



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา	การศึกษา
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	พรรณษะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ ส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) Views on the Nature of Science and Teaching Practice of Student Teachers in the Project for the Promotion of Science and Mathematics Talented Teachers (PSMT)
นามผู้วิจัย	นางสาวพุดพร ลิตตานุรักษ์
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(..... อาจารย์ชาติรี ฝ้ายคำตา, ปร.ด.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(..... อาจารย์พรพรรณ พรศิลป์พิพย์, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(..... รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครู
ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

Views on the Nature of Science and Teaching Practice of Student Teachers in the Project
for the Promotion of Science and Mathematics Talented Teachers (PSMT)

โดย

นางสาวพุดมพร สลิตานุรักษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2554

พจนานุกรม 2554: วรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้
ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริม
การผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ชาติรี ฝ่ายคำตา, ปร.ด. 163 หน้า

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ในระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจวรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู โดยสุ่มจาก
สถาบันการผลิตครูแบบแบ่งชั้นตามภาค จำนวน 4 แห่ง เป็นนักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา
จำนวน 59 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสอบถามวรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ซึ่งครอบคลุมวรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการกำหนดรหัสคำตอบ
ลงข้อมูล เพื่อหาค่าความถี่ และค่าร้อยละ ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. โดยใช้
การศึกษารายกรณี (Case Study) ผู้วิจัยเลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)
จากนักศึกษาโครงการสควค. ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐในเขตภาคกลาง จำนวน 3 คน ซึ่งกำลัง
ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้
และการใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่านักศึกษามีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้และกระบวนการ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมี
ความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตาม นักศึกษาเข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่
เป็นขั้นตอนตายตัว และเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่ใช่สิ่งจำเป็นในการสร้างความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นกับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม ระยะที่ 2 พบว่านักศึกษามีทัศนคติ
เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนไปจากทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา
ในปัจจุบันทุกด้าน และมีทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนผสมกับทัศนคติที่สับสน
และไม่ชัดเจน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักศึกษาเป็นการสอนที่ไม่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
และเป็นการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักศึกษาสอนโดยบอกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์
ควรเน้นความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการสอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้
นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับ และ
สามารถจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Prutapom Lalitanurak 2011: Views on the Nature of Science and Teaching Practice of Student Teachers in the Project for the Promotion of Science and Mathematics Talented Teachers (PSMT). Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Chatree Faikhamta, Ph.D. 163 pages.

This research was divided into two phases. Phase 1 aimed to investigate the views on the nature of science (NOS) of student teachers in the Project for the Promotion of Science and Mathematics Talented Teachers (PSMT). The subjects of this study were fifty nine student teachers majoring in physics, chemistry and biology from four universities around the country. The questionnaire covering three aspects: scientific worldviews, scientific inquiry and scientific enterprises, was used to assess student teachers' views of the nature of science. Data were analyzed by descriptive statistic to determine the percentage of student teachers' answers. Case study was used on phase 2 aiming to examine the views of PMST student teachers and their teaching practice. The subjects, selected by purposive sampling, were three student teachers from one university in the central region of Thailand. Data were collected by classroom observation, lesson plans and semi-structured interview in the views about the nature of science and teaching practices. Data were analyzed by content analysis.

Research findings of Phase 1 indicated that the PMST student teachers viewed science as a knowledge and processes. They view that scientific knowledge can be changed, science needs evidences, and science and technologies are interrelated. However, they believed that scientific knowledge can be obtained from step-by-step scientific methods. In their views, the creativity and imagination are not important in the construction of scientific knowledge, and science is independent of social and cultural factors. In Phase 2, the results indicated that PMST student teachers had alternative views on the nature of science in all aspects. Their teaching practices were based on didactic implicit NOS and didactic without NOS. They told the students about NOS especially in the aspects of scientific inquiry. The research findings reflected that science teacher education programs should emphasize the importance of NOS in the teaching and learning processes which could help the student teachers to understand NOS and be able to integrate NOS in their teaching practice.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยการดูแลที่เต็มเปี่ยมด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง จากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชาติรี ฝ่ายคำตา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.พรพรรณ พรศิลป์พิทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบความถูกต้อง เพิ่มประเด็นที่มีความสำคัญ และให้กำลังใจตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนกระทั่งแล้วเสร็จ อาจารย์ ดร.ชจรศักดิ์ บัระพันธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ และอาจารย์ ดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญู ประธานคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำอันมีคุณค่ายิ่ง ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการทำงาน และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัย ผู้บริหารสถานศึกษา และเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัย ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่ให้ความกรุณาผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้กำลังใจและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้กำลังใจในการศึกษาและการสนับสนุนในการทำวิจัยตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีซึ่งเป็นผลมาจากงานวิจัยนี้ ขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติ พี่น้อง ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พฤตพร ลิตานุรักษ์

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
บทที่ 1 บทนำ	2
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	8
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	9
การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	33
แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับการผลิตและพัฒนาครู	36
การผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย	38
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	42
การดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 1	42
การดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 2	47
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	64
ผลการวิจัยระยะที่ 1	64
ผลการวิจัยระยะที่ 2	76
ข้อวิจารณ์	120
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	126
สรุปผลการวิจัย	126
ข้อเสนอแนะ	136
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	139
ภาคผนวก	149
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	163

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	16
2	เครื่องมือและวิธีการวัดพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	29
3	ประเด็นและข้อคำถามในแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	45
4	คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญและการแก้ไขแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	46
5	กรอบแนวคิดในการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	56
6	วิธีการวิจัย	63
7	ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มที่ศึกษา	65
8	ร้อยละพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค.	66
9	จำนวนค่าร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์	68
10	จำนวนค่าร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	72
11	จำนวนค่าร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	พรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์	115
13	พรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	116
14	พรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์	118
15	พรรณะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา	119
ตารางผนวกที่		
1	แบบสอบถามพรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	153

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิแท่งแสดงพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์	67
2	แผนภูมิแท่งแสดงพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	71
3	แผนภูมิแท่งแสดงพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์	73
4	แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 1: ครูญาณิน	78
5	แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 2: ครูศิริมา	91
6	แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 3 : ครูปิยานันท์	102

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันและการทำงานในอาชีพต่างๆ ของมนุษย์ เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้เพื่อใช้อธิบายและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2552) คือ ทุกคนต้องมีความเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถเข้าใจเรื่องราวที่เกิดขึ้นในสังคม และใช้ตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตนเองได้ และเข้าใจธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ สำหรับประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดทำโครงการพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (The National Science Education Standards [NSES]) ขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนทุกคนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council [NRC], 1996) และยังได้มีการจัดทำเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ Science for All American และ Benchmarks for Science Literacy เพื่อให้เป็นแนวทางไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ, 2544) และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้บรรจุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสาระที่ 8 กล่าวว่านักเรียนต้องสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น และเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ในด้านของความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป็นค่านิยมและความเชื่อที่แฝงอยู่ในความรู้วิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ (McComas, Clough, and Almazroa,

1998b: 3-39) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่ง ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยหากนักเรียนเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ รวมทั้งตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษา วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุทธาคม, และ อรุณี อิงคากุล, 2548: 133-145; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง, และ สมาน แก้วไวยุทธ, 2550: 513-525)

ถึงแม้ว่าการกำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษา และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจไม่สอดคล้องต่อลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ชานาญ บุญวงศ์, 2542; พงษ์ศักดิ์ ไชยมาตย์, 2542; กาญจนา มหาลี และ ชাত্রี ฝ่ายคำตา, 2553: 796-809) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำการ ทดลองเพื่องานของตนไม่ใช่เพื่อส่วนรวมและไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (ทัศนวิจิตร, 2543; สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548: 133-145) ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ได้เสนอว่าการที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูยังไม่เน้นและไม่ บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่สอน ซึ่งแสดงว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันยังไม่สามารถบรรลุตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้

การจัดการเรียนการสอนจะบรรลุผลสำเร็จได้นั้น ครูเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มี บทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยพัฒนาการ เรียนรู้ของนักเรียน ทัศนคติของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการสอนที่ สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลอย่างมากในการตัดสินใจและปฏิบัติการสอน ของครู (ขจรศักดิ์ บัระพันธ์, 2550: 596-620) และจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของเยาวลักษณ์ จินตณสถิตย์ (2544) และทัศนวิจิตร (2543) ที่ กล่าวว่ากิจกรรมการสอน การเลียนแบบพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจในธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของครูส่งผลต่อนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรสิทธิ์ ก้วนามน (2543) ได้ กล่าวว่าครูสามารถเป็นแบบอย่างและถ่ายทอดทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับ นักเรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม ขณะที่งานวิจัย ของ Abell and Smith (1994: 475-487) เสนอว่านิสิตนักศึกษาครูที่ขาดความเข้าใจในความหมาย ที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการสอน ซึ่งหากนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็น องค์ความรู้ก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเพียงเนื้อหา การที่ครูวิทยาศาสตร์จำนวนมาก

มีพรรณนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์, 2553: 115-131)

ในประเทศไทยได้เน้นการผลิตครูที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากข้อกำหนดมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ของสสวท.พ.ศ.2545 (สสวท., 2545) ในมาตรฐานที่ 1 คือ ครูต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อนักเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานครูในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ส่งเสริมให้ครูสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนด้วยเช่นกัน (National Science Teachers Association [NSTA], 2003) อย่างไรก็ตามงานวิจัยในประเทศไทยที่ทำการศึกษเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการเป็นส่วนใหญ่ เช่น Chamrat (2009), เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550: 513-525) พบว่าครูประจำการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ แต่ครูก็ยังเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม ครูบางคนไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และจากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่าครูสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้น้อยมากถึงแม้ว่าครูจะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นเป็นอย่างดี ในต่างประเทศนั้นมีการศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งครูประจำการและนักศึกษาครูจำนวนมาก เช่น งานวิจัยของ Schwartz and Lederman (2001: 205-236) ที่ศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในการสอนปีการศึกษาแรกพบว่า พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับสาระวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการเรียนรู้และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ขณะที่ Tairab (2001: 235-250) ศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ก่อน และระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพ พบว่านักศึกษามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากปัญหาและความสำคัญดังที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งจะมุ่งเน้นศึกษานักศึกษาครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ซึ่งศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต 4 ปี และศึกษาต่อในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู 1 ปี เนื่องจากนักศึกษาครูในโครงการดังกล่าวถือว่าเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนานักเรียน เป็นผู้นำทางวิชาการและการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน และช่วยยกระดับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศให้สูงขึ้น (สสวท., 2553) เพื่อจะนำผลการวิจัยที่ได้เป็นแนวทางปรับปรุงหลักสูตรการผลิตครูที่จะนำไปสู่การพัฒนาครูให้มีทรศนะที่สอดคล้องกับทรศนะที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันและสามารถจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้เป็นไปตามแนวทางปฏิรูปการศึกษา อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางต่อไป

คำถามวิจัย

1. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) มีทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร
2. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค. มีทรศนะเกี่ยวกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร
3. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูโครงการ สควค.จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค.
2. เพื่อศึกษาทรศนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค.
3. เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค.ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ สอดคล้องกับคำถามวิจัยโดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 การสำรวจทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กลุ่มที่ศึกษา นักศึกษาในโครงการ สควค.จากสถาบันการศึกษาที่มีโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จำนวน 59 คน

สิ่งที่ศึกษา ทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 4 สัปดาห์ (มิถุนายน – กรกฎาคม) ปีการศึกษา 2553

ระยะที่ 2 การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กลุ่มที่ศึกษา นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค. ที่ฝึกสอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 คน

สิ่งที่ศึกษา ทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค.

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 5 เดือน (กรกฎาคม – ธันวาคม) ปีการศึกษา 2553

นิยามศัพท์

พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยาย หรืออธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านความหมายของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีความสัมพันธ์กับกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดได้จากแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

พรรณนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับเป้าหมาย วิธีการเรียนรู้ของนักเรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องสอดคล้องได้ชัดเจน

การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน หรือนำประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานหรือประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน หรือสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้

นักศึกษาโครงการ สควค. หมายถึง นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันการศึกษาที่มีโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ในปีการศึกษา 2553

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และอาจารย์ของสถาบันในการผลิตครูได้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในโครงการ สควค.
2. อาจารย์ในสถาบันการผลิตครูในหลักสูตรโครงการ สควค. และหลักสูตรอื่นได้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการช่วยเหลือ นักศึกษาก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
3. ผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรสถาบันการผลิตครูในหลักสูตรโครงการ สควค. และหลักสูตรอื่น ๆ ได้ทราบข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครู ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการวางแผนทางพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูในอนาคต

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยเรื่อง ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ผู้วิจัยได้ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องและนำมาเรียบเรียงเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานการวิจัยโดยมีเนื้อหา ดังนี้ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 4 ตอนตามลำดับดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3 องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3.1 การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

1.3.2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

1.4 ทรรศนะของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.5 วิธีการวัดทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) กับการผลิตและพัฒนาครู

4. การผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย

4.1 เป้าหมายในการผลิตและพัฒนาครู

4.2 การผลิตและพัฒนาครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์(สควค.)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือ Nature of Science มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้หลากหลายมุมมอง

McComas (2000) ได้กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Lederman and Lederman (2004: 36-39) ให้ความหมายที่สอดคล้องกับ McComas ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น “ค่านิยม และสมมติฐาน รวมทั้งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

Akerson, Abd-El-Khalick, and Lederman (2000: 295-317) กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ ซึ่งมีกระบวนการที่แตกต่างจากศาสตร์ในสาขาอื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2552) กล่าวถึงความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอก ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใครและทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม ซึ่งค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายเหล่านี้จะแฝงอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญาที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

นอกจากนี้เสาวลักษณ์ โธมา (2551) กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หมายถึงลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญสอดคล้องกับวิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์ (2544) ที่กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะและคุณภาพที่สำคัญยิ่งขององค์ความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการค้นพบความรู้

สรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของความหมายของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีและสังคม รวมถึงค่านิยมและความเชื่อที่แฝงอยู่ในความรู้วิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ โดยมีความสัมพันธ์กับกระบวนการวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียน (เทพกัญญา พรหมชิตแก้ว และคณะ, 2550: 513-525) เนื่องจากความรู้ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน นักเรียนและคนในสังคมสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาที่เป็นประเด็นปัญหาทางสังคมอันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548: 133-145; Driver, Leach, Miller, and Scott, 1996) ดังจะเห็นได้จาก American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1989) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในเอกสาร Science for all Americans ว่าวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้เพื่อใช้อธิบาย และทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (AAAS, 1989)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2552) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ไว้หลายด้านที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษยศาสตร์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เป้าหมายดังกล่าวสอดคล้องกับการกำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 คือ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

นอกจากนี้ยังพบว่ามาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ได้บรรจุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในมาตรฐานที่ 1 คือ

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตร และสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อนักเรียน (สสวท., 2545)

เป็นที่แน่ชัดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากสาระการเรียนรู้ที่ 8 และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในมาตรฐานที่ 1 ที่มีการกำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระการเรียนรู้และมาตรฐานที่ครูต้องปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานครูในประเทศสหรัฐอเมริกาที่กำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน มาตรฐานที่ 2 คือ ครูต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับประวัติและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ในการ พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์อื่น รวมทั้งส่งเสริมให้ครูสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนด้วยเช่นกัน (NSTA, 2003) ในงานวิจัยของเสาวลักษณ์ โรมา (2551) พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถคิดและตัดสินใจแบบ วิทยาศาสตร์ รวมถึงมีจิตสำนึกด้านจริยธรรมวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นหลังจากเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่เข้าร่วมหลักสูตรมีความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมหลักสูตร เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้ พฤติกรรมการสอนของครู การสนับสนุนส่งเสริมความคิดและการกระทำของนักเรียน รวมถึง การใช้สถานการณ์ในปัจจุบันมาสอนในห้องเรียนมีผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และงานวิจัยของเยาวลักษณ์ จินตณสฤตย์ (2544), จันทร์จิรา ดิยัง (2543) เสนอแนะว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เด็กมีความเข้าใจใน แนวคิด เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ได้ดี สอดคล้องกับ Driver et al. (1996) ที่กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยใน การส่งเสริมการเรียนรู้และการทำความเข้าใจในเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสนใจทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการตัดสินใจในประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบแยกย่อยหลากหลายจากงานวิจัยต่าง ๆ และ หน่วยงานทางการศึกษาได้จำแนกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็นหลายด้าน ยกตัวอย่างเช่น American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989) จัดกลุ่มองค์ประกอบ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

1. การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ (The Scientific Worldview)

นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยมีแนวความเชื่อพื้นฐานบางอย่างร่วมกัน ซึ่งทำให้ แตกต่างจากการทำงานของผู้ที่ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ถือว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ บน

