที่ 8 (3 คาบ) การเปลี่ยน แปลงทาง พันธุกรรม	แผนที่ 9 (3คาบ) เทคโนโลยี ชีวภาพ	แผนที่ 10 (3 คาบ) ความหลากหลาย หลายทาง ชีวภาพ
1. Tentativeness					✓			✓		
2. Empirical basis	✓					✓	✓		✓	
3. Subjectivity		✓				✓		✓		✓
4. Creativity			✓	✓	✓					
5. Social/Cultural Embeddedness			✓		✓		✓		✓	✓
6. Observations and Inferences	✓	✓						✓		
7. Theories and Laws				✓				✓		
8. Myth of Scientific Method								✓		✓

โดยทำการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach) ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)
3. มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)
4. การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)
5. บริบทสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)
6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)
7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)
8. วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

กระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการตรวจสอบทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) และผลการตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของผู้วิจัยซึ่งได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง เนื่องจากผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้กล่าวมาเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื้อหาชีววิทยา กิจกรรม จากหนังสือคู่มือครูชีววิทยาว่าสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบใด (ตัวอย่างแผนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดได้แสดงไว้ในภาคผนวกหน้าที่ 125)

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ไปส่งตรวจสอบความถูกต้องกับอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นอาจารย์ที่ปรึกษาจะให้คำแนะนำในเรื่องของการเขียนแผนการสอนที่หยิบยกสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนมาอภิปรายต้องตรงกับองค์ประกอบ และต้องมีการเชื่อมโยงองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์ เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญการสอนชีววิทยา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน ดังแสดงในรายนามผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวกหน้าที่ 118 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องของแผนกับหลักทฤษฎีการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective Approach) จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขจนกว่าแผนการสอนถูกต้องในด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการสอน เนื้อหาของแต่ละแผนการสอนส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียน ลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้มีความต่อเนื่องและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม ต้องมีการกำหนดเวลาแต่ละกิจกรรมเพื่อให้สามารถจัดการสอนได้ตามที่ได้วางแผนไว้ การวัดการประเมินผลจากการใช้แบบฝึกหัดซึ่งในบางแผนการสอนมีแบบฝึกจำนวนมากซึ่งในแต่ละแบบฝึกนักเรียนต้องใช้เวลาทำค่อนข้างมาก อาจใช้วิธีการถามตอบ เนื่องจากต้องใช้เวลาานาน หรือเป็นการบ้าน ผลการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม อภิปราย และสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ตรงตามที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละแผนการสอน จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

เครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัด View of Nature of Science C (VNOS-C) ซึ่งได้พัฒนาโดย Abd-El-Khalick และคณะ มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด ข้อคำถามเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก ซึ่งใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมทั้ง 8 องค์ประกอบ ผู้วิจัยได้ปรับข้อคำถามในแบบวัดให้เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยนำข้อคำถามในแบบวัดมาทำการวิเคราะห์ว่าแต่ละข้อคำถามใช้วัดองค์ประกอบใดตามกรอบของ Lederman (2002) (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 วิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS- C

คุณลักษณะ Aspect	คำบรรยาย Discription	ข้อแบบวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
Tentativeness : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน	ข้อ 5, 9
Empirical basis : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล	ข้อ 1
Subjectivity : มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู	ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิด กฎ ทฤษฎีค่านิยม ความเชื่อและประสบการณ์ของแต่ละบุคคลมีผลทำให้มุมมองในการตีความข้อมูลนั้นแตกต่างกันด้วย	ข้อ 2,7

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คุณลักษณะ Aspect	คำบรรยาย Discription	ข้อแบบวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
Creativity: การทำงาน ของนักวิทยาศาสตร์ต้อง อาศัยความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ	การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัย ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ควบคู่กับการคิดวิเคราะห์ การใช้ เหตุผลในทุกขั้นตอน	ข้อ 6
Social/Cultural Embeddedness :บริบท สังคมและวัฒนธรรมมี อิทธิพลต่อการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์	ค่านิยม ความเชื่อ มีผลต่อการทำงาน ของนักวิทยาศาสตร์	ข้อ 8
Observations and Inferences :การหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการ สังเกตและการลงข้อสรุป	ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ ได้จากการลงข้อสรุป โดยใช้ ประสบการณ์ ความรู้ เดิม	ข้อ 11
Theories and Laws : กฎ และทฤษฎีเป็นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน	กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอก ถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบ แผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีจะ อธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิด ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	ข้อ 3,4
Myth of Scientific Method : วิทยาศาสตร์มี วิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่ หลากหลาย	การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัด เฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เท่านั้น	ข้อ 10

การหาคุณภาพของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ปรับข้อคำถามแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวสถานการณ์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยนำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปส่งตรวจสอบความถูกต้องกับอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นอาจารย์ที่ปรึกษาจะให้คำแนะนำในเรื่องของข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ต้องตรงกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Lederman (2002) จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำเรียบร้อยแล้ว นำแบบวัดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา 1 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ปรับปรุงในเรื่องของข้อคำถามที่มีความยากหรือหยาบสถานการณ์มาเป็นข้อคำถามที่ยากต่อวัยของผู้เรียน การใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน ผู้วิจัยทำการแก้ไขจนกว่าแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะถูกต้อง จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งพบว่า ภาษาในข้อคำถามควรปรับให้เป็นคำง่ายๆ ไม่ควรใช้คำยืดยาวหรือคำวิชาการมากเกินไป ซึ่งจะสังเกตได้ว่านักเรียนที่มีผลการเรียนค่อนข้างต่ำจะไม่อยากอ่านหรือไม่เข้าใจเรื่องราวสถานการณ์เท่ากับนักเรียนที่มีผลการเรียนดี และบางครั้งให้ครูสรุปเรื่องราวให้ฟังด้วยภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ นักเรียนถึงเข้าใจในข้อคำถามนั้น ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อคำถามจากสิ่งที่พบจากกลุ่มทดลองก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยต้องการพัฒนาความสามารถในการสอนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเลือกใช้วิธีการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายใต้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการปฏิบัติตามวงจรต่อเนื่อง (Spiral of Self Reflection) ถ้าพบข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ก็จะดำเนินการแก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียนจากงานวิจัยดังกล่าวไว้ในบทที่ 2 พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและเมื่อทำการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นเรียนของผู้วิจัยโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องเช่นกัน และเมื่อได้วิเคราะห์สาเหตุที่ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องพบว่าสาเหตุเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสอนแบบปกติซึ่งจากปัญหาที่พบแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่จะสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเป็นวิธีการสอนที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนได้มีโอกาสทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้างมาก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนแบบบ่งชี้ร่วมกับสะท้อนความคิด จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด โดยครูผู้สอนได้กำหนดเป้าหมายในการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างชัดเจนในระดับรายหน่วย โดยสอดคล้องไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนตามปกติในชั้นเรียน ซึ่งจะสอนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เดิมซ้ำในตัวอย่างที่หลากหลาย

2. ขั้นปฏิบัติการตามแผน (Act)

จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ ในขณะที่ปฏิบัติการสอนผู้วิจัยทำการบันทึกบทเรียนของตนเอง เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมผู้เรียนเขียนบันทึกสะท้อนความคิดของผู้เรียน

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

หลังเสร็จสิ้นการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนของตนเอง พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านทางเทปบันทึกการสอนและบันทึกหลังสอนโดย

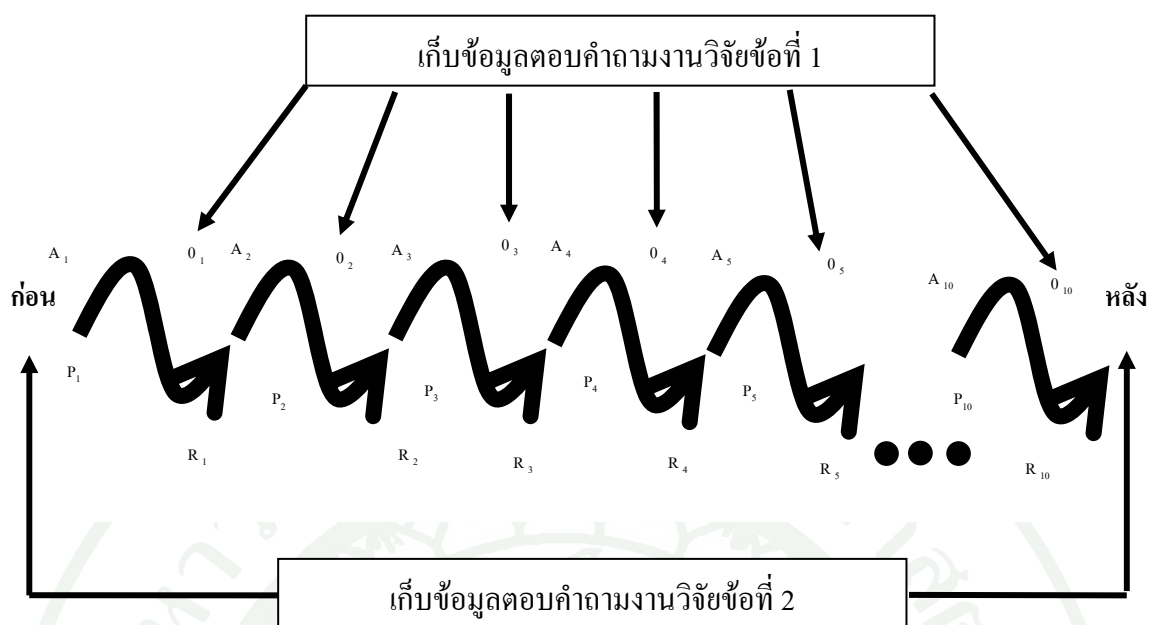
สังเกตตามกรอบการบันทึกหลังสอนของครูในประเด็น ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอน พฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปัญหาและอุปสรรค วิธีแก้ไขปัญหา ข้อเสนอแนะ

4. ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังสอนที่สะท้อนผลการปฏิบัติการสอน มาวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และแนวทางแก้ไขปัญหา มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม และเพื่อปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แผนต่อไป

จากที่กล่าวมาตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนที่ 4 วงจรการทำงานเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง โดยการนำผลการสะท้อนในขั้นตอนการสะท้อนความคิดไปใช้พัฒนาแผนการสอนต่อไปจนครบทุกวงจร ซึ่งต้องดำเนินจนครบวงจรทั้งหมด 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 2 จากนั้นนำข้อค้นพบเกี่ยวกับการสอนของตนเองทุกแผนมาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดี เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คำถามงานวิจัยข้อที่ 2) ก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยนำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวัดความเข้าใจของผู้เรียน ใช้เวลา 120 นาที หลังเสร็จการสอนการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมครบทุกแผนการสอน ทำการเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 120 นาที ซึ่งก่อนที่จะทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2 แสดงวงจรปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียนและขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัยข้อที่ 1 แนวปฏิบัติที่ดีในการสอนแบบชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ในหน่วยการเรียนรู้การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม

1. นำบันทึกหลังสอนและเทปบันทึกการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาสรุปความคิดเห็น การเรียนรู้เนื้อหา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียน อุปสรรค และปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน หาแนวทางแก้ไขปัญหา จากนั้นนำมาข้อมูลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงแผนการสอนที่ 2

2. ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไข จากบันทึกหลังสอน และดูเทปบันทึกการสอนเพิ่มเติมข้อมูล ติดตามผลการแก้ไขปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ข้อมูลว่ามีปัญหา อุปสรรคใดบ้าง สิ่งที่ได้ปรับปรุงแก้ไขไปนั้นทำให้เกิดผลเช่นไร เพื่อนำมาใช้ในการ

การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สรุปในแต่ละประเด็น การเรียนรู้เนื้อหา และความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนเช่นนี้จนครบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

4. นำข้อค้นพบที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนทุกแผนมาวิเคราะห์หาความเชื่อมโยง ข้อสรุปของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัยข้อที่ 2 การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อน ความคิด (Explicit-reflective approach) ในหน่วยการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่อย่างไร

1. ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดการจัดกลุ่มข้อมูลให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ซึ่งเป็นครูประจำการ ที่เคยทำวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจการวิเคราะห์แบบจัดกลุ่มได้ทราบ เพื่อร่วมลง ความเห็นในการจัดกลุ่มข้อมูลโดยเลือกผู้ตรวจสอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างอิสระ ประมาณ 10 เปอร์เซนต์ ของข้อมูลทั้งหมด 35 คน เพื่อหาความเที่ยงหรือความสอดคล้อง ของการวิเคราะห์ผลระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) ซึ่งหากผลการวิเคราะห์ใดไม่ตรงกัน ก็อภิปรายเหตุผลจนได้ความเห็นตรงกันก็จะได้กรอบในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยในครั้งนี้

2. การวิเคราะห์นำกลุ่มคำองค์ประกอบทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed view) 2) มุมมองใน ระยะปรับเปลี่ยน (Transition view) 3) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve view) และ 4) ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized) ตามวิธีการของ Lederman *et al.* (2002)

3. แจกแจงความถี่จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำ หาค่าร้อยละของความถี่แต่ละกลุ่มคำตอบ

4. เปรียบเทียบค่าร้อยละในมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ละกลุ่มคำตอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในภาพรวม โดยผู้วิจัยได้ให้คะแนนแต่ละกลุ่มดังนี้ ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) ให้ 1 คะแนน มุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ให้ 2 คะแนน ระยะปรับเปลี่ยน

(TV) ให้ 3 คะแนน มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) ให้ 4 คะแนน จากนั้นหาความถี่ ค่าเฉลี่ยคะแนนรายองค์ประกอบ

5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนและอนุทินนักเรียน โดยอ่านบันทึกอย่างละเอียด จากนั้นจัดกลุ่มองค์ประกอบของแต่ละข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทั้งสองประเภท

6. นำข้อมูลทั้งสามแหล่งมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบสามเส้าในด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodology triangulation) คือ ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือต่างกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลชนิดเดียวกัน (สุภางค์ จันทวานิช, 2553: 129-160)

เทคนิคการสร้างควมไว้วางใจในผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำวิธีการสร้างควมไว้วางใจในการวิจัย ดังรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยเข้าไปร่วมเป็นส่วนหนึ่งของของการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูผู้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาของกลุ่มที่ทำการศึกษายอยู่แล้ว