โลกมีแบบแผนที่แน่นอน วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจได้ผ่านการศึกษาอย่างเป็นระบบและเป็นไปอย่างรอบคอบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงมีความคงทน แต่การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้เสมอ เพราะปรากฏการณ์ใหม่ๆ อาจไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ได้ แม้ว่าความรู้หนึ่งอาจสามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ แต่ก็อาจมีความรู้อื่นที่สามารถอธิบายได้ดีเท่ากันหรือดีกว่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความรู้จึงสามารถเกิดขึ้นได้เสมอในวิทยาศาสตร์มักเป็นการปรับขยายแนวคิดมากกว่าการปฏิเสธความคิดเดิมนักวิทยาศาสตร์ไม่เคยยึดถือว่าความรู้ที่ได้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบ การค้นคว้าเพิ่มเติมจะช่วยให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การสืบเสาะหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งครอบคลุมถึงการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองและการจัดกระทำข้อมูล การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนและกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับ ขั้นตอนเฉพาะ ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จะได้รับความเชื่อถือ ย่อมขึ้นอยู่กับหลักฐานซึ่งสามารถมีการตรวจสอบได้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาเครื่องมือและเทคนิคเพื่อขยายขอบเขตของประสาทสัมผัสในการเก็บรวบรวมหลักฐานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นจากข้อมูลหรือการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว การใช้เหตุผลและการตรวจสอบหลักฐานมักไม่เพียงพอสำหรับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ประกอบกับการใช้เหตุผล อาจนำไปสู่การค้นพบใหม่ได้ ความรู้ที่ได้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติแล้วยังต้องสามารถทำนายสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต และสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วในอดีตที่ยังไม่ได้มีการค้นพบหรือศึกษาได้ด้วย การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์อาจมีความโน้มเอียงไปทางใดทางหนึ่ง ทั้งในการแปลความหมายข้อมูล วิธีการบันทึกหรือรวบรวมข้อมูล การเลือกพิจารณาข้อมูล เพศ เชื้อชาติ อายุ ปัจจัยทางสังคม การเมือง และผู้มีอำนาจ อคติที่เกิดขึ้นเหล่านี้อาจส่งผลต่อความรู้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องการให้มีผู้ศึกษาค้นคว้า หรือบุคคลกลุ่มผู้ศึกษาค้นคว้ามีความแตกต่างและหลากหลายเพื่อช่วยป้องกันอคติที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานและช่วยให้การทำงานมีอิสระจากผู้มีอำนาจ

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise)

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีลักษณะเหมือนองค์กรหนึ่งในสังคมที่มีผู้ทำงานเฉพาะทางในวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ นโยบายของรัฐบาล ความต้องการของสังคม

รวมถึงวัฒนธรรมภายในของวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการสนับสนุนกิจกรรม และการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน แม้ว่าการแบ่งสาขาวิชาจะช่วยให้มีการพัฒนาโครงสร้างและการทำงานที่ชัดเจน แต่ความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาเดียวไม่สามารถพัฒนาไปสู่ความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูง การบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ทำให้สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขอบเขตที่แบ่งชัด วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้ จึงเกี่ยวข้องกับการทำงานของบุคคลหลายสาขาเกี่ยวข้องกันกับคนในสังคม นักวิทยาศาสตร์จะทำงานของตนตามหลักจรรยาบรรณของวิทยาศาสตร์ มีการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีการตรวจสอบวิพากษ์วิจารณ์งานของนักวิทยาศาสตร์ในเชิงวิชาการเป็นผลให้เกิดการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน และหน่วยงานทางการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ (McComas, and Almazroa, 1998a: 511-532; Lederman, 1999: 916-929; Akerson *et al.*, 2000: 295-317; Abd-El-Khalick, and Lederman, 2000a: 1057-1095; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell and Schwartz, 2002: 497-521; McComas, 2004: 24-27; Khishfe, 2008: 470-496; AAAS, 1989; NSTA, 2003; สพฐ., 2551) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้เหมือนและแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบมากในงานวิจัย ได้แก่ วิทยาศาสตร์มาจากการผสมผสานระหว่างเหตุผล กับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ทฤษฎีกับภูมิความแตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตโลกและธรรมชาติ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้จำนวน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มลักษณะของวิทยาศาสตร์และลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มกิจกรรมและความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกลุ่มธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1989) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยพบประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [สพฐ.], 2551) นั้นมีประเด็นเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างออกไป คือ นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ขณะที่งานวิจัยอื่นมีประเด็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ยังมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ครอบคลุมในทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ นักศึกษาต้องจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อ

พัฒนานักเรียนทั้งในด้านเนื้อหาความรู้ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาพรรณษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยจัดกลุ่มธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้านเพื่อให้ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น และมีความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยที่ได้จะช่วยส่งเสริมการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมพรรณษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษา ซึ่งจะส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนต่อไป โดยผู้วิจัยแบ่งพรรณษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านออกเป็นข้อย่อต่อไปนี้

1. การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ มีความหมายรวมถึงความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการสังเกต และกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่มีระบบรวมถึงเป็นกระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อให้ในการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ นำเสนอออกมาในรูปแบบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมักมีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักมีรูปแบบที่แน่นอน วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล สามารถทำความเข้าใจต่อธรรมชาติได้โดยผ่านกระบวนการศึกษาอย่างเป็นระบบและเป็นไปอย่างรอบคอบ สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ ช่วยให้มนุษย์สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ได้รับการยอมรับในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผ่านการศึกษาอย่างเป็นระบบ และเป็นไปอย่างรอบคอบ จะมีความคงทนในระยะหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงของความรู้และข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้เสมอ หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน เพราะปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอาจไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ได้ แม้ว่าความรู้หนึ่ง

ตารางที่ 1 ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัย หนังสือและบทความเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ศึกษา / หน่วยงาน									
	(1) McComas and Almazroa (1998a: 511- 532)	(2) Lederman (1999: 916- 929)	(3) Akerson <i>et al.</i> (2000: 295- 317)	(4) Abd-El- Khalick and Lederman (2000a: 1057- 1095)	(5) Lederman <i>et al.</i> (2002: 497- 521)	(6) McComas (2004: 24-27)	(7) Khishfe (2008: 470- 496)	(8) AAAS (1989)	(9) NSTA (2003)	(10) สพฐ. (2551)
- โลก และธรรมชาติสามารถทำความเข้าใจได้								✓		✓
- วิทยาศาสตร์สามารถทำนายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	✓							✓		✓
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน								✓	✓	
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
- วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามทุกคำถาม						✓		✓		
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกต โลกและธรรมชาติ	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
- ทฤษฎีกับกฎมีความแตกต่าง และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
- วิทยาศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐาน						✓				

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	นักวิทยาศาสตร์ศึกษา / หน่วยงาน									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	McComas and Almazroa (1998a: 511- 532)	Lederman (1999: 916- 929)	Akerson <i>et al.</i> (2000: 295- 317)	Abd-El- Khalick and Lederman (2000a: 1057- 1095)	Lederman <i>et al.</i> (2002: 497- 521)	McComas (2004: 24-27)	Khishfe (2008: 470- 496)	AAAS (1989)	NSTA (2003)	สพฐ. (2551)
- นักวิทยาศาสตร์ทำงานและแปลความหมายข้อมูล ด้วยแนวคิดและวิธีการที่แตกต่างกัน ตามทฤษฎีที่ นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ	✓	✓		✓	✓					
- วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธี	✓				✓				✓	
- นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้										✓
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการผสมผสาน ระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ และความคิด สร้างสรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
- ความเข้าใจในข้อแตกต่างของการสังเกตและการลง ความเห็น		✓	✓	✓	✓		✓			
- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์						✓		✓	✓	✓

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	นักวิทยาศาสตร์ศึกษา / หน่วยงาน									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	McComas and Almazroa (1998a: 511- 532)	Lederman (1999: 916- 929)	Akerson <i>et al.</i> (2000: 295- 317)	Abd-El- Khalick and Lederman (2000a: 1057- 1095)	Lederman <i>et al.</i> (2002: 497- 521)	McComas (2004: 24-27)	Khishfe (2008: 470- 496)	AAAS (1989)	NSTA (2003)	สพฐ. (2551)
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการตรวจสอบจาก นักวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	✓				✓					
- วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
- วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม	✓					✓		✓	✓	✓
- นักวิทยาศาสตร์พยายามหลีกเลี่ยงอคติในการ ทำงานทางวิทยาศาสตร์								✓		
- วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจ								✓		
- วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ								✓		
- การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณใน การทำงาน								✓		
- นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคม								✓		

หมายเหตุ: ✓ หมายถึงประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยและบทความดังกล่าว

อาจสามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ แต่ก็อาจมีความรู้อื่นที่สามารถอธิบายได้ดีเท่ากันหรือดีกว่า ครอบคลุมมากกว่า จากการพัฒนาเครื่องมือที่ทันสมัยมากขึ้น วิทยาศาสตร์มีการตรวจสอบ ความรู้อยู่เสมอ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความรู้จึงสามารถเกิดขึ้นได้ ในวิทยาศาสตร์มักเป็นการ ปรับขยายแนวคิดมากกว่าการปฏิเสธความคิดเดิม ความรู้เดิมนั้นยังมีคุณค่ามากพอที่จะใช้ในการ เรียนรู้และเป็นพื้นฐานในการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ไม่ยึดถือว่า ความรู้ที่ได้ครบถ้วน สมบูรณ์แบบ การค้นคว้าเพิ่มเติมจะช่วยให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น

1.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามทำความเข้าใจ และสร้างเป็นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือ ข้อตกลงที่ได้รับการยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นต้องสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ด้วยหลักการ หรือกฎทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของ เหตุผล ความรู้นั้นนอกจากอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้แล้วยังต้องสามารถทำนายสิ่งที่ จะเกิดขึ้นในอนาคต และสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วในอดีตที่ยังไม่ได้มีการค้นพบหรือศึกษาได้ด้วย ด้วย เหตุที่วิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติโดยผ่านกระบวนการศึกษาอย่างเป็น ระบบ จึงทำให้มนุษย์สามารถเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติได้ และโดยที่ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ เกิดขึ้นมีรูปแบบที่แน่นอน นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการ อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

1.5 กฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

กฎ และทฤษฎี มีความแตกต่างกัน กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับเดียวกันและมีความน่าเชื่อถือเท่า ๆ กัน มีวิธีการได้มาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และการศึกษา จากความรู้ที่ได้รับการยอมรับเช่นเดียวกัน กฎ เป็นความรู้ที่ได้จากการประมวลข้อสรุปในการ ทดลองซ้ำ ๆ หรือได้จากการสังเกตเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แสดงความสัมพันธ์ของตัว แปร สามารถเขียนออกมาในรูปแบบของสมการได้ ส่วนทฤษฎีเป็นความรู้ที่อธิบายถึง ปรากฏการณ์ธรรมชาติได้จากหลักการ แนวคิด เหตุผล และการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์พยายามศึกษาเพื่อเข้าใจความจริงให้ได้มากที่สุด แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์แสดงถึงความความคิดความเข้าใจ และการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ต่อเรื่องที่ศึกษา เพื่อให้บุคคลอื่นสามารถเข้าใจ ได้ซึ่งแท้จริงแล้วอาจจะไม่เป็นไปตามแบบจำลองหรือความรู้ที่สร้างขึ้นก็ได้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เหล่านี้ต้องมีหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือทดลองให้เห็นผลได้ ต้อง

ได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ ซึ่งกฎและทฤษฎีอาจจะพัฒนามาจากสมมติฐานได้ หากสมมติฐานนั้นเป็นการอธิบายถึงแบบแผนแน่นอนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ทำให้สามารถทำนายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆได้ หรือเรียกว่าเป็นสมมติฐานโดยทั่วไป (Generalizing Hypothesis) สมมติฐานอาจเปลี่ยนแปลงเป็นกฎ และหากสมมติฐานนั้นเป็นไปเพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ (Explanatory Hypothesis) สมมติฐานนั้นอาจจะเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎี ถึงแม้ว่าทฤษฎีและกฎจะมีความสัมพันธ์กันแต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทฤษฎีจะพัฒนาเป็นกฎ ในทางกลับกันกฎก็ไม่สามารถจะเปลี่ยนเป็นทฤษฎีได้

1.6 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบทุกคำถามได้

ปรากฏการณ์และเรื่องราวหลายอย่างในโลก วิทยาศาสตร์ไม่สามารถหาคำตอบหรืออธิบายได้ เช่น ความเชื่อเรื่องโชคลาง การทำนายชีวิตในอนาคต ปาฏิหาริย์ อำนาจเหนือธรรมชาติ ความดี ความถูกต้อง จริยธรรม เรื่องเหล่านี้ไม่สามารถพิสูจน์หรือหาคำตอบได้ด้วยกระบวนการหรือวิธีการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ ความผิด ความดี ความชั่ว ไม่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากเป็นเรื่องของจิตใจ

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการลงข้อสรุป

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากมายอาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอะตอม การสังเกตและการใช้เครื่องมือช่วยในการขยายประสาทสัมผัสจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการลงข้อสรุป นักวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองกล่าว คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มานั้นต้องอาศัยทั้งการสังเกตโดยตรงและการอนุมานจากข้อมูล ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความอดทน และระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา หรือในการทดลองที่ต้องมีการควบคุมและกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้หลักฐาน เช่น การควบคุมปริมาณสารเคมี ความเข้มแสง แต่ในการศึกษาบางอย่างนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ เนื่องจากมีอิทธิพลของปัจจัยอื่น เช่นการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศ การอพยพของนกต่างถิ่น นักวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาเครื่องมือที่จะช่วยขยายประสาทสัมผัส และช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และหลักฐาน

2.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีหลากหลายขั้นตอน หลากหลายรูปแบบและมีกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนเฉพาะ

ถึงแม้ว่าการสังเกตเป็นกระบวนการที่สำคัญในวิทยาศาสตร์ แต่บางครั้งอาจยังไม่เพียงพอในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความบังเอิญก็อาจทำให้เกิดการค้นพบที่สำคัญ เช่น การพบเพนนิซิลิน การค้นพบกัมมันตภาพรังสี เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาหาความรู้ได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองโดยวิธีคิด (Thought experiment) หรือการสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นต้น แม้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์หลายเล่มจะกล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนหรือวิธีการเหล่านั้นไม่ใช่สิ่งตายตัวหรือเป็นแบบแผนในการปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน การค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้จริงของนักวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนเหมือนคู่มือปฏิบัติการ วิธีการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์สามารถข้ามขั้นตอนหรือสลับขั้นตอนในการทำงานและย้อนกลับไปตรวจสอบในกระบวนการที่ผ่านมาแล้วได้ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) มากมายหลายรูปแบบไม่ใช่แค่ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

2.3 จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างทฤษฎี การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองเป็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์กระบวนการหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ควบคู่ไปกับการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เนื่องจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นจากข้อมูลหรือการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว การใช้เหตุผลและการตรวจสอบหลักฐานอาจไม่เพียงพอสำหรับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ประกอบกับการใช้เหตุผล อาจนำไปสู่การค้นพบใหม่ หรือการพัฒนาความรู้เดิมที่มีอยู่ให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น

2.4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์

วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยใช้ข้อมูล หลักฐาน การสังเกตและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ จะได้รับความเชื่อถือขึ้นอยู่กับหลักฐานเพื่อให้สามารถมีการตรวจสอบได้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการขยายประสาทสัมผัสและเทคนิคในการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อนำมาใช้ ในการสร้างและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์

3.1 นักวิทยาศาสตร์มีชุมชนวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นองค์กรหนึ่งในสังคม ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกิจการของวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นองค์กรในสังคม มีบุคคลที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์เฉพาะทางในสาขาต่างๆ เช่น นักดาราศาสตร์ นักพยากรณ์อากาศ นักพฤกษศาสตร์ แพทย์ วิศวกร นักปฐพีวิทยา เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคมอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ ครู หรือประชาชนทั่วไป นโยบายของรัฐบาล ความต้องการของสังคมรวมถึงวัฒนธรรมของชุมชน วัฒนธรรมภายในองค์กรวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการสนับสนุนกิจกรรม และการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน การแบ่งสาขาวิชาจะช่วยให้มีการพัฒนาโครงสร้างและการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้ได้ความรู้ในแต่ละด้าน แต่ความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาเดียวก็ไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูง เพราะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขอบเขตที่แน่ชัด จึงมีการนำความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ มาสร้างเป็นความรู้ใหม่ร่วมกัน ชุมชนวิทยาศาสตร์มีการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตรวจสอบความถูกต้องได้ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานและนำความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.2 นักวิทยาศาสตร์พยายามบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะขึ้นอยู่กับ กระบวนทัศน์ (Paradigm) ความรู้ ความเชื่อ ความเชี่ยวชาญ การฝึกฝน ความชำนาญ ดังนั้นวิทยาศาสตร์อาจจะไม่ได้เป็นปรนัย (objective) เสมอไป นักวิทยาศาสตร์อาจทำงานคนเดียว ทำงานในกลุ่มเล็กๆ หรือเป็นองค์กรใหญ่ นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับหลักฐานโดยพยายามเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวังเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่อย่างไรก็ตามอาจมีความโน้มเอียงไปทางใดทางหนึ่ง เพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างก็มีแนวคิด ทฤษฎี ความคิดสร้างสรรค์ และความลำเอียงเฉพาะตน ทั้งในการแปลความหมายข้อมูล การตีความ ลงข้อสรุป ด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่ต่างกัน จากทฤษฎีที่มีอยู่ วิธีการบันทึกหรือรวบรวมข้อมูล การเลือกพิจารณาข้อมูล อิทธิพลจากสังคม วัฒนธรรม เพศ เชื้อชาติ อายุ ปัจจัยทางสังคม การเมือง และผู้มีอำนาจ จึงเป็นไปได้ที่นักวิทยาศาสตร์จะเก็บข้อมูล ตีความหมายข้อมูลโดยปราศจากอคติ ซึ่งอคติที่เกิดขึ้นอาจส่งผลต่อความรู้ และการพัฒนาของวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือกำจัดอคติได้หมด แต่นักวิทยาศาสตร์เองก็มีความเข้าใจต่อที่มาและผลของความลำเอียงเหล่านั้น ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องการให้มีผู้ศึกษาค้นคว้า หรือ