2. ผู้วิจัยได้เริ่มการชี้แนะองค์ประกอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนหน้าที่จะดำเนินการตามแผนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความชัดเจนในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) มาใช้ในการตรวจสอบข้อสรุปและการตีความผลการวิจัย ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการตรวจสอบมีดังนี้

3.1 การตรวจสอบข้อมูลในข้อคำถามงานวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากบันทึกหลังสอน วีดีโอเทปบันทึกการสอน และข้อมูลที่ได้จากวงจรปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียนในขั้นตอนการสังเกตผลการปฏิบัติ

3.2 การตรวจสอบข้อมูลในข้อคำถามงานวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อนุทิน การสังเกตพฤติกรรม

การนำแนวปฏิบัติที่ดีของการนำจริยธรรมในการวิจัยมาใช้

1. ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตกับผู้อำนวยการสถานศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ผู้วิจัยได้รับความยินยอมด้วยความสมัครใจจากผู้เรียนในการเข้าร่วมในการวิจัยเป็นอย่างดี และหากมีผู้เรียนคนไหนมีความไม่พร้อมก็สามารถถอนตัวได้
3. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้เปลี่ยนสถานการณ์เพื่อไม่ทำให้เกิดความเครียดกับผู้เรียน และไม่กระทบกับการเรียนปกติ
4. การใช้นามสมมติในการใช้แทนโรงเรียน ผู้เรียน เพื่อไม่ให้เป็นการละเมิดสิทธิข้อมูลของผู้เรียน โรงเรียน ที่ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาการสอนของผู้วิจัยให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยจะได้นำเสนอผลการศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน
2. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดทำให้ได้เทคนิค และแนวปฏิบัติที่ดีจากการทำซ้ำ ตรวจสอบ ยืนยัน ว่าสามารถแก้ปัญหา พัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งสามารถสรุปแนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยครั้งนี้ออกเป็น 2 ด้าน ดังต่อไปนี้

ด้านตัวครู

1. ครูผู้สอนควรใช้คำถามนำการอภิปรายเพิ่มมากขึ้นเพื่อกระตุ้นการอภิปราย การสะท้อนความคิดและการมีส่วนร่วมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งนำไปสู่การเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีในข้อนี้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ที่ 2 ที่ได้ปรับปรุงจากแผนการเรียนรู้ที่ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมในสถานการณ์ที่ผู้สอนได้นำภาพครอบครัวของนักแสดงผู้มีชื่อเสียงมาให้นักเรียนอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนให้ความสนใจในการอภิปรายและตั้งใจทำกิจกรรม แต่พบว่ามีนักเรียนบางคนที่ยังไม่ได้อภิปราย สะท้อนความคิด เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนอภิปราย สะท้อนความคิด เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไปคือผู้สอนต้องกระตุ้นการอภิปราย หรือการให้นักเรียนที่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเพื่อสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แสดงความคิดเห็นออกมา โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายให้มากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม ผู้วิจัยได้นำข้อสังเกตการจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 1 มาเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนในครั้งที่ 2 ในเรื่องการมีส่วนร่วมในการอภิปรายและสะท้อนความคิดของผู้เรียน ครูผู้สอนใช้คำถามนำการอภิปรายเพิ่มมากขึ้นเพื่อกระตุ้นการอภิปราย พบว่า นักเรียนให้ความสนใจมากขึ้น นักเรียนที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ได้แสดงความคิดเห็นมากขึ้น เพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

“การสังเกตและการลงข้อสรุปให้คำตอบแตกต่างกัน”

(นักเรียน 04, อนุทินวันที่ 23 มิถุนายน 2557)

“นักเรียนสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป ”

(บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ 2, วันที่ 23 มิถุนายน 2557)

2. ครูผู้สอนให้ความสำคัญกับการแสดงความคิดของนักเรียนทุกคนเพื่อผู้เรียนเกิดความมั่นใจและรู้สึกมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสะท้อนความคิด ซึ่งนำไปสู่การเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 ที่ปรับปรุงจากแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม สถานการณ์ที่ครูได้ให้ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเกี่ยวกับภาพส่วนประกอบของโครโมโซม นักเรียนบางคนยังไม่กล้าตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นจากคำถามนำการอภิปรายในชั้นเรียน ทำให้ครูผู้สอนไม่ทราบได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องหรือไม่

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไปคือครูผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูหยิบยกมาให้ผู้เรียนอภิปราย และสะท้อนความคิดเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่อง ปฏิบัติการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ผู้วิจัยได้นำข้อสังเกตจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มาเป็นข้อมูลที่ใช้ปรับปรุงการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์จากดินน้ำมัน จากการสังเกตนักเรียนมีความสนุกสนานกับการทำกิจกรรม และทำด้วยความตั้งใจ บรรยากาศการเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ละกลุ่มทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี เมื่อทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยครูได้หยิบยกสถานการณ์การสร้างแบบจำลองจากดินน้ำมันมาให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์โดยครูให้ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสในการอภิปรายและสะท้อนความคิดทุกคนซึ่งห้องเรียนเป็นชั้นเรียนที่มีผู้เรียนจำนวนไม่มาก ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

“ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการ”

(นักเรียน 01, อนุทินวันที่ 30 มิถุนายน 2557)

“นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์”

(บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3, วันที่ 30 มิถุนายน 2557)

3. การใช้คำถามนำการอภิปรายของผู้สอนต้องมีความชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนอภิปรายในสถานการณ์ใด กิจกรรมใด เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจ และอภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ตรง และถูกต้อง เพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีในข้อนี้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งที่ 6 ที่ได้ปรับปรุงจากการเรียนการสอนครั้งที่ 5 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5 เรื่อง สารพันธุกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมสร้างแบบจำลองดีเอ็นเอเช่นเดียวกับวัดสันและคลิก จากนั้นครูได้หยิบยกสถานการณ์การสร้างแบบจำลองดีเอ็นเอมาให้ผู้เรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดเพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการทำกิจกรรมพบว่าผู้เรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจคำถามนำการอภิปรายว่าผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนอภิปรายในสถานการณ์ใดในการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไปคือของครูผู้สอนต้องใช้คำถามนำการอภิปรายที่ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนอภิปรายในสถานการณ์ใด เรื่องใด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถอภิปราย สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบรรลุดังตามวัตถุประสงค์

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 การเขียนพันธุประวัติ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสังเกตการณ์การจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 5 มาเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนในครั้งที่ 6 จากการสังเกตสถานการณ์ที่ได้ผู้เรียนได้ศึกษาพันธุประวัติของสามีและภรรยาที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกภาพที่แสดงถึงพันธุประวัติลูกของสามีภรรยาคู่นี้ และหาเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง จากนั้นครูได้ใช้คำถามนำการอภิปรายว่าต้องการให้ผู้เรียนอภิปรายสถานการณ์ใดของกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนอภิปราย และสะท้อนความคิด ซึ่งพบว่าผู้เรียนให้ความสนใจในการอภิปราย เนื่องจากการจัดกิจกรรมการสอนครูได้ปรับคำถามนำการอภิปรายให้มีความชัดเจนมากขึ้นในการถามผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอภิปราย และสะท้อนความคิด เชื่อมโยงความรู้และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง จนบรรลุวัตถุประสงค์การจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างคำตอบที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนดังนี้

“ ความรู้วิทยาศาสตร์ใช้หลักฐาน ข้อมูล ”

(นักเรียน 12, อนุทิน วันที่ 16 กรกฎาคม 2557)

4. การอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติหลังจากที่ผู้เรียนได้อภิปราย สะท้อนความคิด และเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วครูผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีนี้จากแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 7 ที่ได้ปรับปรุงจากการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 เรื่องการเขียนพันธุประวัติ ในกิจกรรมให้ผู้เรียนศึกษา พันธุประวัติที่แสดงลักษณะของครอบครัวหนึ่งซึ่งสามีและภรรยาเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย จากนั้นครูได้หยิบยกสถานการณ์นี้มาให้ผู้เรียนอภิปรายและสะท้อนความคิด เพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้พบว่าผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แต่ยังไม่ครบถ้วนทั้งหมดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน องค์ประกอบนี้ ครูผู้สอนควรให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมี ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

สิ่งที่ต้องปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไป คือ การอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดและสรุปความรู้ที่ได้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 7 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยได้นำการสังเกต จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มาเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 7 ใน ขั้นตอนการอภิปรายความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมครูใช้คำถามนำการอภิปราย เกี่ยวกับการนำสิ่งมีชีวิต เช่นสัตว์มาค้าขาย หรือใช้ในการศึกษาความผิดปกติ นักเรียนมีความคิดเห็น อย่างไร จากกิจกรรมนี้สังเกตได้ว่าแม้เป็นสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นโดยไม่ใช้ภาพ หรือวีดิทัศน์ แต่ นักเรียนให้ความสนใจกับคำถามและร่วมกันอภิปรายได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากสถานการณ์ที่ครู หยิบยกขึ้นมาผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เห็นภาพ และเข้าใจในเรื่องรานั้น จึงสามารถ อภิปรายและเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ จากนั้นครูได้ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้อีกครั้งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ สังคม มีผลต่อการค้นคว้า ”

(นักเรียน 11, อนุทิน วันที่ 22 กรกฎาคม 2557)

5. การอธิบายเนื้อหาที่ยากหรือที่ใหม่สำหรับผู้เรียนมีความสำคัญต่อการหยิบยกเนื้อหา นั้นมาให้ผู้เรียนอภิปราย การสะท้อนความคิด เพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หากผู้เรียนไม่เข้าใจแล้วก็ไม่สามารถอภิปราย สะท้อนความคิดได้ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 9 ที่ได้ปรับปรุงจากแผนการสอนครั้งที่ 8 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 8 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ในสถานการณ์ที่ผู้สอนได้หยิบยกทฤษฎีการคัดเลือกทางธรรมชาติ ผู้เรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่กล้าอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนการสอนสิ่งที่ควรปรับปรุงเพิ่มเติมในการสอนครั้งต่อไปในเนื้อหาที่ใหม่หรือที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ ผู้สอนต้องอธิบายให้ผู้เรียนได้เข้าใจก่อนที่จะหยิบยกสถานการณ์นั้นมาอภิปราย สะท้อนความคิดและเชื่อมโยงเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนครั้งที่ 9 เทคโนโลยีชีวภาพ ผู้วิจัยได้นำข้อสังเกตจากการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 8 มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 9 ในกิจกรรมศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการโคลน พันธุวิศวกรรม ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมศึกษาจนเข้าใจเกี่ยวกับการโคลน ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ พันธุวิศวกรรมแล้ว พบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้จากเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการทำกิจกรรมและผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าลายพิมพ์ดีเอ็นเอใดมีความสัมพันธ์เป็นเครือญาติกัน จากนั้นครูได้หยิบยกสถานการณ์นี้มาให้ผู้เรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจ และสรุปความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังต่อไปนี้

“ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน”

(นักเรียน 02, อนุทินวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

1. กิจกรรมศึกษาลักษณะการแบ่งเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพชัดเจนและเกิดความเข้าใจเนื้อหาเรื่องการแบ่งเซลล์ผู้สอนใช้วีดิทัศน์และภาพประกอบกับการดูภาพการแบ่งเซลล์จริงภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีความสำคัญซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพลักษณะและ

ขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้เข้าใจมากขึ้น ส่งผลต่อการอภิปราย สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างจากการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5 ที่ได้ปรับปรุงจากการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 เรื่อง ปฏิบัติการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในขั้นตอนศึกษาภาพการแบ่งเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อาจเห็นภาพได้ไม่ชัดเจนซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจ และส่งผลต่อการอภิปราย การสะท้อนความคิด เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนการสอนสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไป คือ การใช้ภาพประกอบกับการดูภาพใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนทำให้การอภิปราย สะท้อนความคิด และการเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5 เรื่อง สารพันธุกรรม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสังเกตการสอนในครั้งที่ 4 มาปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 5 ในเรื่องสารพันธุกรรมซึ่งลักษณะของสารพันธุกรรมในความรู้ของนักเรียนมีไม่มาก จึงต้องใช้วิธีทัศน์หรือภาพประกอบมาใช้เพื่อจะให้เกิดความเข้าใจและสามารถอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งพบว่าผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถอภิปราย สะท้อนความคิด และเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังต่อไปนี้

“ สักคม มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์”

(นักเรียน 20, อนุทิน วันที่ 15 กรกฎาคม 2557)

2. การนำกฎทางวิทยาศาสตร์ในวิชาอื่น เช่น วิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีกฎทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมายกตัวอย่างเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนได้เห็นภาพ สามารถสร้างความเข้าใจและเห็นภาพของกฎทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้สอนได้นำตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์จากวิชาอื่นที่มีความชัดเจน ฉายบนเครื่องฉายให้ผู้เรียนได้เห็นภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนได้เข้าใจ เมื่อครูได้หยิบยก มาให้ผู้เรียนอภิปรายและสะท้อนความคิด ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและเชื่อมโยงเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแนวปฏิบัติที่นี้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 8 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ในขั้นตอนการอภิปรายเกี่ยวกับกฎทางวิทยาศาสตร์พบว่าผู้เรียนยังยกตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มากนัก จากผลการสังเกตแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ได้นำมาปรับปรุงโดยการที่ผู้สอนได้ยกตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์สาขาอื่นที่มีความชัดเจน เช่น ฟิสิกส์ มาให้นักเรียนดู และให้ผู้เรียนได้อภิปรายว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คืออะไร มีลักษณะอย่างไร พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีมากขึ้น ทำให้การอภิปรายและการสะท้อนความคิดได้ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการอภิปรายและสะท้อนความคิด ดังแสดงคำตอบของผู้เรียนดังต่อไปนี้

“กฎและทฤษฎีแตกต่างกัน”

(นักเรียน 13, อนุทิน วันที่ 29 กรกฎาคม 2557)

3. การใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์มาเป็นสถานการณ์การอภิปรายทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการสอนครั้งที่ 5 ที่ได้หยิบยกประวัติการค้นพบดีเอ็นเอของวัตสัน และคลิก และการสอนครั้งที่ 8 นำประวัติของชาลส์ ดาร์วิน มาให้ผู้เรียนอภิปรายและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นดังแสดงในรายละเอียดต่อไปนี้

การสอนครั้งที่ 5 เรื่อง สารพันธุกรรม ในสถานการณ์ศึกษาการทำงานของวัตสันด์ และคลิก จากวิดีโอ นักเรียนมีความตั้งใจในการชม จากนั้นครูได้หยิบยกสถานการณ์การค้นพบดีเอ็นเอของวัตสัน และคลิก มาให้ผู้เรียนได้อภิปรายและสะท้อนความคิด สังเกตได้ว่านักเรียนสามารถอภิปรายและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และใช้เวลาการสรุปความรู้ที่ได้ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“วิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการ ความคิด ”

(นักเรียน 12, อนุทิน วันที่ 15 กรกฎาคม 2557)

“ สังคม มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์”

(นักเรียน 20, อนุทิน วันที่ 15 กรกฎาคม 2557)

การสอนครั้งที่ 8 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ในขั้นตอนการศึกษาประวัติของ ชาลส์ ดาร์วิน สังเกตได้ว่าผู้เรียนมีความตั้งใจในการชมอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย เมื่อครูได้หยิบ ยกสถานการณ์ของประวัติของชาลส์ ดาร์วิน ที่มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนอภิปราย พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายได้อย่างชัดเจน รวดเร็ว เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องราวประวัติของชาลส์ ดาร์วิน ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

“งานของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ”

(นักเรียน 15, อนุทิน วันที่ 29 กรกฎาคม 1557)

จากสถานการณ์ประวัติของชาลส์ ดาร์วิน ครูได้ใช้คำถามนำการอภิปรายเกี่ยวกับ วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ จากการอภิปรายและตอบคำถามนักเรียนจะสามารถอภิปรายและ สะท้อนความคิดว่า การทำงานเพื่อหาคำตอบของชาลส์ ดาร์วิน จากที่ได้ชมวิดิทัศน์นั้นไม่ได้ใช้ วิธีการทดลอง แต่ใช้วิธีการสำรวจ เนื่องจากสื่อวิดิทัศน์ที่แสดงให้เห็นภาพและขั้นตอนการหา คำตอบของนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงให้เห็นให้ผู้เรียนได้เข้าใจ จึงสามารถสะท้อนความคิดออกมาได้ ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังต่อไปนี้

“วิทยาศาสตร์หาความรู้จากหลายวิธี ”

(นักเรียน 17, อนุทิน วันที่ 29 กรกฎาคม 2557)

ในขั้นตอนการหิยบยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกธรรมชาติ ของของชาลส์ ดาร์วิน และทฤษฎีการใช้และไม่ใช้ของลามาร์กมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา สังเกตได้ว่า ผู้เรียนสนใจ ตั้งใจ การอภิปรายและสะท้อนความคิดออกมาได้ชัดเจนเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสถานการณ์ที่หิยบยบยมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอนและเป็นเหตุ เป็นผล ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และสามารถเชื่อมโยงไปสู่องค์ประกอบ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ใช้เวลาการอภิปรายสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่นาน ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ความรู้ของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนได้”

(นักเรียน 21, อนุทิน วันที่ 29 กรกฎาคม 2557)

4. กิจกรรมการสอนที่ผู้เรียนยังไม่ให้ความสนใจ ผู้สอนอาจจัดเป็นเกมแข่งขันระหว่างกลุ่มเพื่อกระตุ้นการทำกิจกรรมและสร้างบรรยากาศสนุกสนานทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลต่อการอภิปราย และสะท้อนความคิด ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีจากแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 10 ที่ได้ปรับปรุงจากแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 9 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 9 เทคโนโลยีชีวภาพ ในกิจกรรมการศึกษาขั้นตอนของ พันธุวิศวกรรม จากการสังเกตการอภิปรายและการตอบคำถามจะเห็นว่า ผู้เรียนไม่ให้ความสนใจ กับกิจกรรมมากเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นขั้นตอนการทำพันธุวิศวกรรมทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่ายากต่อความเข้าใจ

สิ่งที่ต้องการปรับปรุงและเพิ่มเติมในการสอนครั้งต่อไป ในกิจกรรมเป็นวิชาการหรือมีความไม่น่าสนใจผู้สอนอาจจัดในรูปแบบของเกมการสอน

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 10 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผู้วิจัยได้นำข้อสังเกตในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 มาใช้ในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ในขั้นตอนการสอน การจำแนกสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนได้สำรวจมา สังเกตได้ว่า นักเรียนสามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้เกณฑ์การจำแนกที่แตกต่างกัน จากนั้นครูได้หยิบยกสถานการณ์กิจกรรมการเรียนการสอนนี้มาให้ผู้เรียนได้อภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูได้ใช้คำถามถึงความแตกต่างของเกณฑ์ที่แต่ละกลุ่มนำมาใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่ม โดยจัดเป็นกิจกรรมเกมการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ซึ่งสังเกตได้ว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม สนุกสนาน และเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบดังต่อไปนี้

“ ประสพการณ์เดิมของนักวิทยาศาสตร์มีผลกับงาน ”

(นักเรียน 09, อนุทิน วันที่ 19 สิงหาคม 2557)

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนจัดการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนทำการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด โดยผู้วิจัยได้นำแบบวัดมาอ่านคำตอบของผู้เรียนทีละคนและทีละข้อจากนั้นได้ทำการกำหนดกลุ่มคำตอบของผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มคำตอบที่มีความสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) กลุ่มคำตอบในระยะปรับเปลี่ยน (TV) กลุ่มคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) กลุ่มคำตอบที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) จากนั้นนำคำตอบในแบบวัดของแต่ละคนมาอ่านอีกรอบ และจัดกลุ่มคำตอบของผู้เรียนตามกลุ่มที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกข้อและครบทุกคน จากนั้นหาความถี่ของแต่ละกลุ่มคำตอบ หาค่าร้อยละและหาค่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละกลุ่มคำตอบ (ดังแสดงในตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มคำตอบต่างๆ และคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนรวม ก่อนจัดการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำถาม ข้อที่	กลุ่มคำตอบความเข้าใจของนักเรียน (ความถี่/ร้อยละ) (N=35)				คะแนนเฉลี่ย/คะแนน เต็มในแต่ละกลุ่ม	ร้อยละ
		IV	TV	NV	NC		
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)	5	0 (0)	23 (66)	8 (23)	4 (11)	2.4/4	60
	9	0 (0)	14 (40)	12 (34)	9 (26)	2/4	50
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)	1	0 (0)	18 (51)	8 (23)	9 (26)	2.2/4	55
มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดย ประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)	2	0 (0)	6 (17)	20 (57)	9 (26)	1.9/4	48
	7	0 (0)	7 (20)	5 (14)	23 (66)	1.6/4	40
การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการ (Creativity)	6	0 (0)	28 (80)	2 (6)	5 (14)	2.7/4	68
บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)	8	0 (0)	13 (37)	11 (31)	11 (31)	2.1/4	53

ตารางที่ 4 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำถาม ข้อที่	กลุ่มคำตอบความเข้าใจของนักเรียน (ความถี่/ร้อยละ) (N=35)				คะแนนเฉลี่ย/ คะแนนเต็ม ในแต่ละ กลุ่มคำตอบ	ร้อยละ
		IV	TV	NV	NC		
การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลง ข้อสรุป (Observations and Inferences)	11	0 (0)	11 (31)	5 (14)	19 (54)	1.1/4	28
กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)	3	0 (0)	4 (11)	5 (14)	26 (74)	1.3/4	33
	4	0 (0)	7 (20)	5 (14)	23 (66)	1.5/4	38
วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)	10	0 (0)	21 (60)	7 (20)	7 (20)	2.4/4	60

หมายเหตุ : IV คือ Informed view (มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์) TV คือ Transition view (มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน)
 NV คือ Naïve view (มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์) NC คือ Not categorized (ไม่สามารถจัดกลุ่มได้)

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อคำถามได้ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 องค์ประกอบ คำถามข้อที่ 1 ใช้วัดองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) คำถามข้อที่ 2 และ 7 ใช้วัดองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) คำถามข้อที่ 3 และ 4 ใช้วัดองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) คำถามข้อที่ 5 และ 9 ใช้วัดองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) คำถามข้อที่ 6 ใช้วัดองค์ประกอบที่ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) คำถามข้อที่ 8 บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural) คำถามข้อที่ 10 วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) ข้อคำถามที่ 11 การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) มีข้อค้นพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบที่ว่า การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 28-48 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ต่ำและยังไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยอภิปรายผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบดังรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)

จากผลการสำรวจในข้อคำถามที่ 5 และคำถามข้อที่ 9 ในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้พบว่า ไม่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้อยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50- 60 ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 เนื่องจาก

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม ทดลอง ศึกษาข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้มีประสบการณ์การเรียนรู้ ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละช่วงเวลาอาจเปลี่ยนแปลงแนวคิดมาก่อน ดังที่กล่าวมาครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มากขึ้น

จะเห็นได้ว่านักเรียนยังไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ซึ่งอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) (ดังแสดงในตารางที่ 5) ซึ่งต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ให้มากขึ้น

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)

องค์ประกอบความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)	-	- ทฤษฎีสามารถ เปลี่ยนแปลงได้ แต่ ไม่สามารถอธิบาย เหตุผลได้ (N 04) - ทฤษฎีเปลี่ยน เพราะทฤษฎี เปลี่ยนรูปแบบใหม่ (N 07) - ทฤษฎีเปลี่ยนไป ตามกาลเวลา (N 20)	- ทฤษฎีไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ (N 13) - ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไม่ สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ (N 17) - ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไม่ เปลี่ยนแปลงไป จากเดิม (N 19)	- ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มี หลายอย่าง (N 05) - ความคิดของ คนสามารถคิด ไปไกลกว่าเดิม (N 06)

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 1 พบว่า ไม่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55 ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้มีกิจกรรมให้ผู้เรียน ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการทดลอง มีผลให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ ความรู้เดิม เกี่ยวกับการนำข้อมูล หลักฐาน มาใช้สนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป แต่ยังมีผู้เรียนจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจไม่ถูกต้อง (ดังแสดงในตารางที่ 6) ครูผู้สอนต้องหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 6 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ต้องอาศัย หลักฐานและ ประจักษ์พยาน (Empirical basis)	-	- วิทยาศาสตร์เป็นการ ทดลองและการวิเคราะห์ (N 01) - วิทยาศาสตร์คือการ ทดลองและมีหลักฐาน (N 02) - วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของ การทดลอง การสำรวจ (N 13)	- วิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษา พืชและสัตว์ (N 04) - วิทยาศาสตร์ คือ เทคโนโลยี (N 09)	- ฟิสิกส์ เป็นการ คำนวณ (N 19) - ความรู้เกี่ยวกับ สิ่งมีชีวิตบนโลก (N 29) - การเรียนเรื่อง สิ่งแวดล้อม (N 32)

3. มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)

จากผลการสำรวจ ในข้อคำถามที่ 2 และคำถามข้อที่ 7 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่ามุมมองประกอบที่ว่าการมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู พบว่าไม่มีนักเรียนที่ตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์(IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 40-48 (ดังแสดงในตารางที่ 7) ซึ่งน้อยกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่ได้สร้างประสบการณ์การเรียนรู้หรือสอดแทรกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าประสบการณ์เดิม ความรู้ ของนักวิทยาศาสตร์มีผลต่อการทำงาน ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ตารางที่ 7 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน องค์ประกอบที่ 3 มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดย ประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)

องค์ประกอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)	-	- ความเห็นแตกต่างกัน เพราะบางคนอาจเคยเห็นมาก่อน (N 04)	- ความเข้าใจของนักเรียนทั้งสองคนไม่เหมือนกัน (N 10)	- ความเห็นแตกต่างกันเพราะความมั่นใจของแต่ละคน (N 01)
	- เกิดจากความคิดแตกต่างกัน (N 09)	- ความคิดวิเคราะห์และจินตนาการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน (N 29)	- เกิดจากการใส่แผ่นสไลด์ (N 07)	- เมื่อดูแล้วสามารถมองเห็นได้ง่าย (N 28)
	- จากการศึกษามาเป็นอย่างดี (N 13)			

4. การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 6 พบว่า ไม่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ อยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 68 ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 (ดังแสดงในตารางที่ 8) เนื่องจากสื่อวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นหนังสืออ่านนอกเวลา การ์ตูนวิทยาศาสตร์ ได้นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สนุกสนานและการนำเสนอวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้อยู่บ้าง ในส่วนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นยังมีอยู่น้อย ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มากขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 4 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัย ความคิด สร้างสรรค์และ จินตนาการ (Creativity)	-	- นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการคิด จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้สิ่งแปลกใหม่ (N 04) - ใช้จินตนาการและความคิด สร้างสรรค์ เพราะจะทำให้เกิดการ ค้นพบ (N 07) - นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการ สร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ (N 10)	- ไม่ใช้ความคิด สร้างสรรค์และ จินตนาการ (N 02)	- ความคิด สร้างสรรค์ ไม่ได้อยู่ที่ จุดเดิม (N 17)

5. บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 8 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 53 ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 (ดังแสดงในตารางที่ 9) เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับชุมชน ศาสนา วัฒนธรรมของสังคม มีความรู้และประสบการณ์เรียนรู้จากสังคมว่าสิ่งไหนสังคมยอมรับ และสิ่งใดที่สังคมห้ามหรือไม่ยอมรับ หรืออาจพบได้จากข่าวสารในชีวิตประจำวัน ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มากขึ้น

ตารางที่ 9 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 5 บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
บริบททาง สังคมและ วัฒนธรรมมี อิทธิพลต่อ การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)	-	- มีผลต่อการ ทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจทำไม่ได้ เลย (N 20) - มีผล เพราะ นักวิทยาศาสตร์อยู่ ในสังคมและ วัฒนธรรม (N 24)	- ไม่มีผลต่อการ ทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ (N 12) - ไม่มีผลต่อ นักวิทยาศาสตร์ เพราะ นักวิทยาศาสตร์มี เหตุผลของแต่ละ คน (N 22)	- นักวิทยาศาสตร์ก็ เหมือนกับคนอื่นทั่วไป (N 21) - นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่ ในชุมชน (N 28) - ชุมชนเป็นสิ่งที่บอกได้ ว่าการทำงานเป็นอย่างไร (N 31) - สิ่งแวดล้อมมีความ แตกต่างกัน (N 35)

6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 11 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28 (ดังแสดงในตารางที่ 10) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยมาก เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีการสอดแทรกหรือสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน ทำให้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้น้อยมาก ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มากขึ้น