บุคคลกลุ่มผู้ศึกษาค้นคว้ามีความแตกต่าง และหลากหลายเพื่อช่วยป้องกันอคติที่อาจจะเกิดขึ้น ในระหว่างการทำงาน และช่วยให้การทำงานมีอิสระจากผู้มีอำนาจ รวมทั้งมีการตรวจสอบความ ถูกต้องของข้อค้นพบ จากนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ เช่น การเสนอข้อค้นพบในการประชุมวิชาการ หรือวารสารต่าง ๆ เป็นต้น

3.3 นักวิทยาศาสตร์ทำงานตามหลักจรรยาบรรณของวิทยาศาสตร์

การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรมเป็นที่ยอมรับของสังคม นักวิทยาศาสตร์จะทำงานของตนตามหลักจรรยาบรรณของวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติตามธรรมเนียมอย่างเคร่งครัด การบันทึกข้อมูลที่ต้องการ มีการตรวจทานแก้ไขจาก นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ จริยธรรมในการทดลองกับสิ่งมีชีวิตต้องดูแลให้มีความเป็นอยู่ที่ดี และหากทดลองกับมนุษย์นักวิทยาศาสตร์ต้องไม่นำบุคคลไปทำการวิจัยที่มีความเสี่ยงต่อ สุขภาพ โดยปราศจากการให้ความรู้ ความเห็นชอบและยินยอมจากบุคคลเหล่านั้น ต้องมีการ อธิบายถึงความเสี่ยงและประโยชน์ที่ได้จากการร่วมวิจัยอย่างชัดเจน รวมถึงการให้โอกาสกลุ่ม ตัวอย่างในการปฏิเสธไม่ร่วมการวิจัย การทำงานทางวิทยาศาสตร์มีการหลีกเลี่ยงความลำเอียงใน ทุกขั้นตอนของการทำงาน รวมทั้งมีการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปิดโอกาสและ ยอมรับการตรวจสอบวิพากษ์วิจารณ์งานในเชิงวิชาการจากสังคม และนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานทางวิทยาศาสตร์มีเรื่อง ของรางวัลและการแข่งขันเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงอาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ไม่ยอมเปิดเผยข้อมูล ปกปิดหรือบิดเบือนผลการทดลอง หรือสร้างผลการค้นคว้าตามกระแสที่สังคมหรือผู้สนับสนุน ต้องการ การกระทำเหล่านี้ส่งผลต่อความรู้ ความก้าวหน้า และสังคมของวิทยาศาสตร์ และ นักวิทยาศาสตร์อาจถูกตำหนิอย่างรุนแรงจากสังคมวิทยาศาสตร์ ผู้สนับสนุนทุน และสังคม

3.4 วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี และสังคม

วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อม ทางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน ซึ่งคนในสังคมสามารถมีส่วนร่วมใน กิจการและงานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมเสนอความต้องการ ความคิดเห็น การวิพากษ์วิจารณ์ และนำ ความรู้ กระบวนการ วิธีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการสร้าง พัฒนาเทคโนโลยี และเครื่องมือต่าง ๆ ทั้งการพัฒนา เครื่องมือและเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขยายประสาทสัมผัส และการ อำนวยความสะดวกอื่น ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถ ค้นพบความรู้มากขึ้น นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเกี่ยวพันกับสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน หรือ แม้แต่การเมือง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสะท้อนให้เห็นมุมมองและค่านิยมทาง

สังคม และยังส่งผลต่อคนในสังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งความต้องการของคนในสังคมยังเป็นตัวกำหนดทิศทางการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อแนวทางในการศึกษาและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันสนับสนุนและการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992: 331-359; McComas *et al.*, 1998b: 3-39) ซึ่งมีทฤษฎีที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Constructivist Views) แตกต่างทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแบบดั้งเดิม (Traditional Views) ซึ่งแนวคิดแบบดั้งเดิมมีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์แนวคิดแบบดั้งเดิมมีทฤษฎีที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง แต่นักวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้จะถูกยกเลิก กฎทางวิทยาศาสตร์สามารถได้รับการพิสูจน์แล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สมบูรณ์และเป็นอิสระจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของมนุษย์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้มาจากการทดลอง

ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แนวคิดแบบดั้งเดิมมีทฤษฎีที่ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนเสมอ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นโดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือการทดลอง

สำหรับด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์แนวคิดแบบดั้งเดิมมีทฤษฎีที่ว่าวิทยาศาสตร์ คือ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและการเมือง นักวิทยาศาสตร์มีบทบาทในสังคมเพียงอย่างเดียวคือเป็นผู้เชี่ยวชาญและนักวิทยาศาสตร์จะทำงานเพียงคนเดียว ปัจจัยทางสังคม วัฒนธรรมและการเมืองไม่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จึงสามารถหลีกเลี่ยงอคติที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นักวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องตีความและบันทึกผลการทดลองได้เหมือนกันหากอยู่ในสถานการณ์เดียวกันและมีหลักฐานที่เหมือนกัน การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ต้องคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้อง เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคุณค่ามากกว่าจริยธรรม (Haidar, 1999: 807-822)

ทรรศนะของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษาความเข้าใจหรือทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศมีการใช้คำเรียกที่แตกต่างกันออกไป งานวิจัยต่างประเทศ เช่น คำว่า understanding of the nature of science (Lederman, 1999: 916-929) Beliefs in the Nature of Science (Zeidler, Walker, Ackett, and Simmons, 2002: 343-367) หรือคำว่า conceptions of the nature of science (Vicente, Maria, Lorenzo, and Constantino, 2007: 37-62) และ view of nature of science (Khishfe, 2008: 470-496) งานวิจัยในประเทศ เช่น การรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2551ก: 35-45) หรือคำว่า ทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2552: 113-129) แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2553: 115-131) และการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (กาญจนา มหาลี, 2553) แต่อย่างไรก็ตามความหมายของเรื่องที่ศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยก็เป็นไปในแนวทางเดียวกัน เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของมุมมองของแต่ละบุคคลต่อลักษณะของวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสิ่งอื่น ซึ่งสามารถมีมุมมองที่แตกต่างกันได้ ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่าทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้

ทรรศนะของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นความเห็น มุมมองของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นความหมายของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากความเข้าใจและความเชื่อของครูจะถูกนำไปใช้ในการสร้างแผนการสอนและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในชั้นเรียน จากการศึกษางานวิจัยทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ของพวงผกา สุทธกุล (2552) พบว่าครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบทของสังคม งานวิจัยของเทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550: 513-525) พบว่าครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และครูไม่สามารถแสดงความคิดเห็นที่ชัดเจนเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้งานวิจัยของ Chamrat (2009) ยังพบว่าครูผู้สอนเข้าใจว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าอาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และครูบางส่วนเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสำคัญต่อ

วิทยาศาสตร์ แต่ครูยังเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นกับบริบทของสังคม นอกจากนี้ครูจำนวนมากไม่เข้าใจแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (พวงผกา สุทธิกุล, 2552) และจากงานวิจัยของนฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส (2550) พบว่าครูประจำการมีทัศนคติที่ไม่ครอบคลุมเกี่ยวกับเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งขาดการตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าครูประจำการนั้นจะผ่านการเข้าร่วมโครงการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการแล้วก็ตาม งานวิจัยของ Tairab (2001: 235-250) พบว่านักศึกษาก่อน และระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะที่ Lederman (1999: 916-929) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ของครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ผลการวิจัยพบว่าทั้งครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากครูที่มีประสบการณ์มีความคิดเห็นว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มีความยาก ไม่เหมาะสมกับนักเรียนมัธยมและครูใหม่ไม่ต้องการดำเนินการสอนที่แตกต่างจากครูที่มีประสบการณ์ ดังนั้นทัศนคติของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากครูไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เลย แต่ปัจจัยสำคัญในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ประสบการณ์ของครูและการตั้งเป้าหมายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน

งานวิจัยของ Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman (1998: 417-436) ศึกษาการวางแผน การสอนและการปฏิบัติการสอนของครูก่อนประจำการ พบว่า กลุ่มที่ศึกษามีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการวางแผนการสอนและการจัดเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน คือ กลุ่มที่ศึกษาไม่ให้ความสำคัญต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกมองว่ามีความสำคัญน้อยกว่าสาระในด้านอื่น ส่วนงานวิจัยของ Schwartz and Lederman (2001: 205-236) ที่ศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในการสอนปีการศึกษาแรกพบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับสาระวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการเรียนรู้และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู นอกจากนี้ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน (McComas *et al.*, 1998b: 3-39)

พรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนมีผลต่อพรรณณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของพรสิทธิ์ ก้วนามน (2543) พบว่าการส่งเสริมให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แทรกสอดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา และครูแสดงพฤติกรรมเชิงวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เห็นแบบอย่างจะช่วยส่งผลให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของสุวิจนา ศรีวิเนตร (2543) ที่กล่าวว่าพรรณณะที่ไม่เพียงพอเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูจะส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามหากครูวิทยาศาสตร์ขาดพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับพรรณณะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันแล้วก็เป็น การยากที่จะบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lederman, 1992: 331-359; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000b: 665-701) หากครูวิทยาศาสตร์จำนวนมากมีพรรณณะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาจเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอันเต็มไปด้วยประเด็นที่ต้องอาศัยการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (ขจรศักดิ์ บัระพันธ์, 2553: 115-131)

นอกจากการศึกษารพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประจำการแล้ว ยังมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูในประเทศไทย เช่น งานวิจัยของสมศักดิ์ วันสุตล (2543) ศึกษาพบว่านักศึกษามีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องความแน่นอนในการเกิดเหตุการณ์ทางธรรมชาติ คือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ขณะที่งานวิจัยของประสาธ เนิ่งเฉลิม (2551ก: 35-45) พบว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าวิทยาศาสตร์ต้องมีการพิสูจน์ทดลองเสมอ เนื่องจากการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการพิสูจน์ให้ประจักษ์ด้วยประสาทสัมผัส เมื่อใดที่เราพบความจริงในสิ่งหนึ่งแล้วไม่สามารถทดลองเพื่อพิสูจน์ให้ผู้อื่นเห็นได้ ถือว่าความจริงนั้นไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตของวิทยาศาสตร์ โดยนิสิตครูไม่ได้ให้ความสำคัญของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และยังมีพรรณณะว่าวิทยาศาสตร์ส่งผลเสียหายต่อสังคม วัฒนธรรมและวิถีชีวิตแบบดั้งเดิม และงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี พบว่านักศึกษาครูมีพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในประเด็น ความหมายของวิทยาศาสตร์ การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

วิธีการวัดพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวัดพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้หลายหลายวิธีที่แตกต่างกัน เช่น Haidar (1999: 807-822) ศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกสอนใน 5 ด้าน คือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบเลือกว่าเห็นด้วยกับข้อความด้านซ้าย ด้านขวา หรือไม่แน่ใจ

Abd-El-Khalick and Lederman (2000a: 1057-1095) ศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู 8 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงในเวลาหนึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตโลกธรรมชาติ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีกับกฎมีความแตกต่าง และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน วิทยาศาสตร์มาจากจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ นักวิทยาศาสตร์จะทำงานและแปลความหมายข้อมูลด้วยแนวคิดและวิธีการที่ต่างกันไป ตามทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดเพื่อสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนโดยให้ผู้ตอบเขียนตอบเช่นเดียวกับ Zeidler *et al.* (2002: 343-367) ที่ศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการมีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548: 133-145) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 เรื่อง ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของเทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550: 513-525) ที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูสอนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 เกี่ยวกับความเข้าใจต่อความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และความเข้าใจของครูต่อวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ทัศนวิจิตร (2543), สุวัจน ศรีวิเนตร (2543) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและครู 4 ด้าน คือ ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความรู้เชิง

วิทยาศาสตร์ วิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับเช่นเดียวกับงานวิจัยของวิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์ (2544) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และงานวิจัยของเยาวลักษณ์ จินตนาสถิตย์ (2544) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษานอกระบบโรงเรียน

ส่วนงานวิจัยของ Lederman (1999: 916-929); Vicente *et al.* (2007: 37-62); Khishfe (2008: 470-496); วรรณญา จิระวิพูลวรรณ (2546); Chamrat (2009); พวงผกา สุทธกุล (2552) ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือหลายแบบแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน รายละเอียดของเครื่องมือ วิธีการวัดและประเด็นที่ศึกษาเขียนสรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เครื่องมือและวิธีการวัดพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย	เครื่องมือที่ใช้/วิธีการวิจัย	ประเด็นที่ศึกษา
Haidar (1999: 807-822)	- แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ bipolar จำนวน 22 ข้อ	- พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกสอนใน 5 ด้าน ดังนี้ ทฤษฎี และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์, บทบาทของนักวิทยาศาสตร์, วิธีการทางวิทยาศาสตร์, กฎทางวิทยาศาสตร์
Lederman (1999: 916-929)	- การสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์แบบกึ่งโครงสร้าง - การสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ - การสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของครู	- พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใน 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์พัฒนาจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง, ทฤษฎีกับกฎมีความแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน, การสังเกตและการลงความเห็นช่วยพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ประสบการณ์เป็นพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
Abd-El-Khalick and Lederman (2000b: 665-701)	- การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง - NOS Questionnaire	- พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคู ใน 8 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตโลกธรรมชาติ, กระบวนการทางวิทยาศาสตร์, วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีกับกฎมีความแตกต่าง และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน, วิทยาศาสตร์มาจากจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์, นักวิทยาศาสตร์ทำงานและแปลความหมายข้อมูลด้วย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้วิจัย	เครื่องมือที่ใช้/วิธีการวิจัย	ประเด็นที่ศึกษา
		แนวคิดและวิธีการที่แตกต่างกัน ตามทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ
Akerson <i>et al.</i> (2000: 295-317)	- การสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาใน 7 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตโลกธรรมชาติ, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้, วิทยาศาสตร์มาจาก จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์, นักวิทยาศาสตร์ทำงานและแปลความหมายข้อมูลด้วยแนวคิดและวิธีการที่แตกต่างกัน ตามทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ, วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม, สิ่งที่มีผลต่อการสังเกต, ทฤษฎีกับกฎมีความแตกต่าง และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
Tairab (2001: 235-250)	- แบบสอบถาม NSTQ (The Nature of Science and Technology Questionnaire) เป็นแบบหลายตัวเลือกจำนวน 8 ข้อ	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกสอน ได้แก่ ความหมายของวิทยาศาสตร์, เป้าหมายของวิทยาศาสตร์, วิธีการทางวิทยาศาสตร์, ลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์, ความหมายของเทคโนโลยี, ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม
Creven (2002: 785-802)	- การประเมินผลแบบต่อเนื่องโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใน 2 ด้าน ได้แก่ ความหมายของวิทยาศาสตร์ และลักษณะของวิทยาศาสตร์
Zeidler <i>et al.</i> (2002: 343-367)	- แบบสอบถามปลายเปิดถามเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้อธิบายคำตอบ และให้คะแนนตามลำดับความเข้าใจ	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้, วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน, สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการมีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์
Abd-El-Khalick และ Akerson (2004: 785-810)	- แบบสอบถาม VNOS B	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูสอนระดับชั้นประถมศึกษาแบ่งเป็น 7 ด้าน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงความเห็น, วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์, วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี, นักวิทยาศาสตร์แปลความหมายข้อมูลด้วยแนวคิดและวิธีการที่ต่างกัน,

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้วิจัย	เครื่องมือที่ใช้/วิธีการวิจัย	ประเด็นที่ศึกษา
		ทฤษฎีกับภูมิความแตกต่างกัน
Chiappetta and Koballa (2004: 58-61)	- แบบสอบถามความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เลือกตอบแบบถูก ผิด จำนวน 12 ข้อ	- ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใน 7 ด้าน ได้แก่ ความหมายของวิทยาศาสตร์, เพศกับนักวิทยาศาสตร์,จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน, วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม
Vicente et al. (2007: 37-62)	- แบบสอบถาม INPECIP (Inventory of teacher' Scientific and Pedagogical Beliefs)	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู
	- การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 218 คำถาม	- ศึกษาภูมิหลังของครู, ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, ครูวิทยาศาสตร์, หลักสูตรวิทยาศาสตร์, การสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับครูสอนวิชาชีววิทยา
Khishfe (2008: 470-496)	- การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่
	- NOS Questionnaire	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้, วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์, วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์, ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงความเห็น
ทัศนาวิจิตพจน์ (2543), สุวีจนา ศรีเวเนตร (2543), วิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์ (2544), เยาวลักษณ์ จินตนสถิตย์ (2544)	- แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 94 ข้อ	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและครู แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์, ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์, วิธีการเชิงวิทยาศาสตร์, ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และแบ่งย่อยอีกเป็น 12 ด้านย่อย
วรัญญา จิระวิบูลวรรณ (2546)	- การสัมภาษณ์ความเชื่อของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และการเรียน	- ความเชื่อของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
		- สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน 4 ประเด็น ได้แก่ การเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ประสบการณ์พื้นฐานความรู้และความ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้วิจัย	เครื่องมือที่ใช้/วิธีการวิจัย	ประเด็นที่ศึกษา
สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548: 133- 145)	การสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ - แบบบันทึกภาคสนาม - การสนทนากลุ่ม - การสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้างประกอบกับ สถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์	สนใจของนักเรียน, การเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ประสบการณ์ พื้นฐานความรู้ และความสนใจของนักเรียน, การเรียนรู้ที่จะแสดงความ คิดเห็น, ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง
เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว และคณะ (2550: 513- 525)	- การสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้าง	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู สอนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 เกี่ยวกับความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจต่อความหมายของวิทยาศาสตร์, กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ลักษณะ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์, ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และความเข้าใจต่อวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
เสาวลักษณ์ โรมา (2551)	- คำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์, การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, การคิด และตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์, จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
Chamrat S. (2009)	- การสัมภาษณ์จาก The Nature of Science Questionnaire (NOSQ) จำนวน 22 ข้อ - การสังเกตการสอน - แบบวัดแนวคิด	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ครูผู้สอนวิชาเคมี ใน 3 ด้านได้แก่ การมองโลกแบบ วิทยาศาสตร์, การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, กิจการทางวิทยาศาสตร์
พวงผกา สุทธกุล (2552)	- แบบสำรวจรายการ และแบบสอบถามปลาย เปิด จำนวน 25 ข้อ - การสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้างเพิ่มเติมสำหรับ คำตอบที่กลุ่มที่ศึกษา ตอบไม่ชัดเจน	- ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษา ใน 3 ด้านได้แก่ การมอง โลกแบบวิทยาศาสตร์, การแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์, กิจการทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 พบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบ คือ การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และการสังเกตการจัดการเรียนรู้ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดเชิงลึกของกลุ่มที่ศึกษาได้ ขณะที่การใช้แบบสอบถามเหมาะสำหรับกลุ่มที่ศึกษาจำนวนมากและมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลกว้าง การใช้แบบสอบถามปลายเปิดให้ผู้ตอบ เขียน อธิบายคำตอบตามความเข้าใจ ผู้วิจัยต้องให้คำอธิบายก่อนทำแบบทดสอบ และหากกลุ่มที่ศึกษาตอบคำถามที่ไม่ชัดเจนผู้วิจัยสามารถสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนตามที่ต้องการและสอดคล้องกับทัศนนะของกลุ่มที่ศึกษาจริง

การศึกษาด้านทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ในระยะแรกของงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือเป็นแบบสอบถามเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลของนักศึกษาในโครงการและประหยัดเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนในระยะที่สองเป็นการศึกษารายกรณีผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ได้แก่ การสัมภาษณ์ ทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาที่ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง การสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทัศนนะในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งใช้แบบสังเกตภาคสนามในการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกว่ากลุ่มที่ศึกษามีทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษามีผลต่อทัศนนะในการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิธีการสอนที่พัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีผลต่อการตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์และช่วยให้นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้นือหาวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (Driver et al., 1996) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเรียนแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ (Lederman, 1992: 331-359) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนมากจะสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาพยายามจัดการเรียนรู้ที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และช่วยพัฒนาทัศนนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทัศนนะที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน โดยการศึกษาเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ตามที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษานิยมมีรูปแบบการสอนดังต่อไปนี้

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และมีการสะท้อนความคิดเพื่อเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ (Explicit and Reflective teaching) คือ วิธีการสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติในชั้นเรียนกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน รวมถึงมีการประเมินทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการใช้คำถาม แบบทดสอบ หรือวิธีการอื่น ๆ นักเรียนได้อภิปรายเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำชั่วโมงเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น และทำการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมในชั้นเรียน ในการเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ของครูนั้น ครูได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากับสาระการเรียนรู้ที่ครูจะจัดให้กับนักเรียนในกิจกรรมครั้งนั้น รวมถึงเขียนประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจนและมีการประเมินผลจากการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ด้วย (Schwartz, Lederman, and Crawford, 2004: 610-645) การจัดกิจกรรมแบบนี้สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ (Co-operative Learning) และการสอนให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางวิธีการสอนแบบสืบเสาะความรู้ (Scientific Inquiry) Abd-El-Khalick *et al.* (1998: 417-436) เชื่อว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันได้ จึงจำเป็นต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ร่วมกับมีการสะท้อนความคิดเพื่อเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย

จากงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Akerson (2004: 785-810) พบว่าการอบรมครูด้วยวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและมีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทรศนะที่ได้รับการยอมรับมากขึ้น ในงานวิจัยของ Akerson *et al.* (2000: 295-317) ศึกษาผลของกระบวนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนความคิด และการใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูปฐมวัยก่อนประจำการ ผลการศึกษาพบว่าภายหลังจากที่กลุ่มที่ศึกษาได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนที่ชัดเจน และได้ร่วมกิจกรรมการอภิปรายเพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ทำให้กลุ่มที่ศึกษามีทรศนะเกี่ยวกับในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด พบว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นในทุกประเด็นและยังทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2. การสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Implicit teaching) คือ วิธีการสอนที่ครูเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เองจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกิจกรรมสาระการเรียนรู้ที่ครูจัดให้กับนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้มีกิจกรรมหรือการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน งานวิจัยของพรสิทธิ์ กั้วนามน (2543) พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครู โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเสาะสืบหาความรู้ และงานวิจัยของทัศน วิจิตพจน์ (2543) พบว่านักเรียนได้เรียนรู้และเลียนแบบจากพฤติกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ดังนั้นกิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hands-on Minds-on activities and Practical work) กิจกรรมปฏิบัติการในห้องทดลอง และการทดลองและกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ จึงถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2552) ขณะที่งานวิจัยของ Bell, Blair, Crawford, and Lederman (2003: 487-509) พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมที่ผ่านการฝึกงานทางวิทยาศาสตร์ยังมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คงทนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าจริงจะกลายเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย หรือแม้แต่การให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการฝึกงานทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้มีผลต่อการพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน คือ นักเรียนไม่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างที่ครูต้องการ (Abd-El-Khalick *et al.*, 1998: 417-436; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000a: 1057-1095; Khishfe, 2008: 470-496)

3. การสอนโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Historical case studies) คือ การสอนที่ครูนำประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานหรือประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในสมัยหนึ่งแต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ลักษณะและบทบาทของนักวิทยาศาสตร์รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม งานวิจัยของ Lin and Chung (2002: 773-792) ที่พัฒนาครูผู้สอนวิชาเคมีด้วยวิธีการสอนวิชาเคมีผ่านประวัติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองพบว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้ตัวอย่างจากประวัติของนักวิทยาศาสตร์แสดงว่ากลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษาที่มีการนำประวัติของ

วิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ (History of Science and Scientists) และเรื่องราวหรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Stories of Science and Controversy issues) เข้ามาบูรณาการกับการสอนองค์ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาเชิงประวัติศาสตร์ (Historical case studies) หรือกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS approach) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้เป็นอย่างดี (Matthews, 1992: 11-47; Aikenhead, 1994: 169-186; Hand et al., 1999: 807-822) ขณะที่งานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000a: 1057-1095) มีความเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับประวัติของวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันได้ เนื่องจากการสอนในเวลาเพียงไม่นาน เป็นการยากที่จะเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ครบถ้วน จึงควรใช้วิธีการสอนโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด

แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับการผลิตและพัฒนาครู

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวคิดและความเข้าใจของบุคคล มีผู้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) อย่างหลากหลายเช่น

Tobin (1993) อธิบายเกี่ยวกับ Constructivism ว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคลโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ความรู้จึงเป็นสิ่งชั่วคราวมีการพัฒนาอยู่เสมอ ส่วนการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีนี้เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ควบคุมตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยผ่านกิจกรรมทางสังคมและผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ สอดคล้องกับบุปผชาติ ทัพทิกธน์ (2552) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ของนักเรียนตามทฤษฎี Constructivism ว่านักเรียนจะสร้างความรู้ของตนเองจากพื้นความรู้เดิม รวมถึงการได้รับประสบการณ์ใหม่จากกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนและครู นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในขณะที่ทำงานร่วมกัน การปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้คิดลงมือทำ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติด้วยตัวนักเรียนเองและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการเตรียมเนื้อหา วิธีการ สื่อ วัสดุอุปกรณ์ บรรยากาศในการเรียน การให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะซึมซาบ หรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ ให้รวมเข้าอยู่ในโครงสร้างของสติปัญญา โดยเป็นการตีความ

หรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าทฤษฎีนี้เชื่อว่านักเรียนจะนำประสบการณ์ต่างๆ ของตนเข้ามาในห้องเรียน และประสบการณ์เหล่านั้นมีอิทธิพลต่อนักเรียนในการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งความรู้และการเรียนรู้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะสร้างความรู้ คำอธิบายและความหมายโดยการทำ ความเข้าใจกับประสบการณ์เพื่อให้ตนเองเข้าใจปรากฏการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติในชีวิตประจำวัน ความรู้จากครูหรือการอ่านหนังสือไม่สามารถส่งความรู้ไปสู่นักเรียนได้ง่าย ๆ คำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจแตกต่างหรือสอดคล้องกับแนวคิดที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และครูเป็นผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เป็นผู้พัฒนาเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การเรียนแบบร่วมมือจึงเป็นนวัตกรรมหลักที่ใช้ในการสอนในชั้นเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การได้รับประสบการณ์ด้วยตนเอง และเรียนรู้จากบุคคลอื่นจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิธีคิดที่มีความหมายกับตนเอง

สรุปได้ว่าทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ โดยทฤษฎีได้กล่าวถึงวิธีการในการเรียนรู้ของบุคคลว่าบุคคลมีความรู้ความเข้าใจในบางสิ่งอยู่ก่อนแล้ว การเรียนรู้ในเรื่องใหม่ควรต้องมีพื้นฐานเดิมมาก่อนนักเรียนจึงจะสามารถสร้างความหมายหรือองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ นักเรียนสามารถสร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สวท. (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้นำแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จากความเชื่อว่าความรู้มีอยู่ในตัวของนักเรียน ความรู้นี้สามารถพัฒนาได้จากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนและครู นักเรียนจะสร้างความรู้โดยการทำ ความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับด้วยตนเอง หากประสบการณ์นั้นสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนจะขยายความรู้เพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าประสบการณ์ใหม่ขัดแย้งกับความรู้เดิม นักเรียนจะมีการปรับสมดุลและตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนพบ เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ในการสร้างความรู้ใหม่นี้จึงขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

นักเรียนควรเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และการใช้ประสาทสัมผัสของตนเอง ได้รับประสบการณ์ในการตั้งสมมติฐาน การทำนาย การนำเสนอปัญหา การจัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์ การจินตนาการ การค้นหาคำตอบ การสืบเสาะหาความรู้ การนำเสนอแนวคิด และการนำความรู้ไปใช้ หนังสือเรียนเป็นเพียงส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน ดังนั้นครูควรวางแผนการจัดการเรียนการสอนและจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ ใช้ประสาทสัมผัส ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ได้สะท้อนความคิดเห็นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ๆ และฝึกการตัดสินใจจากข้อมูลที่มี การเรียนแบบมีส่วนร่วมจึงมีความสำคัญที่นักเรียนจะได้มีส่วนในการรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีการรับรู้เรียนรู้ที่มีความหมาย ครูเป็นผู้ตรวจสอบความรู้อุณหภูมิของนักเรียน เช่น การใช้แผนผังแนวคิดเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยง และหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่นักเรียนได้เรียนรู้ ครูควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูก แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ความเข้าใจของตนกับเพื่อน ๆ รวมทั้งใช้การประเมินที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้สื่อความหมายในสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ให้มากขึ้น โดยการประเมินควรสอดคล้องกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติมากกว่าการสอบเพียงอย่างเดียว

ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูนักศึกษาได้ปฏิบัติการสอน นำความรู้จากที่ได้เรียนมาทั้งในเนื้อหาวิชาและวิชาชีพครูมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใน ขณะเดียวกันนักศึกษาเองก็ได้เรียนรู้ว่าวิธีการในการจัดการเรียนการสอนอย่างไรที่จะสอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และสร้างความสนใจใฝ่รู้ให้แก่ นักเรียนไปด้วย จะเห็นได้ว่านักศึกษาเองก็ได้เรียนรู้วิธีการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติผ่านประสบการณ์ฝึกสอน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้นี้เช่นกัน

การผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย

เป้าหมายในการผลิตและพัฒนาครู

การปฏิรูปการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) เป็นส่วนสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และทำให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) รวมถึงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) เป็นผลทำให้เกิด

การปฏิรูปหลักสูตรการผลิตครู เพื่อเตรียมพร้อมบุคลากรให้เข้าสู่วิชาชีพครูที่สามารถจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำนักงานปฏิรูปการศึกษามีข้อเสนอให้มีการจัดระบบครู ณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาที่มีความสอดคล้องกันในเรื่องการปฏิรูประบบการผลิตครูทั้งระบบ คือ การผลิตครูแนวใหม่เพื่อให้การศึกษาวิชาชีพครูมีความเข้มข้นทางวิชาการและวิชาชีพและมีจิตวิญญาณความเป็นครูโดยเพิ่มจำนวนปีในการศึกษา คัดเลือกคนเก่ง คนดีและมีความศรัทธาต่อวิชาชีพครูเข้ามาเรียนครูเพื่อให้วิชาชีพครูเป็นวิชาชีพชั้นสูงโดยแท้จริง กระทรวงศึกษาธิการจึงจัดให้มีโครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2547 เพื่อให้นักศึกษาครูมีความเข้มข้นทางวิชาการและมีความเชี่ยวชาญวิชาชีพให้สมกับเป็นวิชาชีพชั้นสูง (วิลาวัณย์ จารุอรุณานนท์, 2549) และจัดตั้งโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยเป็นโครงการที่มีการดำเนินการร่วมกันระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อผลิตครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีความรู้ความสามารถพิเศษและมีความศรัทธาในอาชีพครู พัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และพัฒนาเรื่องการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้สูงขึ้น (สควค., 2553)

การผลิตและพัฒนาครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

สืบเนื่องจากความต้องการกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกำลังสำคัญในกระบวนการพัฒนาประเทศ ทำให้รัฐมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อผลิตครู อาจารย์ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณให้เพียงพอและสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และกระทรวงศึกษาธิการ จึงร่วมกันดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) เมื่อนักศึกษาในโครงการสำเร็จการศึกษาจะได้รับการบรรจุในเขตพื้นที่การศึกษาตามภูมิลำเนาของผู้รับทุน เพื่อสร้างโอกาสให้ท้องถิ่นได้พัฒนา มีความเจริญก้าวหน้า และแก้ปัญหาการขาดแคลนครู อาจารย์วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มีความสามารถในท้องถิ่นและโรงเรียน (สควค., 2553) การผลิตครูในโครงการ สควค. ในปัจจุบันให้ทุนการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสนใจและศรัทธาในอาชีพครูเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู เป็นเวลา 1 ปี ที่คณะศึกษาศาสตร์ของศูนย์ระดับอุดมศึกษา 13 แห่ง (ปีการศึกษา 2553) นักศึกษาในโครงการ สควค. ต้องเรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู 1 ปี (3 ภาคการศึกษา) ใน 9 มาตรฐาน ไม่น้อยกว่า 26 หน่วยกิต ผู้สมัครเข้ารับทุนต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ในสาขาคณิตศาสตร์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และคอมพิวเตอร์ ได้รับคะแนนเฉลี่ยรวมทุกวิชาในระดับปริญญาตรี รวมกันไม่ต่ำกว่า 2.75 และมีผลการเรียนในวิชาเอกเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.75

หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู เป็นหลักสูตรที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพของคุรุสภา (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2548) เน้นการผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามสาขาวิชาที่เรียน สามารถปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน ทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียน จัดทำรายงานผลการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนได้ ตลอดจนประพฤติปฏิบัติตนเหมาะสมกับความเป็นครูตามมาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ ซึ่งรายวิชาที่นักศึกษาในโครงการ สควค.เรียนในหลักสูตรดังกล่าวจะแตกต่างกันตามสถาบันการศึกษาที่เป็นศูนย์ระดับอุดมศึกษาในโครงการแต่ละแห่งกำหนดขึ้น จากการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูพบว่า มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เข้าร่วมในโครงการการผลิตและพัฒนาครูในโครงการ สควค. จัดหลักสูตรได้สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพของคุรุสภา รายวิชาจากสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งมีทั้งความเหมือนและแตกต่างกัน ส่วนที่เหมือนกัน คือ รายวิชาในมาตรฐานจิตวิทยาสำหรับครู การวัดและประเมินผลการศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา และรายวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนที่แตกต่างกัน คือ สถานศึกษากำหนดบางรายวิชาอยู่ในโครงสร้างวิชาบังคับ บางรายวิชาอยู่ในโครงสร้างวิชาเลือกต่างกัน อีกทั้งรายวิชาในมาตรฐานภาษาและเทคโนโลยีสำหรับครู การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การบริหารจัดการในห้องเรียน การวิจัยทางการศึกษาและความเป็นครู บางรายวิชาไม่พบในหลักสูตรของมหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยราชภัฏบางแห่ง สำหรับรายวิชาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ รายวิชาการจัดการเรียนรู้ที่สถาบันการศึกษาบางแห่งไม่ได้จัดรายวิชานี้เข้ามาในหลักสูตร บางแห่งมีเฉพาะรายวิชาการจัดการเรียนรู้ บางแห่งมีรายวิชาการจัดการเรียนรู้เฉพาะสาขา หรือในบางแห่งมีทั้งรายวิชาการจัดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้เฉพาะสาขา จากรายวิชาการจัดการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดให้กับนักศึกษาย่อมจะส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้โดยเฉพาะในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา และ วรณทิพา รอดแรงคำ, 2548: 152-163) ซึ่งนักศึกษาควรได้รับโอกาสเรียนรู้เกี่ยวกับเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้และการสอน เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีโอกาสนในการออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และการสอนต่อไปในอนาคต

สำหรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพชั้นนักศึกษาในโครงการ สควค. มีการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ซึ่งนักศึกษาจะได้ฝึกการจัดทำแผนการสอน การประยุกต์ใช้ความรู้วิชาชีพทางการศึกษาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ การผลิตและการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง รวมถึงการวิจัยในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียน (สควค., 2553) แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยของชาติรี ฝ่ายคำตา และ วรณทิพา รอดแรงคำ (2548: 152-163) พบว่านักศึกษาในโครงการ สควค. มีปัญหาเกี่ยวกับการเลือกเทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมกับเรื่องที่สอน การจัดกิจกรรมที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ รวมถึงการกระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน เนื่องจากนักศึกษาในโครงการ สควค. ได้เรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์และได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับการเรียนเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงเรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของประสาท เนืองเฉลิม (2551ข: 47-60) พบว่านิสิตที่จะเป็นครูวิทยาศาสตร์ยังขาดประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้อการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ในห้องเรียนนิสิตจะใช้การการสอนแบบสาธิต การสอนแบบบรรยายควบคู่ไปกับการสอนแบบทดลอง ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาและทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู เนื่องจากการศึกษาในประเด็นเหล่านี้มีรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษาและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบงานวิจัยเป็น 2 ระยะ เพื่อให้เหมาะสมในงานวิจัยและสามารถอธิบายรายละเอียดในแต่ละระยะการวิจัยได้ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงขอเสนอวิธีการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

การดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 1

งานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ในระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จากสถาบันการศึกษาที่ร่วมโครงการ สควค. รายละเอียดดังตารางที่ 6

กลุ่มที่ศึกษา

ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค. โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามภาค (Stratified Random Sampling) จากสถาบันการศึกษาที่เป็นศูนย์ของโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูทั่วประเทศ จำนวน 13 แห่ง มีนักศึกษาในโครงการรวม 580 คน ผู้วิจัยเลือกเฉพาะนักศึกษาที่ศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ ภาคละ 1 แห่ง รวม 4 แห่ง ได้กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 59 คน ได้แก่นักศึกษาจากมหาวิทยาลัย A ในภาคกลาง จำนวน 13 คน มหาวิทยาลัย B ในภาคเหนือ จำนวน 17 คน มหาวิทยาลัย C ในภาคอีสาน จำนวน 19 คน และมหาวิทยาลัย D ในภาคใต้ มีนักศึกษา จำนวน 10 คน

มหาวิทยาลัยแต่ละแห่งมีจำนวนนักศึกษาในโครงการ สควค. ไม่แตกต่างกันมากนัก รายวิชาที่นักศึกษาในโครงการ สควค. เรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรนั้นจะแตกต่างกันตามสถาบันการศึกษาใน 1 ปีการศึกษานั้นนักศึกษาต้องทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพเต็มเวลาควบคู่กับการเรียนรายวิชาต่างๆ ในหลักสูตร

ประเด็นที่ศึกษา

ประเด็นที่ศึกษา คือ ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ครอบคลุมใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. เกี่ยวกับทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามนี้พัฒนาโดย Haidar (1999: 807-822) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบถามให้สอดคล้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์และการจัดการศึกษาในประเทศไทย แบบสอบถามนี้มีข้อความที่แสดงทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความ 2 ข้อความเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน ข้อความด้านซ้ายมือเป็นทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม ส่วนข้อความด้านขวามือเป็นทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ให้กลุ่มที่ศึกษาทำเครื่องหมายลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นซึ่งมี 3 ระดับ คือ เห็นด้วยกับข้อความทางซ้ายมือ ไม่แน่ใจ และเห็นด้วยกับข้อความทางขวามือ ให้กลุ่มที่ศึกษาเลือกตอบ จำนวน 18 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร หลักการที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวคิดของ AAAS (1989) ศึกษาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นกรอบในการสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย เอกสารดังกล่าวได้แก่

- 1.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และใช้ในการกำหนดกรอบในการสร้างแบบสอบถาม

- 1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบของการสร้างแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทของการจัดการศึกษาในประเทศ

1.3 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษามาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาและเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ

3. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประจำการและนักศึกษาคู

4. สร้างกรอบแนวคิดของข้อคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษา สร้างและปรับปรุงข้อคำถามจากแบบสอบถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Haidar (1999: 807-822) ให้สอดคล้องกับหลักสูตรและการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย แบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประเด็นและข้อคำถามแยกตามด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3

5. นำแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ 1 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง

6. ปรับปรุงแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นรายละเอียดดังตารางที่ 4

7. นำแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะทำการศึกษา เพื่อตรวจสอบภาษาและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบถาม ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการใช้เทคนิค Split-half ด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อคู่และข้อคี่ของแบบสอบถาม มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83

8. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่องการใช้ภาษา และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 3 ประเด็นและข้อคำถามในแบบสอบถามทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แนวคิด	ข้อที่
ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ (จำนวน 8 ข้อ)	
- ความหมาย ลักษณะของวิทยาศาสตร์	16
- ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถเข้าใจได้	9
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้	1, 10
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	13
- กฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันเพราะมีที่มาต่างกัน	14, 2, 3
ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 4 ข้อ)	
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการลงข้อสรุป	11
- วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายขั้นตอน หลากหลายรูปแบบ และมีกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนเฉพาะ	15
- จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	12
- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์	4
ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 6 ข้อ)	
- วิทยาศาสตร์มีชุมชนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันวิทยาศาสตร์เป็นองค์กรทางสังคม ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกิจการของวิทยาศาสตร์ได้	7, 17
- นักวิทยาศาสตร์พยายามบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	6
- นักวิทยาศาสตร์ทำงานตามหลักจรรยาบรรณของวิทยาศาสตร์	8
- วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี และสังคม	5, 18

ตารางที่ 4 คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ และการแก้ไข
แบบสอบถามพรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำแนะนำ	การปรับปรุงแก้ไข
- ข้อความทั้ง 2 ด้าน ควรเป็นข้อความที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ในแต่ละประเด็นที่ศึกษา	- ปรับข้อความทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันในแต่ละประเด็น
- ข้อคำถามที่ใกล้เคียงกัน ควรนำมารวมกัน เพื่อลดจำนวนข้อคำถาม	- ปรับลดข้อคำถามในประเด็นเดียวกันโดยยังคงกรอบแนวคิดเดิม
- ภาษาและข้อความบางข้อไม่สอดคล้องกับประเด็นย่อยในกรอบแนวคิดที่กำหนด	- ปรับปรุงข้อความให้สอดคล้องกับประเด็นย่อย
- ภาษาที่ใช้คลุมเครือ อาจทำให้ผู้อ่านไม่เข้าใจข้อความซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลการสำรวจ	- ปรับภาษาให้อ่านแล้วสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยยังคงความหมายเดิม
- การใช้ภาษาที่มีการบ่งชี้ หรือแนะนำคำตอบบางข้อความมีค่าที่แสดงความถูกต้องอย่างชัดเจน	- ปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้คงความหมายเดิม โดยไม่บ่งชี้คำตอบ
- ข้อความทั้ง 2 ด้าน ควรมีความสั้นยาวเท่าๆกัน เนื่องจากอาจบ่งชี้คำตอบได้	- ปรับภาษาในข้อความให้กระชับหรือขยายความเพื่อให้ข้อความมีความสั้นยาวใกล้เคียงกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องขออนุญาตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาในโครงการ สควค. ในการทำวิจัย
2. ผู้วิจัยทำหนังสือถึงคณบดี รองคณบดี คณะศึกษาศาสตร์และผู้อำนวยการศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาในโครงการ สควค. ในการทำวิจัย

3. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ในมหาวิทยาลัยจากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทางไปรษณีย์สำหรับมหาวิทยาลัยในภาคเหนือและภาคใต้ โดยผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โครงการฯ ประจำศูนย์ในมหาวิทยาลัย และกำหนดขอรับแบบสอบถามคืนหลังจากนั้น 1 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยแนบซองติดแสตมป์และที่อยู่ส่งกลับ ไปพร้อมกับแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการลงรหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อหาความความถี่และร้อยละโดยดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยรวบรวมแบบสอบถามที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยตนเองและรวบรวมแบบสอบถามที่ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์
2. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม ตรวจสอบจำนวนของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมา กำหนดลำดับของผู้ตอบแบบสอบถาม
3. กำหนดรหัสข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และรหัสของคำตอบที่เป็นตัวแทนของทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ลงรหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่ ของทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แยกเป็นรายชื่อ รายด้าน โดยคิดเป็นร้อยละเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจน ซึ่งพิจารณาครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 2

ระยะที่ 2 เป็นศึกษารายกรณี (Case Study) เพื่อศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู รายละเอียดดังตารางที่ 6

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาโครงการ สควค. ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักศึกษาโครงการ สควค. ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐ ในเขตภาคกลาง จำนวน 3 คน

ประเด็นที่ศึกษา

ประเด็นที่ศึกษา คือ ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ครอบคลุมใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ และทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาในโครงการ สควค.

1. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ แบบสัมภาษณ์ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ เกี่ยวกับทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาโครงการ สควค. ในเชิงลึก ทั้งนี้การสร้างแบบสัมภาษณ์ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร หลักการที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวคิดของ AAAS (1989) ศึกษาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาประกอบในการสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เอกสารดังกล่าว ได้แก่

1.1.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และใช้ในการกำหนดกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

1.1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1.3 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษามาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.4 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ตรวจสอบพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ

1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ครูประจำการและนักศึกษาครู เพื่อศึกษาพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์หลักในการสัมภาษณ์ สร้างกรอบแนวคิดของข้อคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษา ศึกษาข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยในระยที่ 1 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบสัมภาษณ์

1.4 ร่างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในระยที่ 1 ประกอบด้วยแนวคำถามดังนี้

1.4.1 ตามความเข้าใจของท่านคิดว่า วิทยาศาสตร์ คืออะไร

1.4.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนหรือแตกต่างจากความรู้สาขาวิชาอื่น ๆ หรือไม่ อย่างไร

1.4.3 ท่านคิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร

1.4.4 ขอให้ท่านยกตัวอย่างกฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มา 1 อย่าง กฎกับทฤษฎีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร กฎหรือทฤษฎีนั้นได้มาอย่างไร

1.4.5 ท่านคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร

1.4.6 ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างไร

1.4.7 นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการทำงานอย่างไรเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.4.8 ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะอย่างไร

1.4.9 ท่านคิดว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่ อย่างไร

1.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และภาษาที่ใช้

1.6 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

1.7 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะทำการศึกษา โดยผลการทดลองใช้แบบสัมภาษณ์ปรากฏว่าใช้เวลาประมาณ 20 นาที เริ่มต้นจากการสร้างความคุ้นเคยกับผู้ถูกสัมภาษณ์ และจึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบว่าผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจคำถามหรือไม่ ปัญหาที่พบ คือ บางครั้งผู้ได้รับสัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ผู้วิจัยจึงได้เตรียมข้อคำถาม หรือมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมในแต่ละข้อคำถาม

1.8 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านของภาษา เตรียมตัวอย่างและคำถามสำรองของแต่ละข้อโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายขึ้นโดยที่ยังคงความหมายของคำถามเดิมไว้ และจัดทำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างฉบับจริง

2. แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีข้อความจำนวน 6 ข้อคำถาม เพื่อศึกษาพรรณนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาโครงการ สควค. ทั้งนี้การสร้างแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร หลักการที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวคิดของ AAAS (1989) ศึกษาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความสอดคล้องของพรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นำมากรอบในการสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเอกสารที่ศึกษา ดังนี้

2.1.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และใช้ในการกำหนดกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

2.1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.3 มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษามาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.1.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)

2.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3 กำหนดวัตถุประสงค์หลักในการสัมภาษณ์ สร้างกรอบแนวคิดของข้อคำถามให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษา

2.4 ร่างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแนวคำถามดังนี้

2.4.1 ท่านคิดว่าเป้าหมายของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง

2.4.2 ท่านคิดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

2.4.3 ท่านจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ท่านต้องการ

2.4.4 หากท่านต้องการให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ท่านจะมีวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร จงยกตัวอย่าง

2.4.5 ท่านจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ท่านสอน

2.4.6 ท่านจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ท่านสอน

2.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และภาษาที่ใช้

2.6 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างฉบับจริง

3. แบบสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพโครงการ สควค. ในความดูแล ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 9 ข้อ เพื่อศึกษาทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในมุมมองของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เครื่องมือนี้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ทรงสนะ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. ทั้งนี้การสร้างแบบ สัมภาษณ์มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร หลักการ ที่เกี่ยวข้องกัธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวคิด ของ AAAS (1989) ศึกษาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษา ความสอดคล้องของทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังนี้

3.1.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และใช้ในการกำหนดกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

3.1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.1.3 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษามาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ใน ประเด็นที่เกี่ยวข้องกัธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)

3.1.5 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกัธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นทรศนะเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.2 กำหนดวัตถุประสงค์หลักในการสัมภาษณ์ สร้างกรอบแนวคิดของข้อคำถามให้ สอดคล้องกัประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ศึกษา

3.3 ร่างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการ จัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาซึ่งประกอบด้วยแนวคำถามดังนี้

3.3.1 อาจารย์คิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร

3.3.2 ตามความเข้าใจของอาจารย์คิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คืออะไร

3.3.3 อาจารย์คิดว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
อย่างไร

3.3.4 นักศึกษา (ชื่อ) มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่
อย่างไร

3.3.5 อาจารย์คิดว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาได้บูรณาการ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

3.3.6 นักศึกษา (ชื่อ) ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน
วิทยาศาสตร์ของนิสิตหรือไม่ อย่างไร

3.3.7 อาจารย์ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนของนักศึกษาในประเด็น
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

3.3.8 อาจารย์คิดว่าการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างไร ประสบความสำเร็จ
หรือไม่ มากน้อย เพียงใด

3.3.9 จากการสอนของนักศึกษาอาจารย์พบปัญหา/อุปสรรคในการสอนของ
นักศึกษาหรือไม่ อย่างไร หากมีปัญหาอาจารย์ให้ข้อเสนอแนะแก่นิสิตอย่างไร

3.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการ
เรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ
ที่มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลทาง
วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และภาษาที่ใช้

3.5 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการ
จัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างฉบับจริง

4. แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โครงการ สควค. เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้แบบสังเกตภาคสนามเชิงบรรยาย เพื่อสังเกตการจัดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. ซึ่งผู้วิจัยใช้เครื่องมือนี้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม ในการวิเคราะห์พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพรรณนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โครงการ สควค. ที่แสดงออกในชั้นเรียนโดยการเขียนบันทึก ร่วมกับการบันทึกวิดีโอ ทั้งนี้การสร้างแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ศึกษาลักษณะพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการเรียนรู้ของนักเรียน และบรรยายภาคในชั้นเรียน

4.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกรอบแนวทางการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และพฤติกรรมนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียน

4.3 กำหนดจุดประสงค์ สร้างกรอบในการสังเกต และร่างแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละครั้งมีกรอบดังตารางที่ 5

4.4 นำแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และภาษาที่ใช้

4.5 ปรับปรุงแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับจริง

ตารางที่ 5 กรอบแนวคิดในการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นในการสังเกต	รายละเอียดในการสังเกต
ด้านลักษณะกายภาพของสถานที่	<ul style="list-style-type: none"> - สถานที่/ห้องเรียน - การจัดชั้นเรียน - อุปกรณ์การเรียนวิทยาศาสตร์
ด้านบุคลิกของนักศึกษา ในระหว่างการสอน	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้ภาษาพูด/น้ำเสียง - การใช้ภาษากาย
ด้านพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่ บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	<p>การนำเข้าสู่บทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างสถานการณ์กระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน - การนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน/ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์/ประวัติ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนเข้าสู่บทเรียน - การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน <p>ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหา/กิจกรรมของนักเรียน - การให้โอกาสแก่นักเรียนในการวางแผนการค้นหาคำตอบ/แสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ - การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง - การให้นักเรียนทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม <p>ขั้นการสรุปบทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น - การเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหลัง/ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ - การให้นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วกับสิ่งที่เรียนรู้ในวันนี้ - การนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อภิปรายผลกระทบเกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม
ด้านขั้นตอนการสอนสอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเด็นในการสังเกต	รายละเอียดในการสังเกต
<ul style="list-style-type: none"> - บรรยากาศในการสอน/พฤติกรรม การสอนโดยทั่วไป 	<ul style="list-style-type: none"> - การส่งเสริมและยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน - การส่งเสริม ยอมรับจินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ - การส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ/แสวงหาความรู้ - การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียน - การเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายสรุปแนวคิดที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ - ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การให้ความสนใจกับนักเรียน - การใช้สื่อ/อุปกรณ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
<ul style="list-style-type: none"> - การประเมินผล 	<ul style="list-style-type: none"> - วิธีการประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายนตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยเตรียมตัวก่อนสัมภาษณ์ โดยศึกษาเทคนิคการสัมภาษณ์และข้อปฏิบัติในการสัมภาษณ์ก่อนทำการสัมภาษณ์จริง
2. ผู้วิจัยทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตสัมภาษณ์นักศึกษาในโครงการสควค. และครูพี่เลี้ยง รวมทั้งขออนุญาตสังเกตการสอนของนักศึกษาที่ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียน
3. ผู้วิจัยติดต่อนัดหมาย วันและเวลากับกลุ่มที่ศึกษา ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในการขอสัมภาษณ์