ตารางที่ 10 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 6 การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
การหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งการสังเกต และการลง ข้อสรุป (Observations and Inferences)	-	- คนที่ 1 ใช้การ สังเกต ส่วนคนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป เพราะรู้เกี่ยวกับฟอส ซิล (N 25) - คนที่ 2 ใช้การลง ข้อสรุปเพราะบอกว่า เป็นซากฟอส ซิลหอย เนื่องจากรู้ มาก่อน (N 35)	- คนที่ 1 เห็นภาพเส้น วงกลม คนที่ 2 บอกว่า ว่าสิ่งนี้เป็นซากฟอส ซิลหอย (N 04) - คนที่ 1 ใช้การลง ข้อสรุปเพราะบอกว่า เป็นเส้นขดไปมา คนที่ 2 ใช้การสังเกตเพราะ บอกว่าเป็นฟอสซิล (N 06)	- สสำรวจ (N 01) - คล้ายหอย (N 02) - เป็นซากฟอส ซิลหอยเพราะซาก ฟอสซิลหอยอยู่บน หิน (N 03) - นักศึกษาใช้การ สังเกตแตกต่างกัน ออกไป (N 09)

7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)

จากผลการสำรวจ ในข้อคำถามที่ 3 และข้อคำถามที่ 4 ถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับมุมมองนิยามวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 33-38 (ดังแสดงในตารางที่ 11) ซึ่งจะเห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไม่ได้สร้างประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ว่าคืออะไรและมีลักษณะอย่างไร ผู้เรียนจึงมีความรู้ในเรื่องนี้น้อยมาก ดังนั้นครูผู้สอนควรหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ตารางที่ 11 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 7 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามความสอดคล้องกับนิยามวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
กฎและทฤษฎีเป็น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ แตกต่างกัน (Theories and Laws)	-	- กฎแตกต่างจาก ทฤษฎี ทฤษฎีอธิบาย เกี่ยวกับสถานการณ์ ต่างๆ (N 03) - กฎและทฤษฎี แตกต่างกัน ทฤษฎี จะอธิบายสิ่งต่างๆ (N 06) - กฎเกิดจากการ ทดลอง (N 07)	- ทฤษฎีเป็นการทดลอง ตามแบบแผน (N 05) - กฎก็คือทฤษฎี ทฤษฎี คือกลุ่มความสัมพันธ์ ของแนวคิด (N 09) - กฎ คือการวิเคราะห์ การทดลอง ทฤษฎีคือ การสันนิษฐาน (N 10)	- กฎคือสิ่งที่ ทุกคนต้อง ปฏิบัติตาม (N 01) - กฎคือ ข้อกำหนดที่ ต้องปฏิบัติ ตาม (N 08)

8. วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 8 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจ กลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และอยู่ในกลุ่มไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีค่าร้อยละ 60 (ดังแสดงในตารางที่ 12) ซึ่งมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้มีการจัดกิจกรรม การทดลอง การสำรวจ การสังเกต ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องนี้อยู่บ้าง แต่อย่างไรก็ตามครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 12 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 8 วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

องค์ประกอบ ความเข้าใจ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม ความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์			
	IV	TV	NV	NC
วิทยาศาสตร์มี วิธีการค้นคว้า หาคำตอบที่ หลากหลาย (Myth of Scientific Method)	-	- ไม่ใช่ การค้นคว้าหา ความรู้ไม่ได้ค้นพบด้วยการ ทดลองเพียงอย่างเดียว (N 21) - ไม่ใช่ แต่ไม่สามารถ อธิบายเหตุผลได้ (N 25) - ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ต้อง หาวิธีหลายวิธีในการหา คำตอบ (N 29)	- นักวิทยาศาสตร์ ใช้การทดลอง เพียงอย่างเดียว (N 01) - ใช่ ใช้การ ทดลองเพียง วิธีการเดียวใน การค้นคว้าหา ความรู้ วิทยาศาสตร์ (N 28)	- การศึกษาเกี่ยวกับ สัตว์ต้องอาศัยการ จำแนก (N 11) - นักวิทยาศาสตร์มี การทดลองหลาย วิธี (N 22) - นักวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองซ้ำ บ่อยๆ (N 24)

การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

หลังจากที่ผู้เรียนได้จัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) จนครบทุกแผนการสอนแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากนั้นนำคำตอบแบบวัดของแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาทำการวิเคราะห์คำตอบโดยทำการวิเคราะห์คำตอบที่ละคนและที่ละข้อจนครบ จากนั้นจัดกลุ่มของคำตอบผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) กลุ่มคำตอบระยะปรับเปลี่ยน (TV) กลุ่มคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) กลุ่มคำตอบที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ จากนั้นนับความถี่ของแต่ละกลุ่มคำตอบ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละกลุ่มคำตอบ และหาค่าร้อยละของกลุ่มแต่ละกลุ่มคำตอบ และนำไปเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (ดังแสดงในตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจากการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนแนวความคิด
(Explicit –Reflective approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

องค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	คำถาม ข้อที่	กลุ่มคำตอบความเข้าใจของนักเรียน (ความถี่/ร้อยละ) (N=35)								คะแนนเฉลี่ย/ คะแนนเต็ม ในแต่ละ กลุ่มคำตอบ		ร้อยละ	
		IV		TV		NV		NC		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง				
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)	5	0 (0)	25 (71)	23 (66)	10 (29)	8 (23)	0 (0)	4 (11)	0 (0)	2.4/4	3.7/4	60	93
	9	0 (0)	29 (83)	14 (40)	5 (14)	12 (34)	1(9)	9 (26)	0 (0)	2/4	3.8/4	50	95
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้อง อาศัยหลักฐานและประจักษ์ พยาน (Empirical basis)	1	0 (0)	27 (77)	18 (51)	8 (23)	8 (23)	0 (0)	9 (26)	0 (0)	2.2/4	3.9/4	55	98
	2	0 (0)	26 (74)	6 (17)	5 (14)	20 (57)	4 (11)	9 (26)	0 (0)	1.9/4	3.6/4	48	90
การทำงานทางวิทยาศาสตร์มัก ถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์ เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)	7	0 (0)	30 (86)	1 (3)	5 (14)	20 (57)	0 (0)	14 (40)	0 (0)	1.6/4	3.9/4	40	98

ตารางที่ 13 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	คำถาม ข้อที่	กลุ่มคำตอบความเข้าใจของนักเรียน (ความถี่/ร้อยละ) (N=35)								คะแนนเฉลี่ย/ คะแนนเต็ม ใน แต่ละกลุ่มคำตอบ				ร้อยละ	
		IV		TV		NV		NC		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง						
การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ (Creativity)	6	0 (0)	32 (91)	28 (80)	3 (9)	2 (6)	0 (0)	5(14)	0 (0)	2.7/4	3.9/4	68	98		
บริบททางสังคมและวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์(Social/Cultural Embeddedness)	8	0 (0)	26 (74)	13 (37)	7 (20)	11 (31)	2 (6)	11 (31)	0 (0)	2.1/4	3.7/4	53	93		
การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี ทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)	11	0 (0)	27 (77)	11 (31)	8 (23)	5 (14)	0 (0)	19 (54)	0 (0)	1.1/4	3.8/4	28	95		

ตารางที่ 13 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	คำถาม ข้อที่	กลุ่มคำตอบความเข้าใจของนักเรียน (ความถี่/ร้อยละ) (N=35)								คะแนนเฉลี่ย/ คะแนนเต็ม ในแต่ละ กลุ่มคำตอบ			
		IV		TV		NV		NC		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง				
กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทาง	3	0 (0)	25 (71)	4 (11)	1 (3)	5 (14)	0 (0)	26 (74)	9 (26)	1.3/4	3.2/4	33	80
วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน	4	0 (0)	31 (89)	7 (20)	0 (0)	5 (14)	0 (0)	23 (66)	4 (11)	1.5/4	3.7/4	38	93
(Theories and Laws)													
วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหา	10	0 (0)	25 (71)	21 (60)	10 (29)	7 (20)	0 (0)	7 (20)	0 (0)	2.4/4	3.7/4	60	93
คำตอบที่หลากหลาย (Myth of													
Scientific Method)													
หมายเหตุ IV คือ Informed view (มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์) TV คือ Transition view (มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน)													
NV คือ Naïve view (มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์) NC คือ Not categorized (ไม่สามารถจัดกลุ่มได้)													

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)

จากผลการสำรวจในข้อคำถามที่ 5 และ 9 ในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้พบว่า ไม่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้อยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50 - 60 หลังจากการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมีมุมมองระยะปรับเปลี่ยน มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ลดลงกว่าก่อนเรียน พบว่าการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนเพิ่มขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 93-95 (ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4) ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนในองค์ประกอบที่ 1 เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดดังนี้

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้”

(นักเรียน 14, คำตอบก่อนเรียน)

“เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐาน ข้อมูลเป็นที่ยอมรับมาสนับสนุน ”

(นักเรียน 14, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 14 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปจาก มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เป็นมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) จากคำตอบก่อนเรียน

ผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด คำตอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่ 14 สามารถอธิบายเพิ่มเติมว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลเป็นที่ยอมรับมาสนับสนุน

“ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลงไปไม่ได้”

(นักเรียน 19, คำตอบก่อนเรียน)

“เปลี่ยนแปลงได้”

(นักเรียน 19, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 19 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป จากมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เป็นมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จากคำตอบก่อนเรียนผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด คำตอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่ 19 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“สามารถเปลี่ยนแปลงได้”

(นักเรียน 09, คำตอบก่อนเรียน)

“สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากความรู้เดิมๆ”

(นักเรียน 09, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 09 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยน จากคำตอบก่อนเรียน นักเรียนคนที่ 09 มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จัดในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด คำตอบของ

นักเรียนคนที่ 09 ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากความรู้เดิมๆ ซึ่งอยู่ในกลุ่ม (TV) ซึ่งยังไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

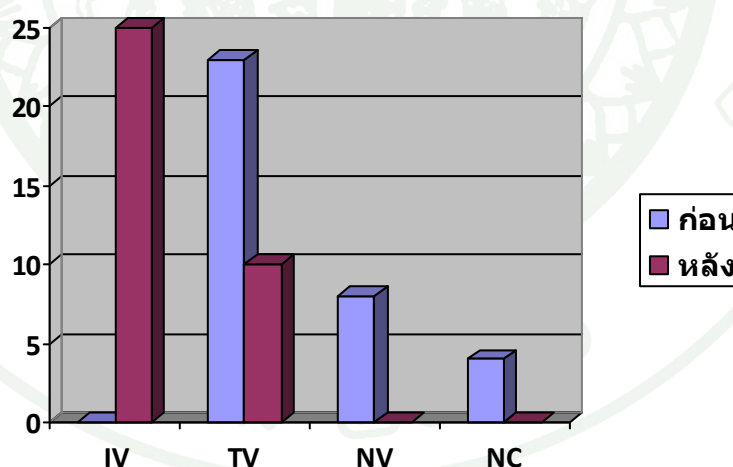
“เปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีคือสิ่งไม่แน่นอน”

(นักเรียน 27, คำตอบก่อนเรียน)

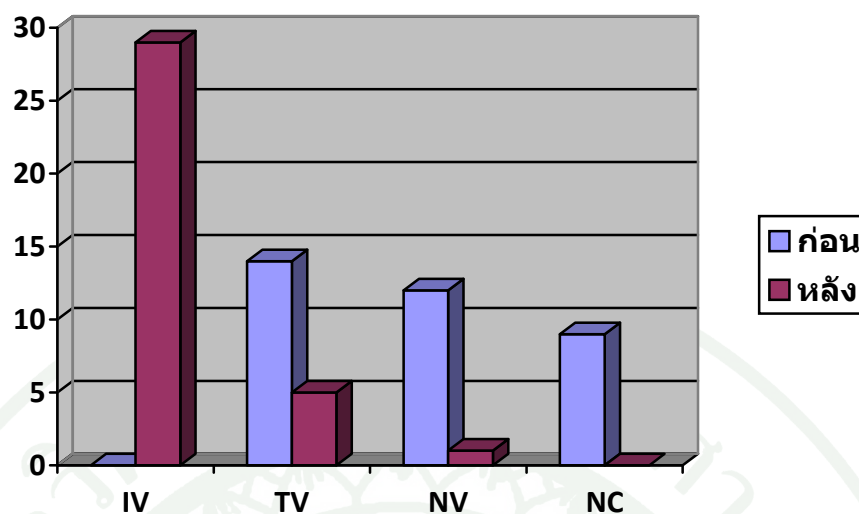
“สามารถเปลี่ยนแปลงได้”

(นักเรียน 27, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 27 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยน จากคำตอบก่อนเรียน มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีไม่แน่นอน อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ซึ่ง อยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับ สะท้อนความคิด คำตอบหลังเรียนว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ จัดอยู่ในกลุ่ม (TV)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ข้อคำถามที่ 5 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ข้อคำถามที่ 9 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 1 พบว่า ไม่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55 หลังจากจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ลดลง ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 98 (ดังแสดงในภาพที่ 5)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ วิทยาศาสตร์เรียนรู้เกี่ยวกับ ธาตุ และสารต่างๆ ”

(นักเรียน 33, คำตอบก่อนเรียน)

“วิทยาศาสตร์มีการทดลอง สืบเสาะ มีการสังเกต สรุป”

(นักเรียน 33, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 33 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปจาก คำตอบก่อนเรียน วิทยาศาสตร์เรียนรู้เกี่ยวกับ ธาตุ และสารต่างๆ ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 33 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นว่า วิทยาศาสตร์มีการทดลอง สืบเสาะ มีการสังเกต สรุป ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

“วิทยาศาสตร์เรียนเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เช่น ร่างกายของมนุษย์ ฟิสิกส์ ”

(นักเรียน 34, คำตอบก่อนเรียน)

“วิทยาศาสตร์เป็นการทดลอง ”

(นักเรียน 34, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 34 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน วิทยาศาสตร์เรียนเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เช่น ร่างกายของมนุษย์ ฟิสิกส์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 34 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า วิทยาศาสตร์เป็นการทดลอง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“วิทยาศาสตร์เป็นการทดลอง สรุป”

(นักเรียน 06, คำตอบก่อนเรียน)

“วิทยาศาสตร์ต้องการทดลอง สรุป”

(นักเรียน 06, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 06 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไปจาก คำตอบก่อนเรียน วิทยาศาสตร์เป็นการทดลอง สรุป ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อ

ได้รับการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 06 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า วิทยาศาสตร์ต้องการทดลอง สรุป ซึ่งเป็นคำตอบแบบเดิมและยังไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมหรือแสดงว่ามีความเข้าใจเพิ่มขึ้น