4. ผู้วิจัยสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาและขออนุญาตบันทึกเสียง การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มที่ศึกษา วิธีการสอน วิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงสัมภาษณ์ทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาตามแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้เตรียมมา และนัดหมายสำหรับการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษา

5. ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ และสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อสังเกตวิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รวมถึง และคำถามที่นักศึกษาใช้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยบันทึกพฤติกรรมการสังเกตการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง

6. ผู้วิจัยสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาเกี่ยวกับทรศนะในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์และขออนุญาตบันทึกเสียง การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสอบถามข้อมูลพื้นฐานของของอาจารย์ จากนั้นจึงสัมภาษณ์เกี่ยวกับทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาที่อาจารย์เป็นผู้ดูแลตามแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้เตรียมมา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 2 นี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือที่กล่าวถึงในก่อนหน้า ซึ่งเป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพที่มีลักษณะเป็นคำบรรยายเกี่ยวกับทรศนะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาในประเด็นต่างๆ ทรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน และข้อมูลเชิงบรรยายเกี่ยวกับทรศนะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาในมุมมองของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ รวมถึงการบรรยายเหตุการณ์ บรรยายภาคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาโดยผู้วิจัยประมวลข้อมูลทั้งหมดเพื่อนำมาวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยถอดเทปและวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์แบบคำต่อคำเกี่ยวกับทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาแยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ศึกษา ว่ากลุ่มที่ศึกษามีทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยแบ่งทรศนะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเด็นหลักๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับ

ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมืออื่น ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มพรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติของนักศึกษาออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

- พรรณนาที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Informed) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องได้ชัดเจนสอดคล้องกับพรรณนาของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา

- พรรณนาสับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน แต่เป็นไปในลักษณะที่คลุมเครือสับสน ไม่ชัดเจน ยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ให้เหตุผล ไม่ยกตัวอย่างประกอบ

- พรรณนาคลาดเคลื่อนจากพรรณนาของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือตอบคำถามไม่สอดคล้องกับประเด็นที่ถาม ไม่สอดคล้องกับพรรณนาที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดเทปการสัมภาษณ์พรรณนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาก่อนการจัดการสอน หลังการจัดการสอนแบบคำต่อคำ โดยแยกเป็นประเด็นสำคัญ และนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้และการสัมภาษณ์จากครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มพรรณนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

- พรรณนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Informed) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับเป้าหมาย วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบาย ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องสอดคล้องได้ชัดเจน

- พรรณนาสับสนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Ambiguous) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับเป้าหมาย วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์บางส่วน แต่เป็นไปในลักษณะที่คลุมเครือและไม่สามารถอธิบาย หรือยกตัวอย่างได้อย่างชัดเจน

- ทรรศนะคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Alternative) หมายถึง ความเห็น มุมมองของครูที่แสดงออกผ่านการบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับเป้าหมายวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหลักสูตรในปัจจุบัน อธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ หรือยกตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องคล้อยกับทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดเทปการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในมุมมองของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ โดยแยกเป็นประเด็นสำคัญเพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้และการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษา

4. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา แบบคำต่อคำ โดยแยกเป็นประเด็นสำคัญ และนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักศึกษาครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และแผนการจัดการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว พบว่าการจัดการเรียนรู้สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบดังนี้

- การสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) เป็นการสอนที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และไม่มีการกล่าวหรืออ้างอิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้จัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรือจัดประสบการณ์ไว้ให้นักเรียน หรือสอนโดยคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะหรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับหรือเห็นสอดคล้องจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยการจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียน

- การสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) เป็นการสอนที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แต่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือครูจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล เช่น การบรรยาย การใช้คำถาม หรือยกตัวอย่าง แต่ไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนสะท้อนความเข้าใจเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- การสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Constructivist implicit NOS) เป็นการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยมีการจัดกิจกรรมตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้มีกิจกรรม คำถาม หรือการให้โอกาสนักเรียนเพื่อสะท้อนความเข้าใจ หรือให้โอกาสนักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ไม่มีการวิเคราะห์หรืออภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมที่เรียน โดยเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้มีการระบุประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เช่น ในมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ แต่ไม่ปรากฏวิธี กิจกรรมหรือการประเมินผล ที่บูรณาการประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- การสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แบบเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Constructivist explicit and reflective NOS) เป็นการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยมีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในชั้นเรียนเข้ากับประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อภิปรายหรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน มีการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากับสาระการเรียนรู้และเขียนประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน มีการประเมินทรรคนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งด้วยการใช้คำถาม การเขียนบันทึกและแบบทดสอบ

5. นำข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปการสัมภาษณ์นักศึกษา ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และการสังเกตการจัดการเรียนของกลุ่มที่ศึกษามาอ่านวิเคราะห์ โดยยึดประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นย่อว่า กลุ่มที่ศึกษามีทรรคนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และกลุ่มที่ศึกษาได้แสดงออกในการนำทรรคนะเหล่านั้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนอย่างไร ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์เพื่อเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล จากการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านข้อมูล (Data triangulation) คือ ด้านข้อมูลที่เป็นแหล่งบุคคล หมายถึงการรวบรวมข้อมูลในเรื่องเดียวกันแต่บุคคลผู้ให้ข้อมูลเปลี่ยนไป และยังเป็น การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological triangulation) คือ การใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ กันเพื่อรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกัน (สุภางค์ จันทวานิช, 2552) งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษา การศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ และการสังเกตการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ นำมาตีความร่วมกันในประเด็นที่

เกี่ยวกับบรรณานุกรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในเบื้องต้นมาตีความร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แบ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ รายชื่อ และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติในเชิงพรรณนาและอธิบาย รายละเอียดว่ากลุ่มที่ศึกษามีธรรมชาติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการจัดการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร รวมทั้งธรรมชาติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหล่านั้นส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

ตารางที่ 6 วิธีการวิจัย

คำถามวิจัย	ประเด็นที่ศึกษา	วิธีการ/เครื่องมือ	การวิเคราะห์ผล
<p>ระยะที่ 1</p> <p>นักศึกษาในโครงการสควค. มีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร</p>	<p>ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ร่วมกับการส่งแบบสอบถามให้กับกลุ่มที่ศึกษาทางไปรษณีย์</p>	<p>ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม และวิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละของคำตอบรายข้อ และรายด้าน</p>
<p>ระยะที่ 2</p> <p>นักศึกษาในโครงการสควค. ที่เป็นกรณีศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร</p> <p>นักศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูหรือไม่ อย่างไร</p>	<p>ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. แบบสัมภาษณ์ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</p> <p>2. แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</p> <p>3. แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>4. แบบสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ</p>	<p>ผู้วิจัยถอดเทปการสัมภาษณ์ ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวคิดในการจัดการเรียนรู้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและนำแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์</p>

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ขอรายงานผลตามระยะการวิจัยได้แก่ ระยะที่ 1 การสำรวจทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และระยะที่ 2 การศึกษารายกรณีเกี่ยวกับทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

ผลการวิจัยระยะที่ 1

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและศึกษาทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูกลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จำนวน 59 คน ได้จากกลุ่มแบบแบ่งชั้นตามภาค (Stratified Random Sampling) จากสถาบันการศึกษาที่เป็นศูนย์ของโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูทั่วประเทศ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. เกี่ยวกับทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการกำหนดรหัสของคำตอบที่เป็นตัวแทนของทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ลงรหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่ ของทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แยกเป็นรายข้อ และรายด้าน

ผลการวิจัยระยะที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ได้แก่ สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 ได้แก่ ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู สาขาวิทยาศาสตร์จากสถาบันการศึกษาที่เป็นศูนย์ของโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูจำนวน 59 คน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มที่ศึกษา

รายการ	นักศึกษา / จำนวน (ร้อยละ N = 59)	
สถาบันการศึกษา	มหาวิทยาลัย A (ภาคกลาง)	13 (22.04)
	มหาวิทยาลัย B (ภาคเหนือ)	17 (28.81)
	มหาวิทยาลัย C (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	19 (32.20)
	มหาวิทยาลัย D (ภาคใต้)	10 (16.95)
เพศ	ชาย	11 (18.64)
	หญิง	48 (81.36)
สาขา	ฟิสิกส์	15 (25.43)
	เคมี	27 (45.76)
	ชีววิทยา	17 (28.81)
ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.01 – 2.50	1 (1.69)
	2.51 – 3.00	13 (22.03)
	3.01 – 3.50	21 (35.59)
	3.51 – 4.00	22 (37.30)
	ไม่ระบุ	2 (3.39)

จากตารางที่ 7 นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู สาขาวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัย C ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด 19 คน (ร้อยละ 32.20) ตามด้วย มหาวิทยาลัย B ในภาคเหนือ 17 คน (ร้อยละ 28.81) มหาวิทยาลัย A ในภาคกลาง 13 คน (ร้อยละ 22.04) และมหาวิทยาลัย D ในภาคใต้จำนวน 10 คน (ร้อยละ 16.95) เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยมีเพศหญิงจำนวน 48 คน (ร้อยละ 81.36) เพศชาย 11 คน (ร้อยละ 18.64) เป็นนักศึกษาในสาขาเคมีมากที่สุดจำนวน 27 คน (ร้อยละ 45.76) สาขาชีววิทยาจำนวน 17 คน (ร้อยละ 28.81) และสาขาวิชาเอกฟิสิกส์จำนวน 15 คน (ร้อยละ 25.43) มีระดับคะแนนเฉลี่ย

สะสมอยู่ระหว่าง 2.48–4.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสะสมระหว่าง 3.51–4.00 มากที่สุดจำนวน 22 คน (ร้อยละ 37.30) 3.01–3.50 จำนวน 21 คน (ร้อยละ 35.59) 2.51–3.00 จำนวน 13 คน (ร้อยละ 22.03) 2.01–2.50 จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.69) ตามลำดับ และไม่ระบุคะแนนเฉลี่ยสะสมจำนวน 2 คน (ร้อยละ 3.39)

ตอนที่ 2 ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักศึกษามีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ และทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามยังมีทรรศนะด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมที่คลาดเคลื่อนจากทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ร้อยละทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค.

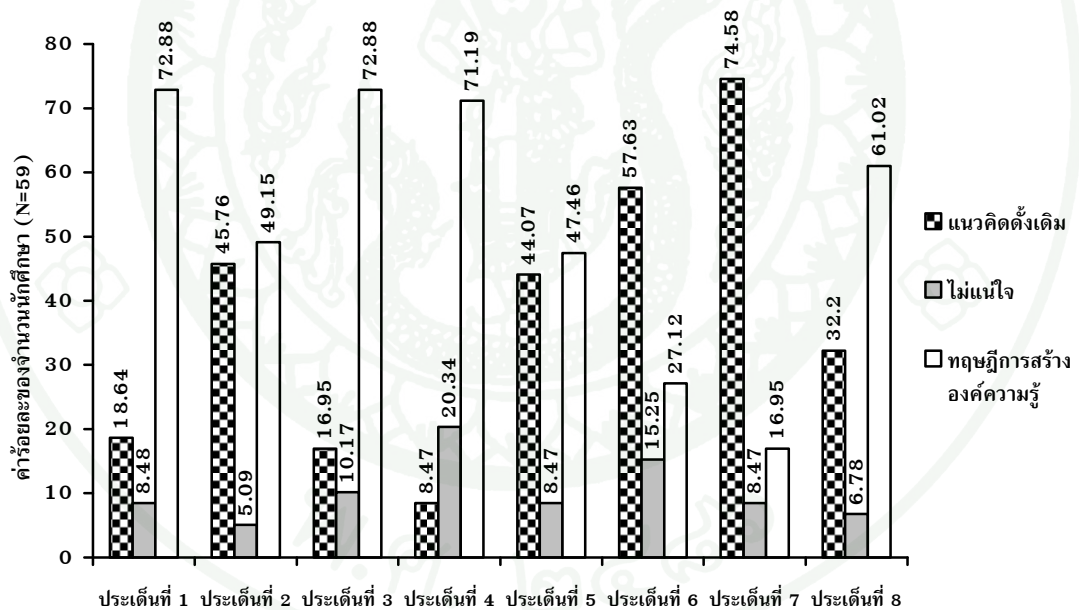
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	สอดคล้องกับแนวคิด		สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
	แบบดั้งเดิม (Traditional Views)	ไม่แน่ใจ	
ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์	37.29	10.38	52.33
ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	62.71	13.98	23.31
ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์	23.73	14.69	61.58
รวม	41.24	13.02	45.74

จากตารางที่ 8 พบว่า โดยภาพรวมนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. มีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (ร้อยละ 45.74) และสอดคล้องกับแนวคิดแบบดั้งเดิม (ร้อยละ 41.4) ใกล้เคียงกัน หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักศึกษามีทรรศนะสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มากที่สุดในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 61.58) และมีทรรศนะสอดคล้องกับแนวคิดแบบดั้งเดิมมากที่สุดในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 62.71)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการศึกษาพรรณเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค.จำนวน 18 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้านรายละเอียดแต่ละด้านจะอธิบายออกเป็นประเด็นย่อยที่ศึกษาดังนี้

1. ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ นักศึกษาในโครงการ สควค.มีพรรณณะที่สอดคล้องกับทั้งแนวคิดดั้งเดิมและทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ดังนี้ ประเด็นที่นักศึกษามีพรรณณะสอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิมมากที่สุด คือ ที่มาของทฤษฎี ลักษณะของกฎ ส่วนประเด็นที่นักศึกษามีพรรณณะสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ มากที่สุด คือ ลักษณะของวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทฤษฎี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างความรู้เพื่ออธิบายธรรมชาติตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: ประเด็นที่ 1: ความหมาย ลักษณะของวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 2: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ

ประเด็นที่ 3: การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 4: ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- ประเด็นที่ 5: การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติ
 ประเด็นที่ 6: ลักษณะของกฎ
 ประเด็นที่ 7: ที่มาของทฤษฎี
 ประเด็นที่ 8: แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

พรรณานะของนักศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อความ 8 ข้อ ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับความหมาย ลักษณะของวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 16) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ (ข้อความที่ 9) การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 1) ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 10) การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติ (ข้อความที่ 13) ลักษณะของกฎ (ข้อความที่ 14) ที่มาของทฤษฎี (ข้อความที่ 2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 3) โดยมีรายละเอียดแยกพิจารณารายชื่อตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนคำร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีพรรณานะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

ข้อที่	พรรณานะตามแนวคิดดั้งเดิม (Traditional Views)	เห็น			พรรณานะตามทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
		ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ด้วย	
ความหมาย ลักษณะของวิทยาศาสตร์					
16	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ใช้ อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และโลกรอบตัว	11 (18.64)	5 (8.48)	43 (72.88)	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ นำมาใช้ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและ กระบวนการในการค้นคว้าหา ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ และการทำงานของสิ่งนั้นใน ธรรมชาติ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ					
9	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น ความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ	27 (45.76)	3 (5.09)	29 (49.15)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น คำอธิบายของมนุษย์เพื่อทำ ความเข้าใจธรรมชาติ แต่อาจ ไม่ใช่ความจริงอย่างที่เห็น

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ทฤษฎีตามแนวคิดดั้งเดิม (Traditional Views)	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็น ด้วย	ทฤษฎีตามทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
1	ทฤษฎีเก่าที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว ว่าไม่เป็นจริงจะไม่สามารถ นำไปใช้ในการศึกษาเพื่อค้นหา ความรู้ใหม่เกี่ยวกับเรื่องนั้นอีก	10 (16.95)	6 (10.17)	43 (72.88)	ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความ เหมาะสมในการอธิบาย ธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นทฤษฎีที่เก่าก็ยังเป็น ประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อยู่
ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
10	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น ความจริงแท้ ที่ไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงได้	5 (8.47)	12 (20.34)	42 (71.19)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น ความจริงชั่วคราว สามารถ เปลี่ยนแปลงได้
การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติ					
13	นักวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ	26 (44.07)	5 (8.47)	28 (47.46)	นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้เพื่อ ใช้อธิบายธรรมชาติ
กฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน					
14	กฎทางวิทยาศาสตร์ได้รับการ พิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่ สมบูรณ์	34 (57.63)	9 (15.25)	16 (27.12)	กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นความ พยายามของนักวิทยาศาสตร์ใน การอธิบายธรรมชาติ
2	ทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้รับการ พิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง เนื่องจาก สมมติฐานต้องใช้ในการทดสอบ เชิงประจักษ์ และเมื่อได้รับการ พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง สมมติฐานจะเปลี่ยนไปเป็น ทฤษฎี	44 (74.58)	5 (8.47)	10 (16.95)	ทฤษฎีคือการอธิบายปรากฏการ ทางธรรมชาติ ได้มาจาก จินตนาการ ความคิด และ เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ที่ ได้รับการยอมรับ จากการ พิสูจน์ หรือการทดลอง
3	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (เช่น แบบจำลองอะตอม และ เซลล์ประสาท)เป็นการคัดลอก ความจริงในธรรมชาติ	19 (32.20)	4 (6.78)	36 (61.02)	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้บรรยายถึงความจริงใน ธรรมชาติ แต่เป็นแบบจำลอง ทางความคิดหรือการคาดเดา อย่างมีเหตุผล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 9 พบว่า นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มากกว่าตามแนวคิดดั้งเดิม โดยนักศึกษาเห็นด้วยกับข้อความตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ 6 ข้อความ คือข้อความที่ 16 9 1 10 13 และ 3 และตามแนวคิดดั้งเดิม 2 ข้อความ คือข้อความที่ 14 และ 2 รวมทั้งยังมีนักศึกษาที่ไม่แน่ใจว่าตนเองมีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดใด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