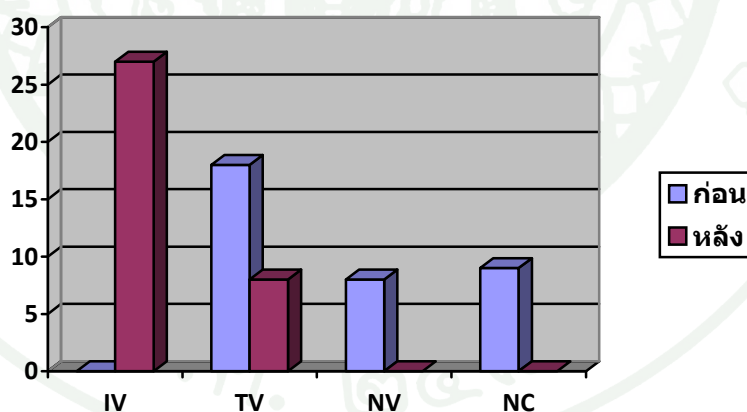
“วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องทำความเข้าใจ มีการทดลอง”

(นักเรียน 10, คำตอบก่อนเรียน)

“วิทยาศาสตร์มีการทดลอง”

(นักเรียน 10, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 10 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องทำความเข้าใจ มีการทดลอง จากคำตอบการอธิบายยังไม่ชัดเจน ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 10 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า วิทยาศาสตร์มีการทดลอง ซึ่งยังไม่ได้ให้เหตุผล หรืออธิบายได้เพิ่มเติม



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและ
 ประจักษ์พยาน (Empirical basis) ข้อคำถามที่ 1 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ
 วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

3. มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)

จากผลการสำรวจ ในข้อคำถามที่ 2 และ 7 ที่ใช้ถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่ามุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยความเชื่อ ประสบการณ์ การอบรมเลี้ยงดู พบว่าไม่มีนักเรียนที่ตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 40-48 หลังจากจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าผู้เรียนมีมุมมองสอดคล้องมติประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 90-98 (ดังแสดงในภาพที่ 6 และ 7)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ สัมผัส ”

(นักเรียน 14, คำตอบก่อนเรียน)

“ความเชื่อ ประสบการณ์เดิม แตกต่างกัน ”

(นักเรียน 14, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 14 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน สัมผัส ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 14 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า ความเชื่อ ประสบการณ์เดิม แตกต่างกัน ซึ่งอยู่ในกลุ่มสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

“ ลักษณะไม่เหมือนกัน ”

(นักเรียน 32, คำตอบก่อนเรียน)

“ประสบการณ์ ความเชื่อของแต่ละคน ”

(นักเรียน 32, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 32 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ลักษณะไม่เหมือนกัน ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 32 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า ประสบการณ์ ความเชื่อของแต่ละคน จากคำตอบไม่ได้อธิบายว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ อาจเคยเห็นมาก่อน ”

(นักเรียน 04, คำตอบก่อนเรียน)

“ประสบการณ์ของแต่ละคน”

(นักเรียน 04, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 04 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน อาจเคยเห็นมาก่อน แต่ไม่อธิบายว่าเกิดจากความแตกต่างของความรู้เดิมของแต่ละคน ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 04 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า ประสบการณ์ของแต่ละคน ซึ่งไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าเกิดจากความแตกต่างของประสบการณ์แต่ละคน

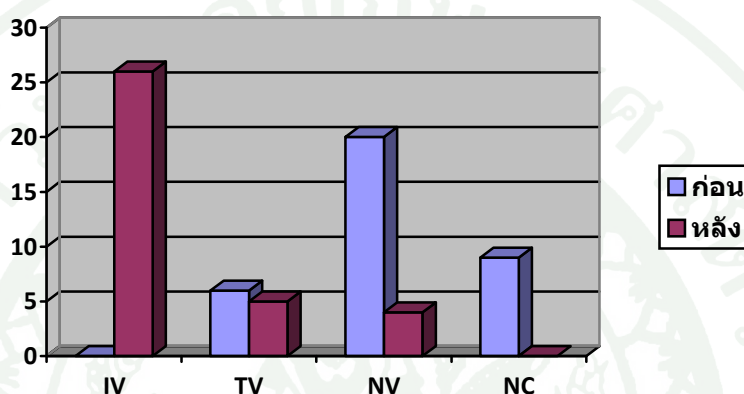
“แล้วแต่ความรู้เดิมของแต่ละคน”

(นักเรียน 06, คำตอบก่อนเรียน)

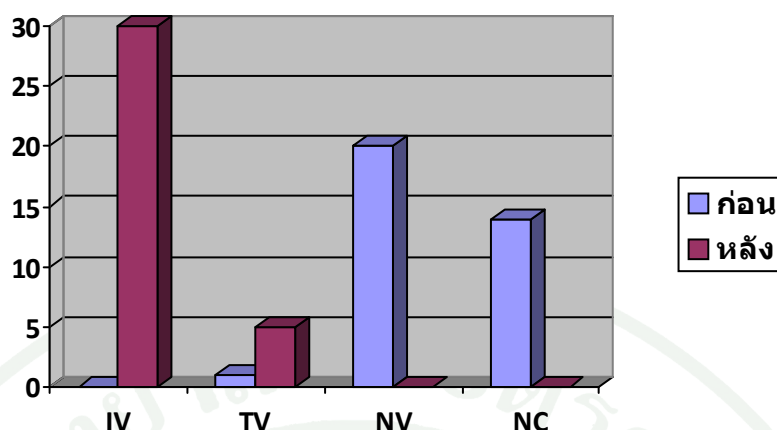
“ ขึ้นอยู่กับ ความรู้ ความเชื่อ ของบุคคล ”

(นักเรียน 06, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 06 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน แล้วแต่ความรู้เดิมของแต่ละคน จะเห็นว่ายังอธิบายไม่ได้ว่าความรู้เดิมแตกต่างกัน ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 06 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า ขึ้นอยู่กับ ความรู้ ความเชื่อ ของบุคคล ซึ่งยังไม่สามารถอธิบาย ว่าความรู้ ความเชื่อ ของบุคคลแตกต่างกัน



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบมุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ข้อคำถามที่ 2 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบมุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) ข้อคำถาม ที่ 7 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบ ชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

4. การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ อยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 68 หลังจากจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีมุมมองสอดคล้องมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 98 (ดังแสดงในภาพที่ 8) และมุมมองในระยะปรับเปลี่ยนลดลง

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอน แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ไม่ใช่จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์”

(นักเรียน 02, คำตอบก่อนเรียน)

“ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์”

(นักเรียน 02, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 02 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน วิทยาศาสตร์ไม่ใช่จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 02 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า วิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) ซึ่งไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ใช้จินตนาการในทุกขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

“ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้อยู่จุดเดิม”

(นักเรียน 17, คำตอบก่อนเรียน)

“ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอน”

(นักเรียน 17, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 17 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้อยู่จุดเดิม ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 17 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอน ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วย”

(นักเรียน 13, คำตอบก่อนเรียน)

“ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์”

(นักเรียน 13, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 13 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วย ไม่สามารถระบุว่ นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนใดบ้าง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 13 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมว่าใช้ขั้นตอนไหนบ้าง

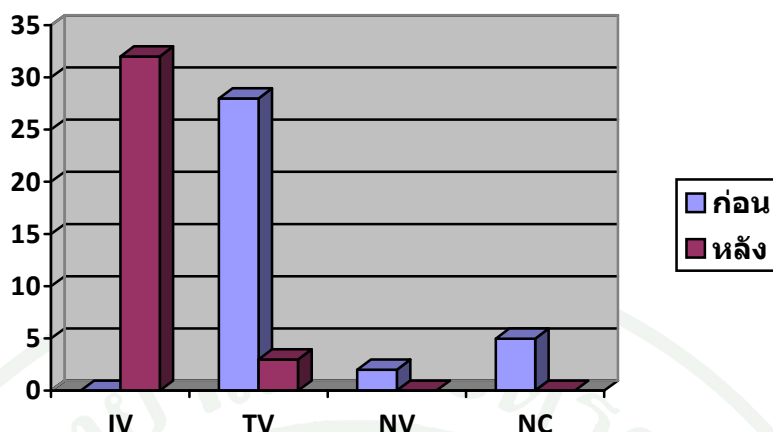
“ ใช้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการหรือความคิด”

(นักเรียน 27, คำตอบก่อนเรียน)

“ นักวิทยาศาสตร์หาความรู้ ใช้จินตนาการ หรือความคิด”

(นักเรียน 27, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 27 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ใช้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิด แต่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนไหนบ้าง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 27 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า นักวิทยาศาสตร์หาความรู้ ใช้จินตนาการหรือความคิด และไม่สามารถระบุว่ใช้ในขั้นตอนไหนบ้าง



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) ข้อคำถามที่ 6 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

5. บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 8 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 53 หลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 93 (ดังแสดงในภาพที่ 9)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ไม่ใช่ เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวกับสังคมและวัฒนธรรม ”

(นักเรียน 17, คำตอบก่อนเรียน)

“มีผล ประเทศไทยศาสนาพุทธ ไม่น่าสัตว์ไปทดลอง”

(นักเรียน 17, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 17 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ไม่ใช่ เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวกับสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมอง ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 17 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป ว่า มีผล ประเทศไทยมีศาสนาพุทธ ไม่น่าสัวไปทดลอง ซึ่งมีความเข้าใจธรรมชาติที่เปลี่ยนไป อยู่ใน กลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เนื่องจากยกตัวอย่างได้ถูกต้อง

“ไม่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีเหตุผล ”

(นักเรียน 22, คำตอบก่อนเรียน)

“มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ”

(นักเรียน 22, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 22 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียนว่า ไม่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีเหตุผล ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่ สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 22 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า มีผลต่อ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่ไม่สามารถยกตัวอย่างได้ว่ามีผลอย่างไร ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมอง ระยะปรับเปลี่ยน (TV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอน แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ มีผล เพราะสังคมและวัฒนธรรมสนใจเรื่องของนักวิทยาศาสตร์ ”

(นักเรียน 27, คำตอบก่อนเรียน)

“มีผลจากการกระทำของนักวิทยาศาสตร์”

(นักเรียน 27, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 27 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบ ก่อนเรียนว่า มีผล เพราะสังคมและวัฒนธรรมสนใจเรื่องของนักวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าการยกตัวอย่าง ไม่ถูกต้อง ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับ

สะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 27 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า มีผลจากการกระทำของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นว่าการยกตัวอย่างคำตอบยังไม่ถูกต้องเหมือนเดิม ซึ่งอยู่ในมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

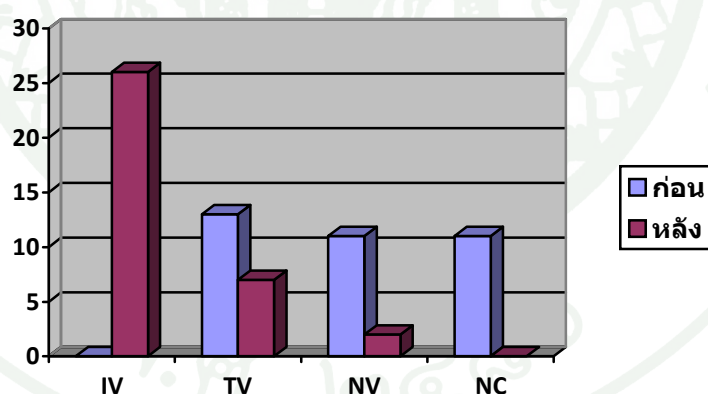
“ มีผล นักวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลอง คิดวิเคราะห์จึงต้องหาสมาชิกมาๆ ”

(นักเรียน 29, คำตอบก่อนเรียน)

“ มีผล เพราะสังคมและวัฒนธรรม แตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ ”

(นักเรียน 29, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 29 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน มีผล นักวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลอง คิดวิเคราะห์จึงต้องหาสมาชิกมาๆ จะเห็นว่าการยกตัวอย่างยังไม่ถูกต้อง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 29 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า มีผล เพราะสังคมและวัฒนธรรมแตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนยังให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้องเหมือนเดิม



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบบริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) ข้อคำถามที่ 8 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 11 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28 หลังจากการเรียนรู้การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 95 (ดังแสดงในภาพที่ 10)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ นักศึกษาธรณีวิทยาคนที่ 2 ใช้การสังเกต ”

(นักเรียน 07, คำตอบก่อนเรียน)

“คนที่ 1 ใช้การสังเกต เพราะบอกลักษณะ
คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 07, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 07 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักศึกษาธรณีวิทยาคนที่ 2 ใช้การสังเกต ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 07 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า นักศึกษาธรณีวิทยาคนที่ 1 ใช้การสังเกต เพราะบอกลักษณะ คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป จะเห็นว่าคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า คนที่ 1 ใช้การสังเกตเพราะอะไร คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุปเพราะอะไร ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

“ นักศึกษาธรณีวิทยาคนที่ 2 ใช้การสังเกตเพราะบอกว่าเป็นฟอสซิลหอย ”

(นักเรียน 19, คำตอบก่อนเรียน)

“นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1 ใช้การสังเกต
นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 19, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 19 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักศึกษาธรรมชาติวิทยาคนที่ 2 ใช้การสังเกตเพราะบอกว่าเป็นฟอสซิล ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ธรรมชาติวิทยา (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 19 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1 ใช้การสังเกต นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“นักธรณีวิทยาคนที่ 1 ใช้การสังเกต นักธรณีวิทยาคนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 13, คำตอบก่อนเรียน)

“คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 13, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 13 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักธรณีวิทยาคนที่ 1 ใช้การสังเกต นักธรณีวิทยาคนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 13 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้เหมือนเดิม จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

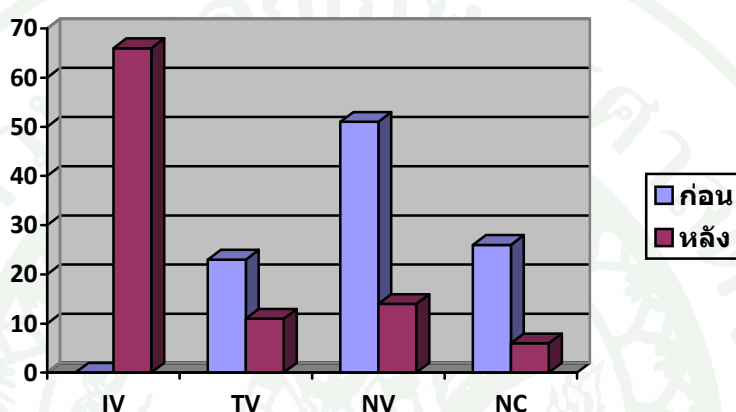
“คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 16, คำตอบก่อนเรียน)

“คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป”

(นักเรียน 16, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 16 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป แต่ยังไม่ได้ให้เหตุผล ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 16 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า คนที่ 1 ใช้การสังเกต คนที่ 2 ใช้การลงข้อสรุป แต่ยังไม่ได้อธิบายเหตุผล จัดอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV)



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) ข้อคำถามที่ 11 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)

จากผลการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในคำถามข้อที่ 3 และ 4 ที่ใช้ถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับมุมมองมติประชาคมวิทยาศาสตร์คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33-38 พบว่า หลังจากจัดการเรียนการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 80-93 (ดังแสดงในภาพที่ 11 และ 12)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“กฎ คือการวิเคราะห์ การทดลอง”

(นักเรียน 10, คำตอบก่อนเรียน)

“กฎแสดงความสัมพันธ์ที่แน่นอน ทฤษฎีเป็นการอธิบาย”

(นักเรียน 10, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 10 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน กฎ คือการวิเคราะห์ การทดลอง ซึ่งอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 10 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า กฎแสดงความสัมพันธ์ที่แน่นอน ทฤษฎีเป็นคำอธิบาย จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

“กฎ คือการกระทำ ทฤษฎี คือการคิดวิเคราะห์”

(นักเรียน 29, คำตอบก่อนเรียน)

“กฎแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการศึกษา ทฤษฎีเป็นข้อความอธิบาย”

(นักเรียน 29, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 29 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน กฎ คือการกระทำ ทฤษฎีคือการคิดวิเคราะห์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 29 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า กฎแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการศึกษา ทฤษฎีเป็นข้อความอธิบาย จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“กฎ คือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ห้าม ”

(นักเรียน 12, คำตอบก่อนเรียน)

“กฎ คือสิ่งที่สำคัญ”

(นักเรียน 12, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 12 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน กฎ คือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ห้าม ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 12 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า กฎ คือสิ่งที่สำคัญ ซึ่งเป็นกลุ่มคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)

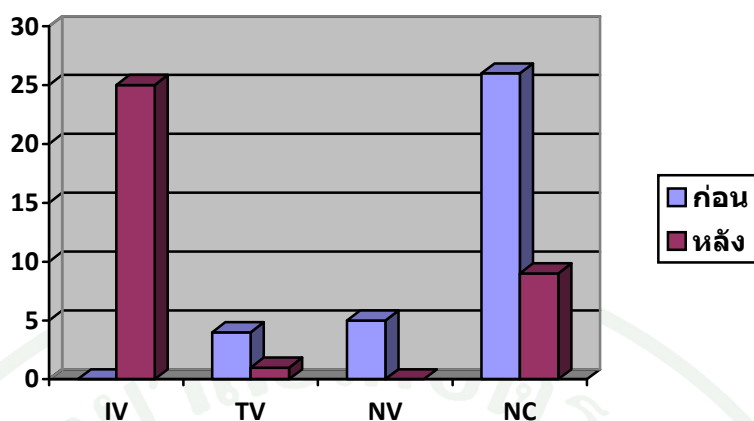
“กฎคือการศึกษา”

(นักเรียน 19, คำตอบก่อนเรียน)

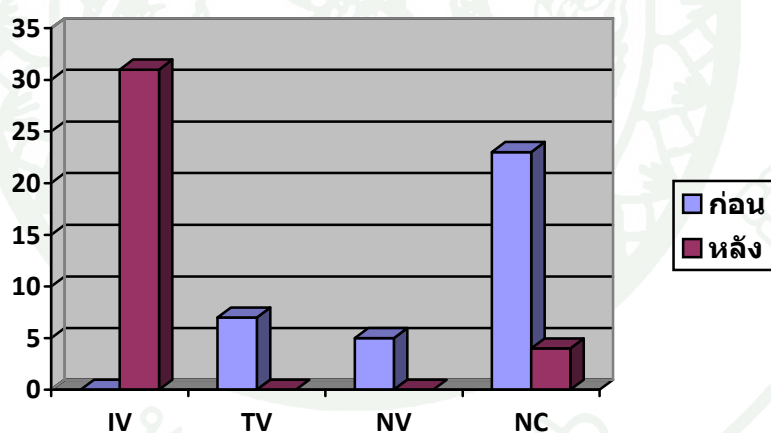
“กฎ ข้อปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์”

(นักเรียน 19, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 19 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน กฎ คือการศึกษา ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 19 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า กฎ ข้อปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เหมือนเดิม



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ข้อคำถามที่ 3 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบกฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ข้อคำถามที่ 4 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

8. วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

จากการสำรวจโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติในข้อคำถามที่ 10 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) ผู้เรียนอยู่ในกลุ่มคำตอบระยะปรับเปลี่ยน กลุ่มคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ และกลุ่มคำตอบที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 หลังจากจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 93 (ดังแสดงในภาพที่ 13)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“นักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเพียงวิธีการเดียว”

(นักเรียน 12, คำตอบก่อนเรียน)

“ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้การทดลองเพียงวิธีการเดียว”

(นักเรียน 12, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 12 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทดลองเพียงวิธีการเดียว ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 12 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้การทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าใช้วิธีการใดบ้าง ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

“นักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเพียงวิธีการเดียวในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

(นักเรียน 08, คำตอบก่อนเรียน)

“ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการอื่นด้วย เช่น สังเกต จินตนาการ ”

(นักเรียน 08, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 28 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน นักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเพียงวิธีการเดียวในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 08 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปว่า ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการอื่นด้วย เช่น การสังเกต จะเห็นว่ามีการยกตัวอย่างได้ถูกต้อง จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

ตัวอย่างคำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรับเปลี่ยนเมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-reflective approach)

“ไม่ใช่ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการทดลองหลากหลาย ”

(นักเรียน 18, คำตอบก่อนเรียน)

“ไม่ใช่”

(นักเรียน 18, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 18 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ไม่ใช่ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการทดลองหลากหลาย เหตุผลยังไม่ถูกต้อง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 18 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า ไม่ใช่ แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลและยกตัวอย่าง จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)

“ไม่ใช่ การทดลองมีหลายวิธี”

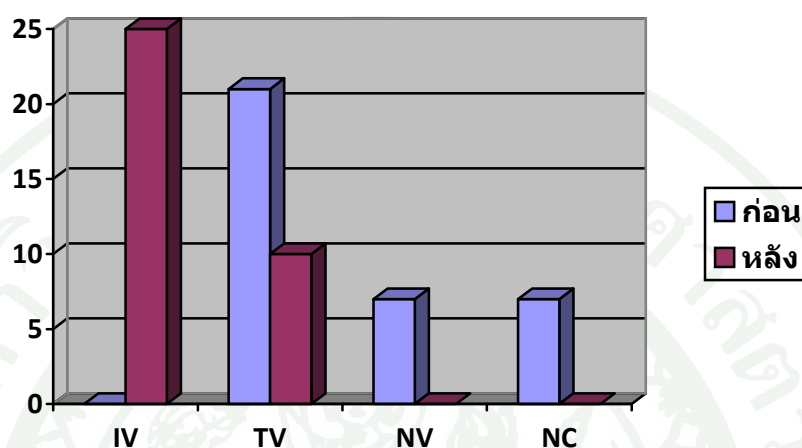
(นักเรียน 30, คำตอบก่อนเรียน)

“ไม่ใช่ ”

(นักเรียน 30, คำตอบหลังเรียน)

นักเรียนคนที่ 30 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เปลี่ยนไป จากคำตอบก่อนเรียน ไม่ใช่ การทดลองมีหลายวิธี เหตุผลยังไม่ถูกต้อง ซึ่งอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน

(TV) เมื่อได้รับการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด นักเรียนคนที่ 30 มีคำตอบหลังเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนเดิมว่า ไม่ใช่ แต่ไม่ได้ให้เหตุผลหรือยกตัวอย่าง จัดอยู่ในกลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV)



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบวิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) ข้อคำถามที่ 10 ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

จากการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่บูรณาการกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกองค์ประกอบ เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าในทุกองค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 80-95

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และหาแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียนในการหาข้อมูลแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียนในการสังเคราะห์เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดในหน่วยการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุม ลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซม การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สารพันธุกรรม การเขียนพันธุประวัติการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ

พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดเมื่อครูได้ยกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายในชั้นเรียนนั้นในแผนการสอนแรกนักเรียนยังไม่ได้ให้ความร่วมมือในการอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นมากนัก ดังนั้นในการสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจึงมีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้น เมื่อได้นำมาปรับใช้กับแผนการสอนต่อไปโดยการที่ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายความคิดเห็นมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนในชั้นเรียนได้สรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองพบว่านักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะร่วมอภิปราย ซึ่งทำอย่างนี้ไปทีละแผนซึ่งพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถาม อภิปราย เกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหาที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นประวัติของนักวิทยาศาสตร์ การหยิบยกข่าวสาร หรือสิ่งที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูได้หยิบยกมาให้ให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็นจะช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนและผู้เรียนจะแสดงความคิดเห็นอย่างตั้งใจร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน จนสามารถสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ทำอย่างนี้จนครบแผนสุดท้ายนักเรียนจะมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

2. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (Explicit – Reflective Approach)

การวิจัยครั้งนี้มีกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ (Creativity) บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddness) การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)

จากผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนก่อนทำการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดของนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) หลังจากที่ได้จัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดแล้วพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ มีจำนวนลดลง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียน และครูผู้สอนได้หยิบยกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับ

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการคิดและสามารถสรุปความรู้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนาต่อไป

ข้อวิจารณ์

แนวปฏิบัติที่ดี

การหยิบยกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปราย และสะท้อนความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนและสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เข้าไ้มากยิ่งขึ้นนอกจากนั้นการหยิบยกสถานการณ์หรือสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียนอาจใช้วีดิทัศน์หรือภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจสถานการณ์ที่หยิบยกขึ้นมาให้ผู้เรียนอภิปราย และสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach)

จากผลการวิจัยก่อนการจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องในองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 33-38 จากการที่ได้สำรวจความเข้าใจในองค์ประกอบนี้นักเรียนสงสัยว่ากฎคืออะไร ทฤษฎีคืออะไรนักเรียนบางคนขอให้ครูอธิบายข้อความนี้อีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dogan and Abd-El-Khalick (2008) ที่พบว่านักเรียนทั้งหมดที่ทำการจัดการเรียนการสอนมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี

นักเรียนมีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์(NV) ในองค์ประกอบที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55 จากการวิเคราะห์คำตอบนักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ที่พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ทำการจัดการเรียนการสอนอยู่มีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน

ในองค์ประกอบที่ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49 มีซึ่งจากการทำแบบวัดผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบข้อคำถามนี้ได้และเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และนักเรียนบางส่วนสามารถตอบคำถามนี้โดยไม่ได้ให้กรทวนคำถามให้ฟังอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ที่พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเข้าใจที่ในองค์ประกอบที่ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่ถูกต้อง

จากข้อค้นพบที่ได้้นั้นผู้เรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุแล้วเกิดจากการจัดการเรียนการสอนซึ่งไม่สอดคล้องกับการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเนื่องจากไม่ได้มีการหยิบยกสถานการณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้อภิปรายและสะท้อนความคิด และสร้างข้อสรุปด้วยตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit-Reflective Approach)

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยจัดการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมพบว่านักเรียนมีความเข้าใจองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกองค์ประกอบดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 93-95 จากการหัยบยขสณการณั้ประวัติศาสตรัวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องของลา มาร์ค และชาลส์ คาร์ วิน ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพสณการณั้ได้ชัดเจนและเชื่อมโยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith (2010) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนการสอนแบบบ่งชี้ผ่านหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรมและวิวัฒนาการ ซึ่งในเนื้อหาามีเรื่องราวประวัติชีวิต และการทำงาน ของชาลส์ คาร์ วิน จากผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบบ่งชี้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนได้”

(นักเรียน 24, อนุทิน วันที่ 4 สิงหาคม 2557)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน (Empirical basis) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 98 ในองค์ประกอบนี้ ผลการศึกษาจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากได้หัยบยขสณการณั้การสืบสวนสอบสวนจากลายพิมพ์ดีเอ็นเอว่าลายพิมพ์ดีเอ็นเอใดเป็นเครือญาติกัน ซึ่งผู้เรียนสนใจและสามารถตอบได้ถูกต้อง เนื่องจากผู้เรียนเคยได้รับข้อมูลการสืบสวนแบบนี้มาแล้ว จากข่าวสารต่างๆ ทำให้มีความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องนี้มาบ้างแล้ว เมื่อครูใช้คำถามนำการอภิปราย ผู้เรียนก็อภิปรายและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe *et al.* (2002) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและประจักษ์พยาน โดยจัดการเรียนการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพบว่าการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน พยาน”

(นักเรียนคนที่ 23, อนุทิน วันที่ 5 สิงหาคม 2557)

มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 90-98 นักเรียนพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้เพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนได้หยิบยกกิจกรรมใกล้ตัวของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้วมาให้ผู้เรียนอภิปรายและเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา ปัทมพงศา, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) ได้พัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ ผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้เดิม”

(นักเรียน 11, อนุทิน วันที่ 8 สิงหาคม 2557)

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (Creativity) นักเรียนมีความเข้าใจจัดอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 98 ในองค์ประกอบนี้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากเช่นเดียวกันจากการจัดกิจกรรมชมวิดีโอทัศน์การค้นพบดีเอ็นเอของวัตสันต์ และคริก การสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์จากดินน้ำมัน ซึ่งผู้เรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วครูได้ใช้คำถามนำการอภิปรายและหยิบยกสถานการณ์มาให้อภิปรายสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe et al. (2002) ได้ศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างแสดงคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์”

(นักเรียน 10, อนุทินวันที่ 1 กรกฎาคม 2557)

บริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Social/Cultural Embeddedness) นักเรียนมีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มสอดคล้องกับมิติประชากรวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 93 ในองค์ประกอบนี้มีการพัฒนาความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หยิบยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาให้อภิปราย เชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ดีขึ้นและรวดเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา ปัทมพงศา, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2555) ที่ได้พัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“ ศาสนา วัฒนธรรม มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ”

(นักเรียน 25, อนุทิน วันที่ 15 กรกฎาคม 2557)

การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observations and Inferences) นักเรียนมีความเข้าใจจัดอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมิติประชากรวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 95 ในกิจกรรมนี้ได้ยกตัวอย่างเหตุการณ์ หรือการกระทำที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมาให้อภิปราย ซึ่งทำให้สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe et al. (2002) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ว่าการอนุมาน โดยจัดการเรียนการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดกับการจัดการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังต่อไปนี้

“ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป ”

(นักเรียนคนที่ 16, อนุทิน วันที่ 4 สิงหาคม 2557)

กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) นักเรียนมีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมิติประชากรวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 80-93 เนื่องจากการสอนมีการยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีเพื่อให้ให้นักเรียนได้อภิปรายนั้นนักเรียนบางส่วนยังไม่

เข้าใจว่าความสับสนของสิ่งที่ต้องการศึกษาของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และการยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีนักเรียนสามารถบอกชื่อกฎและทฤษฎีได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน อาจจะเนื่องมาจากในเนื้อหาชีววิทยาเป็นเนื้อหาที่ไม่ได้มีกฎและทฤษฎีที่ชัดเจนที่จะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจน และเนื่องจากพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนต่อกฎและทฤษฎียังไม่มากพอ ทำให้มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยกว่าองค์ประกอบอื่น ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน”

(นักเรียน 11, อนุทิน วันที่ 5 สิงหาคม 2557)

“เมื่อผู้สอนได้นำกฎและทฤษฎีจากวิชาอื่นๆ เช่นวิชาฟิสิกส์มาให้นักเรียนอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนอภิปรายและเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น แต่มีนักเรียนบางส่วน ที่อภิปรายและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบนี้ยังไม่ชัดเจน”

(บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ 8, วันที่ 8 สิงหาคม 2557)

วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method) ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 93 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนมีการยกตัวอย่างการศึกษาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ชาลส์ ดาร์วิน มาให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับการหาความรู้ ซึ่งนักเรียนตั้งใจและสนใจในกิจกรรมนี้ซึ่งเป็นเรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์โดยการใช้วิธีทัศน์เป็นสื่อจากนั้นก็อภิปราย ทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถตอบแบบวัดได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith (2010) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนการสอนแบบบ่งชี้ ผ่านหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรมและวิวัฒนาการ ซึ่งในเนื้อหาเรื่องราวประวัติชีวิตการทำงาน ชาลส์ ดาร์วิน ผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบบ่งชี้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

“นักวิทยาศาสตร์หาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้หลายวิธี”

(นักเรียนคนที่ 08, อนุทิน วันที่ 19 สิงหาคม 2557)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1. ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้งอาจต้องใช้เวลา โดยเฉพาะในส่วนของการอภิปรายองค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งในแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลาในการอภิปรายและการสะท้อนความคิดของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้ด้วยตนเองซึ่งต้องใช้เวลา ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องมีการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการจัดการเรียนการสอนเพื่อครูจะหยิบยกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้อภิปราย ควรเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียนและเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีข้อมูลในการอภิปรายที่หลากหลายและอภิปรายอย่างอิสระ เพื่อจะสะท้อนความคิดของตนเองออกมา ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีต่อการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด
3. ในการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูใช้คำถามนำการอภิปรายให้มากขึ้น อาจเป็นคำถามใหม่เพื่อถามให้นักเรียนอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเดิมทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มาก และหลากหลาย สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจจะยังไม่ได้ผ่านการเรียนวิชาที่เกี่ยวกับกฎและทฤษฎีมากเท่ากับนักเรียนชั้นมัธยมปลายชั้นอื่นรวมทั้งเนื้อหาชีววิทยาเป็นเนื้อหาที่ไม่ได้มีเนื้อหาที่เกี่ยวกับกฎและทฤษฎีเหมือนในวิชาฟิสิกส์ ดังนั้นครูอาจทบทวนกฎและทฤษฎีที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อนหรือได้นำกฎและทฤษฎีในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ มาให้นักเรียนได้รู้จักเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นลักษณะของกฎหรือทฤษฎีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่ออภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็จะสามารถอภิปรายได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. วิธีการสอนที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws) ได้ดี มีวิธีใดบ้าง และสามารถบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในวิชาใด หน่วยใด

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้

ด้านทรัพยากร ในการวิจัยครั้งนี้ได้บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับหน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งในบางกิจกรรมต้องใช้อุปกรณ์ที่มีจำนวนจำกัด เช่น กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีเพียงตัวเดียวที่สามารถใช้งานได้จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้

ด้านเวลา บางกิจกรรมไม่สามารถที่จะควบคุมให้เป็นไปตามกำหนดเวลาได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง นอกจากนั้นในบางชั่วโมงเรียนอาจมีกิจกรรมที่ไม่สามารถควบคุมได้เข้ามา เช่น กิจกรรมจากหน่วยงานอื่นเข้ามาให้ความรู้กับผู้เรียน อาจทำให้ไม่เป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา มหาลี. 2553. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบขัดแย้งร่วมกับสะท้อนความคิด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ผู้สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2552. เอกสารพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge: PCK): ม.ป.ท..

พงศ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ. 2555. “การพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์”. คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรไทย (น.ส.พ. ฟ้ามืองไทย).

พฤตพร ลิตานุรักษ์. 2554. ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สสวท.). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิบัณฑิตสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยจากอดีตสู่อนาคต. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

ขงยุทธ ยุทธวงศ์. 2554. วิทยาศาสตร์เพื่ออะไร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์ จำกัด.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล. 2554. “การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4(2): 73-90.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2551. การจัดการการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

สรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ชูตากม และ อรุณี อิงคากุล. 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”. วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม) 26(2): 133-145.

สุทธิดา จำรัส. 2555. คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา
เพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อส่งเสริม
กิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์อักษรไทย (น.ส.พ. ฟ้ามืองไทย).

_____, นฤมล ชูตากม และ พรทิพย์ ไชยโส. 2552. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, วิทยาลัยขอนแก่น
ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 14(4) : 360-374.

สุวิมล ว่องวานิช. 2553. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์ แก่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภางค์ จันทวานิช. 2553. วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภารัตน์ น้อยนาง. 2554. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ในการเรียนเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และ
สังคมและปรัชญาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โตริจี้ หงศ์ลดารมภ์. 2545. **วิทยาศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมไทย**. กรุงเทพมหานคร:
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).

อังคณา ปัทมพงศา. 2555. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์แสงและมุมมองธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

Abd-Khalick, F., R. L. Bell and N. G. Lederman. 1997. "The Nature of Science and Instrutlional
Pracitce: Making the Unnatural Natural".

_____ and N. G. Lederman. 2000. "The Influence of History of Science Course on Student'
Views of the Nature of Science". **Journal of Research in Science Teaching**,
37: 1057-1095.

American Association for the Advancement of Science (AAAS.). 1990. **Science foe All
American**. (Online). <http://www.interscience.wiley.com.>, May 12, 2004.

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

_____. 1998. **Project 2061: Science for All American**. (Online). <http://www.interscience.wiley.com.>, May 12, 2004.

Bell, R., L. Blaie, B. Crawford and N.G. Lederman. 2003. " The Impact of a science apprenticeship
program on hight school student' understandings of the nature of science and
scientific inquiry" **Journal of Research ind Science Teaching**. 40: 487-509.

_____ and N.G. Lederman. 2003. "Understandings of the nature of science and decision
making on science and teachnologh based issue". **Science Education** 87: 352-377.

Billeh, V.Y. and O.E. Hasan. 1975. "Factors affecting teacher's gain in understanding NOS".

Journal of Research in Science Teaching. 12(3): 209-219.

Cheng, M.H. 2011. Towards the development of an instructional model that enhances junior secondary students' understanding of the nature of science. **Science Education in International Contexts**, 63-81.

Cooley, W.W. and L.E. Klopfer. 1963. "The history of science cases for high school in the development of student understanding of science and scientists. **Journal of Research in Science Teaching**. 1(1): 33-47.

Dogan, N., and F. Abd-El-Khalick. 2008. "Turkish grade 10 students' and science teacher's conceptions of nature of science: a national study". **Journal of Research in Science Teaching** 45(10): 1083-1112.

Durkee, P. 1974. "An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high-ability students studying physics". **Science Education**. 58(3): 343-356.

Kang, S., L.C. Scherman and T. Noh. 2005. Examining students' views on the nature of science: results from Korea 6th, 8th, and 10th graders. **Science Education**, 89(2): 314-334.

Khishfe, R. and F. Abd-El-Khalick. 2002. "The Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science". **Journal of Research in Science Teaching** 39(7): 551-578.

_____ and N. Lederman. 2006. "Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus non integrated". **Journal of Research in Science Teaching** 4(4): 377-394.

- Khishfe, R. 2008. The development of seventh graders' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, 45(4): 470-496.
- Lederman, N.G. 1992. "Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research". **Journal of Research in Science Teaching** 29(4) : 331-359.
- _____ and F. Abd-El-Khalick. 1998. Avoiding De-nature Science: Activities that Promote Understandings of the Nature of Science. In W.F.McComas (Eds.) **The Nature of Science in Science Education : Rationales and Strategies**. 83-126.
- _____, F. Abd-El-Khalick., R. L. Bell. and R.S. Schwartz. 2002. "Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science". **Journal of Research in Science Teaching** 39(6): 497-521.
- Lin, H. and C. Chen. 2002. "Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science though history". **Journal of Research in Science Teaching**, 39(9): 773-792.
- Liu, S., and N.G. Lederman. 2002. "Taiwanese gifted students' views of nature of science". **School Science and Mathematics**, 102: 114-122.
- MastafaSerdar, K. 2010. **The Effect of Explicit Embedded Reflective Instruction on Nature of Science Understanding, Scientific Literacy Level and Achievement on Cell Unit**. The Degree of Doctor Secondary Science and Mathematics Education. Philosophy.
- Mc Comas, W.F. 1998. The nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Moss, D. and J. Robb. 2001. "Examining students conceptions of the nature of science. **International Journal of Science Education**, 23(8): 771-790.

Rudge, D.W. and E.M. Home. 2009. An Explicit and Reflective Approach to the Use History to Promote Understanding of the Nature of Science. **Science and Education**, 18(5): 561-580.

Ryan, A. G. and G. S.Aikenhead. 1992. “Students’ preconception about the epistemology of science”. **Journal of Science Education** 76 (6): 559-589.

Schwartz, R. S. ,N. G. Lederman and B. A. Crawford. 2004. **Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry**. (Online). <http://www.interscience.wiley.com>., May 12, 2004.

Smith, M.U. and L.C. Sharmann. 1999. Defining Versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teacher and Science Educators. **Science Education**, 83(4): 493-509.





รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผศ.ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 ความเชี่ยวชาญ การพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
 รางวัลและประกาศเกียรติคุณ รางวัลงานวิจัยแห่งชาติทางครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์
 ประจำปี 2557 จากสภาคณบดีครุศาสตร์แห่งประเทศไทย
 รางวัลนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติที่มีคุณภาพและ
 ผลกระทบสูงสุด (KU Research Star) 2557 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 วิทยากรอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 โรงเรียนหอวัง

ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน

ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 วิทยากร โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ การวิจัยในชั้นเรียน มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ วารสารปริทัศน์ ปีที่ 27 ฉบับที่ 3
 ที่ปริกษงานวิจัยทางชีววิทยา การใช้เชื้อราศัตรูแมลงในการควบคุมหนอนกระทู้หอม
 (*Spodoptera exigua* Hub.) การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 สาขาพืช

อาจารย์รัตนา ห้าวหาญ

อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพิมายวิทยา อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
 ประสบการณ์ในการสอนชีววิทยา 35 ปี



แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปรับจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS(C) ที่พัฒนาโดย Lederman, N.G., Schwartz, R.S., Abd-El-Khalick, F., และ Bell, R.L. (2002) เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ กรอบแนวคิดของ Lederman N.G. Abd-El-Khalick, K., Bell, R.L., & Schwartz, R. (2002)

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

คำชี้แจง : แบบวัดมีทั้งหมด 11 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง

****ขอความร่วมมือให้นักเรียนทำแบบวัดนี้ด้วยความตั้งใจ เนื่องจากคำตอบของนักเรียนในทุกๆ ข้อ มีความสำคัญต่อการนำไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ****

- ให้นักเรียนเขียนความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี) กับวิชาสาขาอื่นๆ (ศาสนา สังคม และ วัฒนธรรม)

วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี)	ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (ศาสนา สังคม และ วัฒนธรรม)

- นักเรียน 2 คน กำลังศึกษาเรื่องเซลล์พืช และได้พบเห็นภาพลักษณะเป็นวงรีอยู่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
 - นักเรียนคนที่ 1 ให้ความเห็นว่าภาพรูปวงรีที่พบคือฟองอากาศที่ผ่านเข้าไปในแผ่นสไลด์ของเซลล์พืช
 - นักเรียนคนที่ 2 ให้ความเห็นว่าภาพรูปวงรีที่พบคือเม็ดแป้ง ซึ่งสามารถพบได้ภายในเซลล์ของพืช
 เพราะเหตุใดภาพเดียวกันแต่นักเรียนทั้งสองจึงให้ความเห็นแตกต่างกัน

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี

กฎ	ทฤษฎี

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอย่างละ 2 อย่าง พร้อมทั้งอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

5. หลังจากทีนักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ)

นักเรียนคิดว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่

- ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเพราะเหตุใด
- สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายดังนี้

(ก) เพราะเหตุใดทฤษฎีจึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

(ข) เพราะเหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้และยอมรับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หากสักวันหนึ่งทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นี้ต้องเปลี่ยนแปลงไป

.....

.....

.....

.....

.....

6. นักวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาคำตอบที่ได้ตั้งคำถามไว้ นักเรียนคิดว่าในระหว่างที่ทำการสืบเสาะ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วยหรือไม่

- ถ้านักเรียนตอบว่าใช่ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนใดบ้างพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
- ถ้านักเรียนตอบว่าไม่ใช่ เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสืบเสาะหาความรู้ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

7. นักดาราศาสตร์สองกลุ่มมีความเชื่อเกี่ยวกับการกำเนิดของจักรวาล ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เชื่อว่าจักรวาลกำเนิดมาเป็นเวลานานจนและไม่รู้ว่าจักรวาลมีอายุเท่าใด เวลาที่จักรวาลขยายตัว จักรวาลจะสร้างสสารเพิ่มเสริมตลอดเวลา
- กลุ่มที่ 2 เชื่อว่าจักรวาลมีอายุที่สามารถนับได้ จักรวาลถือกำเนิดจากการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ พลังระเบิดมหาศาลได้ผลักดันให้กาแล็กซีต่างๆ พุ่งกระจัดกระจายออกจากกัน

นักดาราศาสตร์ทั้งสองกลุ่มใช้ข้อมูลชุดเดียวกันในการศึกษาการกำเนิดจักรวาลเพราะเหตุใด ข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจึงแตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....