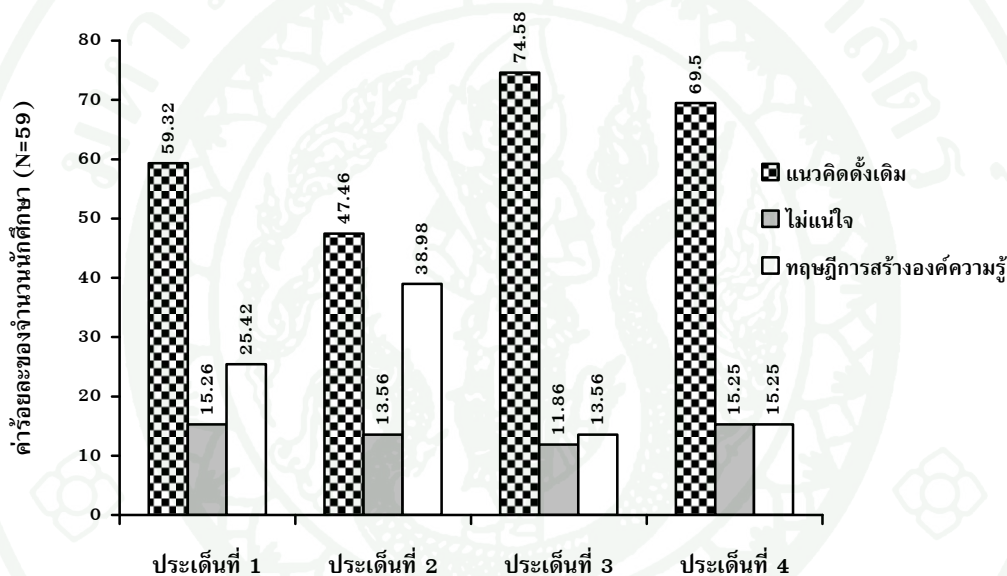
นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิมใน 2 ประเด็น คือ ประเด็นเกี่ยวกับลักษณะของกฎ นักศึกษาร้อยละ 57.63 เข้าใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์ และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นที่มาและการสร้างทฤษฎี นักศึกษาร้อยละ 74.58 เห็นด้วยว่าทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง เนื่องจากสมมติฐานต้องใช้การทดสอบเชิงประจักษ์ และเมื่อได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง สมมติฐานจะเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎี

นักศึกษามีทัศนคติสอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ พบว่านักศึกษาร้อยละ 72.88) มีทัศนคติตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ในประเด็นเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่นำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเป็นกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้และการทำงานของสิ่งนั้น ประเด็นของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษาร้อยละ 49.15 มีทัศนคติว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายของมนุษย์เพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ แต่ความรู้ที่นั้นอาจไม่ใช่ความจริงอย่างที่เห็น ขณะที่นักศึกษาร้อยละ 45.76 เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ประเด็นการพัฒนาทฤษฎี นักศึกษาร้อยละ 72.88 มีทัศนคติตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นทฤษฎีเก่าก็ยังเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเรื่องนั้นๆ อยู่ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ที่กล่าวว่า ทฤษฎีเก่าที่ไม่ถูกต้องยังเป็นประโยชน์อยู่ เนื่องจากทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ พบว่านักศึกษาร้อยละ 71.19 เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติ นักศึกษาร้อยละ 47.46 มีความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้เพื่อใช้อธิบายธรรมชาติ ขณะที่นักศึกษาร้อยละ 44.07 มีความเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์พยายามแสวงหาความรู้ที่มีอยู่ ส่วนประเด็นเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษาร้อยละ 61.02 มีความเข้าใจว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้บรรยายถึงความจริงในธรรมชาติ แต่เป็นแบบจำลองทางความคิดหรือการคาดเดาอย่างมี

เหตุผล ขณะที่นักศึกษาอีกร้อยละ 32.20 ยังเข้าใจว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (เช่น แบบจำลองอะตอม และเซลล์ประสาท) เป็นการคัดลอกความจริงในธรรมชาติ

2. ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่นักศึกษามีทรศนะสอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิมทั้งหมด คือ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์และความยืดหยุ่นในการทำงาน หลักฐานเชิงประจักษ์กับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงทรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: ประเด็นที่ 1: หลักฐาน กับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 2: วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 3: การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 4: ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ทรศนะของนักศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับหลักฐาน กับจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 4) วิธีการแสวงหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 11) การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 12) ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 15) มีรายละเอียดรายชื่อตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนคำร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

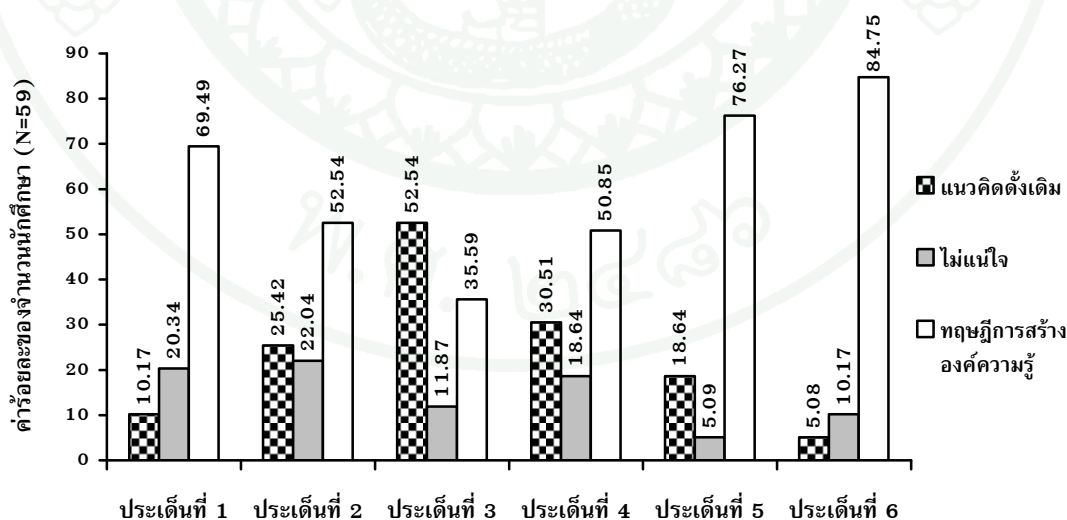
ข้อที่	ทัศนคติตามแนวคิดดั้งเดิม (Traditional Views)	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็น ด้วย	ทัศนคติตามทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
หลักฐาน กับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
4	นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์	35 (59.32)	9 (15.26)	15 (25.42)	นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น เขาอาจจะใช้จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างความรู้
วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
11	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์	28 (47.46)	8 (13.56)	23 (38.98)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ ก็ได้
การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
12	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตสำรวจตรวจสอบ หรือการทดลอง	44 (74.58)	7 (11.86)	8 (13.56)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจถูกสร้างขึ้นโดยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์					
15	การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอน	41 (69.50)	9 (15.25)	9 (15.25)	การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 10 พบว่านักศึกษาโครงการ สควค.มีทัศนคติต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดดั้งเดิมทั้งหมดจำนวน 4 ข้อความ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ประเด็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญในการสร้างและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาในโครงการ สควค. ร้อยละ 59.32 เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรจะได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น โดยจินตนาการและความคิด

สร้างสรรค์ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เลย นักศึกษาร้อยละ 47.46 มีความคิดเห็นว่าการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น วิธีการอื่น ๆ ไม่สามารถสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ขณะที่นักศึกษาร้อยละ 38.98 มีความคิดเห็นตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ ก็ได้ ประเด็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้นักศึกษาร้อยละ 74.58 มีความคิดเห็นตามแนวคิดดั้งเดิมว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยการสังเกต สืบสวนตรวจสอบหรือการทดลอง ขณะที่นักศึกษาร้อยละ 13.56 มีความคิดเห็นตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้มาจาก วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ รวมถึงการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับประเด็นเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และความยืดหยุ่นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ พบว่าร้อยละ 69.49 ของนักศึกษาเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอน

3. ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษารรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค.มีพรรณนะในภาพรวมที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม อิทธิพลต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สังคมกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ แสดงในแผนภูมิภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภูมิแท่งแสดงพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: ประเด็นที่ 1: การทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์

- ประเด็นที่ 2: สังคมกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
 ประเด็นที่ 3: อิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์
 ประเด็นที่ 4: จริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ต่อสัตว์ทดลอง
 ประเด็นที่ 5: อิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
 ประเด็นที่ 6: ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

พรรณนะของนักศึกษาในโครงการ สควค.เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อความ 6 ข้อ ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 7) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ตอบสนองความต้องการของสังคม (ข้อความที่ 17) อิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 6) จริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ต่อสัตว์ทดลอง (ข้อความที่ 8) อิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ข้อความที่ 5) ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (ข้อความที่ 18) พิจารณารายชื่อดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนคำร้อยละของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่มีพรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	พรรณนะตามแนวคิดดั้งเดิม (Traditional Views)	เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	เห็นด้วย	พรรณนะตามทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
การทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ และการทำงานที่ตอบสนองความต้องการของสังคม					
7	นักวิทยาศาสตร์ทำงานคนเดียวเพื่อให้ได้ความจริงที่สมบูรณ์	6 (10.17)	12 (20.34)	41 (69.49)	นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายในชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดเพื่ออธิบายธรรมชาติ
17	นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาสิ่งที่ตนเองสนใจ	15 (25.42)	13 (22.04)	31 (52.54)	กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งที่เป็นความต้องการของสังคม
อิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์					
6	นักวิทยาศาสตร์รายงานข้อมูลตรงกับผลการทดลองจริงไม่บิดเบือนข้อมูล	31 (52.54)	7 (11.87)	21 (35.59)	ความรู้เดิม ความเชื่อที่ยึดถือ มีอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์
จริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ต่อสัตว์ทดลอง					
8	นักวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สัตว์ทำการทดลองแทนมนุษย์จริงๆ	18 (30.51)	11 (18.64)	30 (50.85)	นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองกับสัตว์ทดลองโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสัตว์ทดลองเท่าๆกับความรู้ที่จะได้รับ

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	ทฤษฎีตามแนวคิดดั้งเดิม (Traditional Views)	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็น ด้วย	ทฤษฎีตามทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Views)
ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม					
5	นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้ความ คิดเห็นส่วนตัวในการทำงาน	11 (18.64)	3 (5.09)	45 (76.27)	ปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิม ความเป็น เหตุผล ปัจจัยทางสังคมและ วัฒนธรรม
18	นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยไม่ ต้องคำนึงถึงจริยธรรม และ ค่านิยมทางสังคม	3 (5.08)	6 (10.17)	50 (84.75)	วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมีผลต่อ สังคมและสังคมก็มีผลต่อ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นกัน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 11 พบว่านักศึกษาโครงการ สควค.มีทฤษฎีต่อกิจการทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ 5 ข้อความ คือ ข้อความที่ 7 17 8 5 และ 18 และตามแนวคิดดั้งเดิม 1 ข้อความ คือ ข้อความที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีของนักศึกษาเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องตามแนวคิดดั้งเดิมคือ ประเด็นเกี่ยวกับอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ นักศึกษาร้อยละ 52.54 เห็นด้วยว่านักวิทยาศาสตร์ควรจะรายงานข้อมูลได้ตรงกับผลการทดลองจริงไม่บิดเบือน ความรู้เดิมความเชื่อที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือหรือปัจจัยอื่นที่ไม่มีผลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักศึกษาร้อยละ 35.59 มีความคิดเห็นว่ามีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์

ส่วนทฤษฎีของนักศึกษาที่สอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ได้แก่ ประเด็นเกี่ยวกับอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ร้อยละ 72.27 ของนักศึกษาในโครงการ สควค.เห็นด้วยว่า ความรู้เดิม ความเป็นเหตุเป็นผล ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมต่างมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในประเด็นเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษาร้อยละ 69.49 เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในชุมชนวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาวีธีที่ดีที่สุดในการอธิบายธรรมชาติ นักศึกษาร้อยละ 50.85 มีทฤษฎีเกี่ยวกับจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ว่านักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองกับสัตว์ทดลองโดยคำนึงถึงจริยธรรม และผลกระทบต่อสัตว์ทดลองเท่าๆ กับความรู้ที่จะได้รับ แต่นักศึกษาร้อยละ

30.51 มีทรรศนะว่านักวิทยาศาสตร์สามารถแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวทำการทดลองแทนดีกว่าทำการทดลองกับมนุษย์จริง ๆ ส่วนประเด็นที่เกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์กับความต้องการของสังคม พบว่าร้อยละ 52.54 ของนักศึกษาเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาในสิ่งที่เป็นการต้องการของสังคม ขณะที่นักศึกษ้อีกร้อยละ 25.42 เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาในสิ่งที่ตนเองสนใจเท่านั้นและประเด็นความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นักศึกษาส่วนมาก (ร้อยละ 84.75) มีทรรศนะว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมีผลต่อสังคม และสังคมก็มีผลต่อเทคโนโลยีเช่นกัน

ผลการวิจัยระยะที่ 2

ระยะที่ 2 เป็นศึกษารายกรณี (Case Study) เพื่อศึกษาทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค.ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ผู้วิจัยเลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักศึกษาโครงการ สควค.ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐในเขตภาคกลาง จำนวน 3 คน ซึ่งกำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยศึกษาทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อสัมภาษณ์นักศึกษา ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์

ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) มีทรรศนะที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Informed) (2) มีทรรศนะสับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) (3) มีทรรศนะคลาดเคลื่อนจากทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) และศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา และวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยจากการวิเคราะห์แหล่งข้อมูลดังกล่าว พบว่าการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ (1) การสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) (2) การสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) (3) การสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้แบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Constructivist implicit NOS) (4) การสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้แบบเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Constructivist explicit and reflective NOS) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดร่วมกัน แบ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลการวิจัยในกรณีศึกษาถึงทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประเด็นที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยจะนำเสนอเป็นรายการกรณีของนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ได้แก่ ครูญาณิน ครูศิริมา และครูปิยานันท์ ซึ่งเป็นนามสมมติ

กรณีศึกษาที่ 1: ครูญาณิน

ครูญาณิน เพศหญิง อายุ 23 ปี จบการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในภาคใต้ ศึกษาต่อในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ในมหาวิทยาลัยของรัฐในภาคกลาง ไม่เคยมีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์มาก่อน สอนในวิชาเคมีพื้นฐาน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และแผนการเรียนศิลปศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 9 คาบต่อสัปดาห์หนึ่งห้องเรียนเป็นนักเรียนหญิงล้วน จัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ มีจำนวนนักเรียน 40 - 48 คน

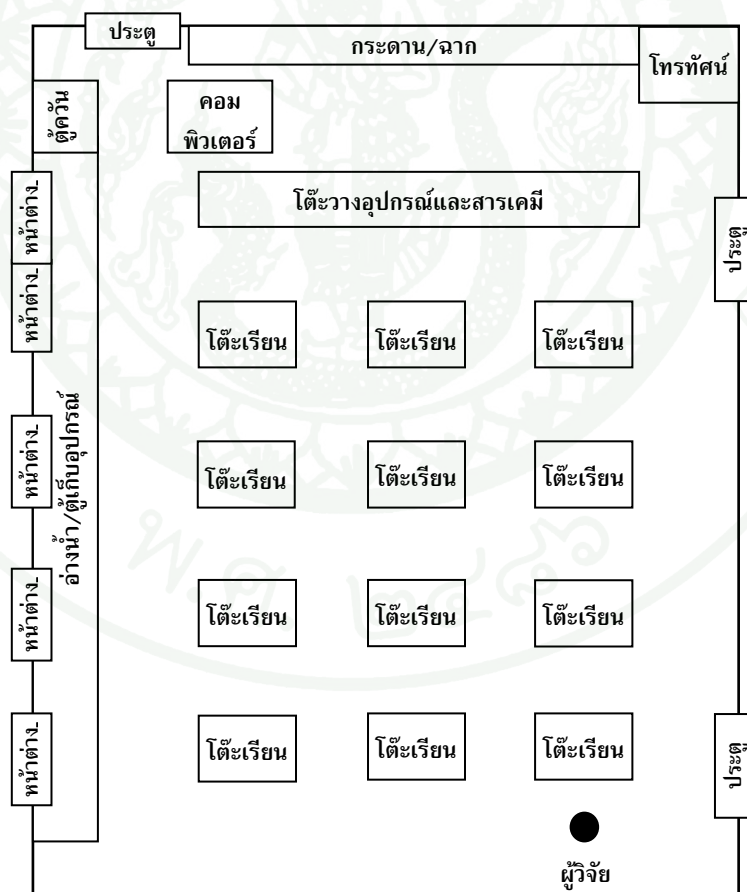
โรงเรียนที่ครูญาณินฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จัดการเรียนการสอนให้เฉพาะสตรี ตั้งอยู่บริเวณตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี เนื้อที่ 18 ไร่ 447 ตารางวา พื้นที่โรงเรียนอยู่ติดกับถนนใหญ่ อยู่ใกล้กับมหาวิทยาลัย และโรงเรียนหลายแห่ง รวมถึงทำน้าสำคัญของจังหวัด เป็นโรงเรียนที่มีชื่อเสียงด้านการจัดการเรียนการสอน ภาษาอังกฤษ ภาษาฝรั่งเศส ภาษาเยอรมัน ปัจจุบันโรงเรียนประกอบด้วยอาคารเรียน 8 หลัง อาคารอเนกประสงค์ 3 หลัง อาคารชั่วคราว (ขนาด 4 ชั้น 20 ห้องเรียน) 1 หลัง หอประชุมใหญ่ 2 หลัง และหอประชุมเล็ก 1 หลัง จัดการเรียนการสอนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีนักเรียน 9,538 คน ครู 356 คน พนักงานราชการ 22 คน