.....

8. ให้นักเรียนอธิบายว่าสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่ มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

9. นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับโลกไว้ดังนี้

- นักวิทยาศาสตร์ยุคก่อนมีความเชื่อและลงความเห็นว่าการโลกมีลักษณะแบนและเป็นศูนย์กลางของจักรวาล
 - นักวิทยาศาสตร์ชื่อกาลิเลโอได้เสนอแนวคิดว่าการโลกกลมและโลกไม่ได้เป็นศูนย์กลางของจักรวาลจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาวโดยใช้กล้องโทรทรรศน์
- จากแนวคิดเกี่ยวกับโลกทั้งสองแนวคิดเพราะเหตุใดจึงมีความแตกต่างกัน จงอธิบาย

.....

.....

.....

10. นักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเพียงวิธีการเดียวในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

11. นักศึกษาธรณีวิทยา 2 คน ได้ทำการสำรวจพื้นที่ในบริเวณบ้านแก่งหลวงตำบลแม่ปาน อำเภอทอง จังหวัดแพร่ นักศึกษาธรณีวิทยาทั้งสองคนได้พบสิ่งนี้ในบริเวณที่สำรวจ



<http://www.prdnorth.in.th/ct/news/viewnews.php?ID=040429094324>

- นักศึกษาธรณีวิทยา คนที่ 1 บอกว่าสิ่งที่พบนี้เป็นเส้นวงกลมขดไปมาเป็นเกลียว
- นักศึกษาธรณีวิทยา คนที่ 2 บอกว่าสิ่งที่พบนี้เป็นซากฟอสซิลหอย

นักศึกษาธรณีวิทยาคนไหนใช้การสังเกต เพราะเหตุใด นักศึกษาธรณีวิทยาคนไหนใช้การลงข้อสรุป เพราะเหตุใด

.....

.....

***** ขอให้นักเรียนตอบคำถามด้วยความตั้งใจ *****





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ผู้สอน นางสาวเอี่ยมพร ปราสาทสูง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาพื้นฐาน ชีววิทยา

สัปดาห์ที่ 6 เวลา 3 คาบ

1. สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

- อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
- สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

* อนุญาตให้ใช้ในการศึกษาเท่านั้น เป็นลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ต้องขออนุญาตผู้วิจัยและขออนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ตัวชี้วัด

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของวิวัฒนาการ
2. อธิบายกลไกการเกิดพันธุกรรม
3. บอกการแปรผันทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
4. อธิบายและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับ
 - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness)
 - มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity)
 - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observation/Inferences)
 - กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws)
 - วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method)
5. สามารถทำงานเป็นกลุ่มได้

4. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้

1. วิวัฒนาการเกิดจากกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ ได้แก่ ความแปรผัน การสืบพันธุ์ และการคัดเลือกตามธรรมชาติ โดยอาศัยยีนเป็นตัวกลางในการส่งผ่านลักษณะทางพันธุกรรม อันเป็นพื้นฐานของการเกิดวิวัฒนาการ ลักษณะเช่นนี้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรมเมื่อสิ่งมีชีวิตให้กำเนิดลูกหลานย่อมเกิดลักษณะใหม่เป็นความหมายของทฤษฎีวิวัฒนาการโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติ

2. ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentativeness): ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล
- มุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู (Subjectivity): ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดกฎ ทฤษฎีค่านิยม ความเชื่อและประสบการณ์ของแต่ละบุคคลมีผลทำให้มุมมองในการตีความข้อมูลนั้นแตกต่างกันด้วย
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป (Observation/Inferences): ความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสแตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุป โดยใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิม
- กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Theories and Laws): กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
- วิทยาศาสตร์มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย (Myth of Scientific Method): ในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธีไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดลองเท่านั้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูตั้งคำถามว่า

- นักเรียนคิดว่าตั้งแต่กำเนิดโลกมีมนุษย์อยู่หรือไม่ และมีรูปร่างเหมือนมนุษย์ในปัจจุบันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบว่ามนุษย์เมื่อครั้งกำเนิดโลกกับมนุษย์ในสมัยปัจจุบันไม่เหมือนกัน)

ขั้นสอน

1. จากการศึกษาเกี่ยวกับประวัติของชาลส์ดาร์วินครูตั้งคำถามว่า

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ชาลส์ดาร์วิน จึงบอกว่านกฟินช์ที่พบบนเกาะกาลาปากอสแตกต่างจากนกฟินช์จากที่อื่น ซึ่งบุคคลอื่นอาจจะบอกว่านกฟินช์บนเกาะกาลาปากอสไม่มีความแตกต่างกับที่อื่น (นักเรียนตอบว่าเพราะชาลส์ดาร์วินมีประสบการณ์จากการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์)

- ประสบการณ์ ความรู้ของชาลส์ดาร์วิน มีผลต่อการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ (นักเรียนตอบว่ามีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์)

2. ครูชี้ให้เห็นว่านี่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่ามุมมองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มักถูกเหนี่ยวนำโดยประสบการณ์เดิม ความเชื่อ การอบรมเลี้ยงดู

3. ครูตั้งคำถามต่อว่า

- จากที่นักเรียนได้ศึกษาประวัติของชาลส์ดาร์วิน นั้นนักเรียนคิดว่าส่วนใหญ่แล้วนักวิทยาศาสตร์จะเป็นเพศไหนมากกว่ากันระหว่างเพศชาย กับเพศหญิง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (นักเรียนที่สังเกตจากการได้ศึกษาประวัติของชาลส์ดาร์วินตอบว่าเพศชาย ส่วนนักเรียนที่ใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมอาจตอบว่าเพศหญิงหรือชาย)

4. ครูชี้ให้เห็นว่านี่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่าการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป

5. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องปากนก ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน

6. ครูตั้งคำถามต่อว่า

- เพราะเหตุใดนกเหล่านี้จึงมีลักษณะปากที่แตกต่างกัน (นักเรียนตอบว่านกแต่ละชนิดอยู่กันคนละสถานที่และกินอาหารที่แตกต่างกัน)

- ในการศึกษาหาความรู้ของชาลส์ดาร์วิน นั้น มีวิธีใดบ้าง (นักเรียนตอบว่ามีทั้งการสำรวจ การสังเกต การบันทึก การถามผู้รู้)

- วิธีการในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีเพียงการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวหรือไม่ (นักเรียนตอบว่าไม่ มีวิธีการในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย)

7. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่านี่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่าการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 เรื่องปากนกจากคำถามที่ว่า

- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการคือทฤษฎีอะไรและกล่าวอย่างไร

- ทฤษฎีการคัดเลือกธรรมชาติที่ว่า

1. สิ่งมีชีวิตมีการต่อสู้ดิ้นรนเพื่อการอยู่รอดและให้ได้สิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

2. การอยู่รอดของสมาชิกในสิ่งแวดล้อมเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรม

3. สักยภาพในการอยู่รอดและให้กำเนิดลูกหลาน ทำให้ประชากรมีการเปลี่ยนแปลงและมีลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากขึ้นในแต่ละรุ่น

จากที่กล่าวมาทฤษฎีการคัดเลือกทางธรรมชาติมีลักษณะอย่างไร

- นักเรียนคิดว่าทฤษฎีการคัดเลือกทางธรรมชาติ ของ ชาลส์ดาร์วิน กับทฤษฎีการใช้และไม่ใช้ ของ ลามาร์ค แตกต่างกันอย่างไร

9. ครูตั้งคำถามว่า

- นักวิทยาศาสตร์ในแต่ละยุคได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก ซาลส์ดาร์วิน อย่างไร (นักเรียนตอบว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละยุคได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการที่ไม่เหมือนกัน)

- ทำไมแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์สมัยต่อๆ มาจึงเป็นที่ยอมรับ (นักเรียนตอบว่าเนื่องจากมีแนวคิดใหม่ที่สามารถอธิบายสิ่งเหล่านั้นได้ดีกว่าแนวคิดเดิม)

- สาเหตุใดที่ทำให้แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไป (นักเรียนตอบว่าหลักฐานที่มาสสนับสนุน)

10. ครูชี้ให้เห็นว่าเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานและข้อมูลใหม่มาสสนับสนุน

11. ครูตั้งคำถามว่า

- นักเรียนลองยกตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนรู้จัก

- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่ว่า ถ้ามีวัตถุหยุดนิ่งอยู่บนพื้นราบแล้วไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ วัตถุก็ยังหยุดนิ่งต่อไป เขียนสมการได้ว่า $\Sigma F = 0$, เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ แสดงว่ามีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุ เขียนสมการได้ว่า $\Sigma F = ma$, เมื่อมีแรงกิริยากระทำต่อวัตถุ จะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่มีทิศทางตรงข้ามกับแรงนั้น สามารถเขียนสมการได้ว่า $W = mg$

จากกฎการเคลื่อนที่ที่ยกตัวอย่างมา นักเรียนคิดว่ากฎมีลักษณะอย่างไร

12. ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมว่า

- ทฤษฎีการคัดเลือกของซาลส์ดาร์วิน กับกฎทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยรู้จักมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบว่ากฎและทฤษฎีแตกต่างกัน กฎคือการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบมีเงื่อนไขข้อตกลง เขียนในรูปสมการ กฎไม่ใช่ทฤษฎี ทฤษฎีไม่เปลี่ยนเป็นกฎ)

13. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่านี่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า กฎและทฤษฎีแตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนแสดงความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขจำเพาะ ส่วนทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

14. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคัดเลือกตามธรรมชาติ โดยให้นักเรียนแข่งขันใช้ ตะเกียบ หลอดดูด ซ้อน แหนบ ในการคีบเมล็ดพืช เมล็ดข้าวเปลือก เมล็ดแตงโม

15. นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 เรื่องการคัดเลือกตามธรรมชาติ จากคำถามว่า

- ลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการคืบเมล็ดพืชชนิดต่างๆ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร
- ถ้าเปรียบให้อุปกรณ์ในการคืบ (ตะเกียบ ช้อน หลอดดูด แหนบ) เป็นปากของนกเมล็ดพืช (เมล็ดแตงโม ข้าวเปลือก) เป็นอาหารในแต่ละที่ นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
- จากการทำกิจกรรมนี้สาเหตุหรือปัจจัยใดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของนก

16. ครูให้นักเรียนได้ชมวิดีโอคลิปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

17. ครูตั้งคำถามว่า การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีประโยชน์และโทษอย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบว่าการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตหลากหลายซึ่งเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต)

ขั้นสรุป

1. นักเรียนร่วมกันสรุปว่าวิวัฒนาการเกิดจากกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ ได้แก่ ความแปรผัน การสืบพันธุ์ และการคัดเลือก โดยอาศัยยีนเป็นตัวกลางในการส่งผ่านลักษณะทางพันธุกรรม อันเป็นพื้นฐานของการเกิดวิวัฒนาการ ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นในประชากรเพื่อให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรมเมื่อสิ่งมีชีวิตให้กำเนิดลูกหลานย่อมเกิดลักษณะใหม่
2. ครูให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแปรผันทางพันธุกรรมที่เกิดกับพืช สัตว์ มนุษย์
3. ครูตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
 - การแปรผันทางพันธุกรรมคือ
 - การแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจากสาเหตุใด
 - การแปรผันทางพันธุกรรมมีผลต่อการดำรงของสิ่งมีชีวิตอย่างไร
4. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
5. นักเรียนบันทึกแบบสำรวจพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
6. นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6. สื่อการเรียนการสอน

1. กิจกรรมที่ 1 เรื่องปากนก
2. กิจกรรมที่ 2 เรื่องการคัดเลือกตามธรรมชาติ
3. สื่อและอุปกรณ์
 - 3.1 วิดีโอคลิป
 - 3.2 หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐาน สสวท.พุทธศักราช 2551

7. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด/เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1 2 และ 3	การตอบคำถาม ใบกิจกรรม และแบบทดสอบ	นักเรียนสามารถตอบคำถาม ใบกิจกรรมและทำแบบทดสอบ ได้คะแนนรวมร้อยละ 70 คะแนน
4	ตอบคำถามองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถาม การเขียนอนุทิน	ตอบคำถาม เขียนอนุทินสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนรวมร้อยละ 70

8. ข้อเสนอแนะ

ครูนำภาพการแปรผันทางพันธุกรรมที่สามารถพบเห็นในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้ดู เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

แบบทดสอบ

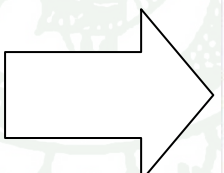
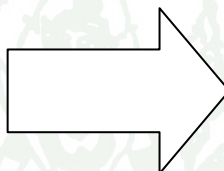
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม

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

จุดประสงค์

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านคำถามอย่างพิจารณาและเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



1. นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตตามภาพ

.....
.....

2. นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น

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

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง ปากนก

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

จุดประสงค์

1. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอ เรื่องเกาะกาลาปากอสมาตอบคำถามให้ถูกต้อง



1. สาเหตุใดบ้างที่ทำให้เกิดความหลากหลายของนกบนเกาะกาลาปากอส

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง การคัดเลือกตามธรรมชาติ

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

จุดประสงค์

1. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

วัสดุ / อุปกรณ์

1. ตะเกียบ
2. หลอดดูด
3. แหนบ
4. จานกระดาษ
5. เมล็ดแตงโม
6. เมล็ดข้าวเปลือก

วิธีการดำเนินการ

1. ให้นักเรียนต่อละกลุ่มแข่งกันคืบเมล็ดข้าวเปลือกโดยใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกัน โดยใช้เวลา 30 วินาที เพื่อดูว่าใครจะสามารถคืบเมล็ดข้าวเปลือกได้มากที่สุด
2. ให้นักเรียนต่อละกลุ่มแข่งกันคืบเมล็ดแตงโมโดยใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกัน โดยใช้เวลา 30 วินาที เพื่อดูว่าใครจะสามารถคืบเมล็ดแตงโมได้มากที่สุด
3. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการดำเนินการเสนอหน้าชั้นเรียน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวเอี่ยมพร ปราสาทสูง
วัน เดือน ปีที่เกิด	11 พฤษภาคม 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเทศบาล ๑ (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุบลรัตน์)
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	ครูแกนนำวิทยาศาสตร์ดีเด่น สำนักงานเขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร ประจำปีการศึกษา 2552