สถานที่จัดการเรียนรู้คือห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (เคมี) ซึ่งเป็นห้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีโต๊ะสำหรับให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม แบ่งเป็น 3 แถว แถวละ 4 ตัว ด้านหน้าเป็นกระดาน โต๊ะครู คอมพิวเตอร์ และฉากสำหรับการฉายภาพซึ่งแขวนไว้เหนือกระดาน มีโทรทัศน์ แขวนอยู่อีกด้านของหน้าชั้น ด้านข้างเป็นอ่างสำหรับล้างมือ ตู้เก็บอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และตู้ควีน โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 3 - 5 คน นั่งเรียนเป็นกลุ่ม ในหนึ่งห้องมีประมาณ 10 - 11 กลุ่มมีแผนผังการจัดชั้นเรียนดังภาพที่ 4

1. ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

ครูญาณินมีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นเกี่ยวกับความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) คือ ครูญาณินเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติสามารถอธิบายทุกสิ่งทุกอย่างได้ โดยมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการแสวงหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ แต่ไม่ได้กล่าวถึงว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นในเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน เป็นจริงในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีความรู้อื่น หรือหลักฐานอื่นๆ เพิ่มเติมที่ปรากฏว่าความรู้เดิมนั้นไม่สามารถอธิบายธรรมชาติได้ครอบคลุม และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามทุกคำถามได้ ซึ่งเป็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4 แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 1: ครูญาณิน

ในประเด็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครูญาณินมีทรรศนะที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) เนื่องจากครูญาณินเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันเดิมไม่สามารถอธิบายธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ หรือมีหลักฐานอื่นมาสนับสนุนความรู้ใหม่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เดิมนั้นถือว่าเป็นความรู้ที่ผิด ซึ่งทรรศนะบางส่วนของครูญาณิน สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยครูญาณินอธิบายเพิ่มเติมว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติ ความรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้ที่เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติที่ครอบคลุม สามารถอธิบายได้ดีกว่า รวมถึงมีการพิสูจน์ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าความรู้เดิมไม่สามารถอธิบายธรรมชาติในเรื่องนั้น ๆ ได้ทั้งหมด และความรู้ใหม่ได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันเดิมมาเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ได้ดังการสัมภาษณ์ครูญาณินดังนี้

- ผู้วิจัย : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร
 ครูญาณิน : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เป็นจริงตลอดไป สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ สามารถมีสิ่งใหม่ขึ้นมาทดแทนได้ เพราะมันพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งเครื่องมือ เทคโนโลยีที่จะเอามาใช้ในการทดลอง ยืนยันความรู้ที่คิดว่าจะต้องเปลี่ยน
- ผู้วิจัย : ยกตัวอย่างได้หรือไม่ว่าความรู้อะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลง
 ครูญาณิน : เช่น ทฤษฎีอะตอมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อก่อนนี้ใช้แค่จินตนาการ จากนั้นเริ่มมีการทดลอง
- ผู้วิจัย : ความรู้ที่บอกว่าสามารถเปลี่ยนได้ มันเปลี่ยนได้อย่างไร ใครเป็นคนทำให้เปลี่ยน
 ครูญาณิน : นักวิทยาศาสตร์คิดจะเปลี่ยนความรู้ เพราะนักวิทยาศาสตร์คิดว่าความรู้เดิมอาจจะผิด และต้องการความรู้ใหม่ที่จะล้มล้างความรู้เดิม หรือเอาความรู้เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่ บางทีอาจจะเปลี่ยนแปลงไปเลย อาจเป็นความรู้เดิมแต่มีบางอย่างเพิ่มขึ้นมา
- ผู้วิจัย : การเปลี่ยนแปลงความรู้เกิดขึ้นได้ง่ายหรือไม่ ทำอย่างไรที่คนอื่นจะเห็นด้วยได้กับเรา
 ครูญาณิน : อาจจะมีผลการทดลองมายืนยันให้เห็นว่าความรู้เก่าไม่มี
- (สัมภาษณ์ครูญาณิน ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2553)

ครูญาณินมีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Alternative) ในประเด็นปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน ทำให้วิทยาศาสตร์สามารถ

เข้าใจและทำนายได้ คือ ครูญาณินไม่สามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้เพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน โดยครูญาณินเข้าใจว่าอุปกรณ์และเทคโนโลยีทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

ในประเด็นที่มาของกฎและทฤษฎี ครูญาณินมีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนจากทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (Alternative) คือ ครูญาณินไม่สามารถบอกเกี่ยวกับการได้มาของกฎและทฤษฎีว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไรอย่างชัดเจน ซึ่งการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ มีได้หลายทางไม่เพียงแต่การทำการทดลองเท่านั้น อย่างไรก็ตามครูญาณินเชื่อว่ากฎถูกตั้งไว้ก่อน และผ่านการพิสูจน์ด้วยการทดลอง จึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งขัดแย้งกับคำตอบของครูญาณินที่กล่าวว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และครูญาณินกล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษามาจากความรู้เดิมหลักการของนักวิทยาศาสตร์คนก่อน และการทำการทดลองยืนยัน หรือสร้างขึ้นจากจินตนาการ ครูญาณินยังเข้าใจว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากทฤษฎีใหม่สามารถอธิบายได้ครอบคลุมมากกว่าทฤษฎีเดิมตั้งครูญาณินกล่าวว่า

“กฎเหมือนตั้งไว้ก่อน...ทฤษฎีน่าจะได้มาจากการทดลอง แต่กฎก็ได้จากการทดลองได้...น่าจะเป็นจินตนาการ ความคิดของนักวิทยาศาสตร์จากนั้นก็ทำการทดลองหาข้อมูล เพื่อยืนยันข้อมูลด้วยการทำการทดลองให้ได้กฎ กับทฤษฎีออกมา”

(สัมภาษณ์ครูญาณิน ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2553)

1.2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในประเด็นการได้มาของความรู้ และวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ครูญาณินมีทรรศนะว่านักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้จากประสบการณ์ ความรู้เดิม การจินตนาการ ความคิด การสังเกตซึ่งเป็นทรรศนะที่สับสนไม่ชัดเจน จากคำอธิบายของครูญาณินแสดงให้เห็นว่าครูญาณินเห็นความสำคัญของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ แต่อย่างไรก็ตามครูญาณินยังเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากการทดลองที่ต้องทำตามลำดับขั้นตอนเท่านั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งคลาดเคลื่อนจากทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) และครูญาณินยังให้ความสำคัญกับหลักฐานที่เป็นผลการทดลอง เพื่อนำมายืนยันสรุปเป็นความรู้ ที่กล่าวว่าวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีหลากหลายวิธี แต่ละวิธีการนั้นยืดหยุ่น ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนทุกครั้ง

1.3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

ครูอาณินมีทรรศนะเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Informed) คือ นักวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลช่างสังเกต มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความอดทน เพียรพยายาม มีจริยธรรมในการทำงาน สอดคล้องกับทรรศนะของครูพี่เลี้ยงที่ว่านักวิทยาศาสตร์มีความอดทน อยากรู้อยากเห็น มีความมุ่งมั่นในสิ่งที่ศึกษา แต่อย่างไรก็ตามครูอาณินเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานคนเดียวมากกว่าการทำงานกลุ่ม ซึ่งเป็นทรรศนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Alternative) ในเรื่องกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ทางสังคม และมีชุมชนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และอธิปไตยธรรมชาติ

ในประเด็นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ครูอาณินมีทรรศนะว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้เทคโนโลยีก้าวหน้า และเทคโนโลยีก็ช่วยให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าเช่นกัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยอำนวยความสะดวกและพัฒนาสังคม ขณะเดียวกันวัฒนธรรมและสังคมก็มีอิทธิพลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครูอาณินได้กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี เทคโนโลยีก้าวหน้าเท่าไร วิทยาศาสตร์ก็ก้าวหน้าไปเท่านั้น คือ ไปพร้อม ๆ กัน...เพราะวิทยาศาสตร์ ทำให้เทคโนโลยีทันสมัยขึ้น แล้วเทคโนโลยีก็นำกลับมาช่วยในการสร้างขึ้นมาใหม่ เช่น เหมือนกับเป็นอุปกรณ์ สร้างขึ้นมาเพื่อทำทฤษฎี หรือทำเป็นเครื่องมืออย่างอื่นอีกที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แล้วก็ต้องคำนึงถึงสังคมด้วย ด้านวัฒนธรรม เหมือนกับ ดูว่าที่ทำเขายอมรับไหม สังคมมีวัฒนธรรมอย่างไร”

2. ทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในประเด็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูอาณินมีความเข้าใจที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในเรื่องจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยครูอาณินเข้าใจว่าการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายในด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการซึ่งครูอาณินเข้าใจว่านักเรียนต้องมีทักษะในการทำการทดลอง และใช้อุปกรณ์เท่านั้นโดยไม่ได้อธิบายถึงทักษะอื่นๆ ที่เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน และไม่ได้กล่าวถึง จิตวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในเรื่องเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าครูผู้สอนมีทัศนคติที่คลาดเคลื่อน (Alternative) จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ ครูผู้สอนเข้าใจว่านักเรียนควรเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนจำได้ง่าย ขณะที่ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กล่าวว่านักเรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนและสร้างความรู้ของตนเอง รวมถึงทำหน้าที่ตรวจสอบความรู้นักเรียนสร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด และครูผู้สอนยังกล่าวว่าการให้นักเรียนทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ครูบอกหรืออธิบายให้นักเรียนทำตามขั้นตอนจะช่วยให้เด็กเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ โดยไม่ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรม การใช้คำถาม หรือการเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทัศนคติที่คลาดเคลื่อนจากทัศนคติที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันตั้งการสัมภาษณ์ครูผู้สอนดังนี้

- ผู้วิจัย : นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร
- ครูผู้สอน : เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เขาจำได้ว่าเคยทำ ถ้าปฏิบัติเหมือนมันเคยผ่านมา ถ้าได้ลองสัมผัสได้ลองทำ
- ผู้วิจัย : เราจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ท่านต้องการ
- ครูผู้สอน : ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จะได้จำได้
- ผู้วิจัย : หากต้องการให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เราจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร ให้ยกตัวอย่าง
- ครูผู้สอน : สามารถทำการทดลองแล้วเห็นผลได้ตามที่คิดเอาไว้ ทำการทดลองแล้วก็เห็น (ผล) วิทยาศาสตร์สามารถทำให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ ในระหว่างที่ทำก็บอกต้องรู้จักสังเกต ต้องทำเป็นขั้นตอน ต้องมีความละเอียดรอบคอบ ต้องจดบันทึก รวบรวมข้อมูล มันเป็นขั้นตอน
- (สัมภาษณ์ครูผู้สอน ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2553)

ประเด็นเกี่ยวกับการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ครูผู้สอนมีความเข้าใจที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) ในด้านมิติในการวัดประเมินผลการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนกล่าวถึงการวัดและประเมินผลในด้านเนื้อหาความรู้เท่านั้น แต่ไม่ได้พูดถึงการวัดและประเมินผลในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหา ทักษะกระบวนการ จิตวิทยา ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการวัดผลการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในวัดผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับเรื่องที่ต้องการประเมิน รวมถึงระดับชั้นและวัยของนักเรียน และครูผู้สอนยังเข้าใจว่านักเรียนที่สามารถทำตามขั้นตอนการทดลองที่ครูบอกได้

แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนซึ่งเป็นทรศนะที่คลาดเคลื่อนดั่งการถอดเทปการสัมภาษณ์ดั่งนี้

- ผู้วิจัย : จะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องที่สอน
- ครูญาณิน : ง่าย ๆ ก็คือ ทำการทดสอบ สอบเก็บคะแนน ว่าเขารู้แค่ไหน
- ผู้วิจัย : เราจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สอน
- ครูญาณิน : เราสอนทฤษฎีไปก่อน แล้วให้นักเรียนมาปฏิบัติ สามารถสังเกตเห็น สี ฟอง กลิ่น ที่นักเรียนทำการทดลองจัดว่าเป็นการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ นักเรียนก็จะตอบว่าใช่ จะรู้ได้ว่าเขาทราบว่าเป็นคือเกิดปฏิกิริยา
- ผู้วิจัย : ถ้าไม่สอนทฤษฎีก่อนได้ไหม คือ ให้เขาทดลองปฏิบัติก่อน
- ครูญาณิน : ถ้าเราให้ลองทำปฏิบัติไปก่อน เขาจะตอบได้เฉพาะสิ่งที่เขาเห็นไม่สามารถบอกได้ว่าเพราะอะไร การที่บอกได้ว่าเพราะอะไรต้องอ้างอิงจากทฤษฎี หลักการ

(สัมภาษณ์ครูญาณิน ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2553)

ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป ครูพี่เลี้ยงมีความคิดเห็นว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรรวมเข้าไปในการสอน แต่ไม่สามารถทำได้หรือทำได้ในบางบทเรียนขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่สอน และการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีจำนวนมาก มองเห็นยาก ประเมินได้ในมุมกว้างๆ เท่านั้น คำแนะนำที่ครูพี่เลี้ยงให้แก่ครูญาณินจะเกี่ยวกับกระบวนการสอนมากกว่าประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขณะที่อาจารย์นิเทศก์กลับมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ต้องสอนวิทยาศาสตร์เหมือนที่วิทยาศาสตร์เป็น ต้องบูรณาการเข้าไปในกิจกรรม ให้นักเรียนเลียนแบบ เรียนรู้กระบวนการนั้นตามแบบนักวิทยาศาสตร์ แทรกคำถามและอภิปรายกับนักเรียน อาจารย์นิเทศก์ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสอนแก่ครูญาณินในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการถามและอภิปรายเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ครูญาณินควรจัดการเรียนรู้อย่างไรเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์

3. การปฏิบัติการสอน

เมื่อนำพรรณณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และพรรณณะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูญาณมาเปรียบเทียบกับปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนและแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ของครูญาณได้ระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 (ว 8.1) ในมาตรฐานการเรียนรู้ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ไม่ปรากฏจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูญาณได้ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ นอกจากจุดประสงค์ที่ระบุให้นักเรียนมีทักษะในการทดลอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ การจัดการเรียนรู้ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนของครูญาณไม่มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หรือมีกิจกรรมที่เชื่อมโยงแนวคิดเดิมของนักเรียนกับแนวคิดที่ครูต้องการ ครูญาณจะใช้ภาพประกอบคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม โดยที่ครูญาณไม่ได้อธิบายหรือเชื่อมโยงว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปปรับใช้กับการดำรงชีวิต หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกและเทคโนโลยีให้กับมนุษย์ในสังคม ทั้งที่ภาพและคำถามของครูญาณเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังการถอดเทปสังเกตการจัดการเรียนรู้เรื่องพอลิเมอร์

ครูญาณให้นักเรียนดูภาพต่างๆ เช่น เชือก, แก้วกระดาดรูปกรวย, กล่องใส่ CD, สมุด, ท่อ PVC

- ครูญาณ : แก้วกระดาดทำมาจากอะไร
 นักเรียน : กระดาด
 ครูญาณ : กระดาดทำมาจากอะไร
 นักเรียน : ต้นไม้
 ครูญาณ : ท่อ PVC
 นักเรียน : พลาสติก
 ครูญาณ : จากของเหล่านี้จะแบ่งได้กี่กลุ่ม
 นักเรียน : 3 กลุ่ม คือ พืช สัตว์ พลาสติกสังเคราะห์
 ครูญาณ : ถ้าครรรวม พืชกับสัตว์ไว้ด้วยกัน เพราะมาจากธรรมชาติเหมือนกัน
 ดังนั้นเราแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือมาจากธรรมชาติ กับ สังเคราะห์
 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสังเคราะห์หมายถึงอะไรจึงได้มาเป็นพลาสติก
 ให้นักเรียนอ่านใบงานที่ 1 เพื่อทำความรู้จักกับคำว่าพอลิเมอร์
 (สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 วันที่ 16 กันยายน 2553)

วิธีการสอนของครูญาณเป็นการสอนที่ผสมระหว่างการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) และการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic

implicit NOS) คือ การสอนของครูผู้สอนในบางคาบเรียนไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แต่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือครูสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล บรรยาย ใช้คำถามหรือยกตัวอย่างเพียงเท่านั้น เช่น ในการจัดกิจกรรมทดสอบโปรตีนเมื่อครูผู้สอนให้นักเรียนทำการทดลองแล้วใช้คำถามเพื่อถามนักเรียนซึ่งครูผู้สอน ให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้จากการทดลองโดยถามว่านักเรียนมีหลักฐานอะไร ที่บ่งบอกว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้นในการทดลอง โดยที่ไม่ได้มีการอภิปรายต่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความสำคัญของหลักฐานที่ได้จากการทดลอง (วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์) ครูผู้สอนเพียงแค่สรุปว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนบอกแสดงว่าอาหารชนิดนั้นมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ครูผู้สอน : จากการทำการทดลองสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงใหม่
 นักเรียน : เห็น
 ครูผู้สอน : ถ้าเกิดปฏิกิริยาเราสังเกตได้จากทั้งอะไรบ้าง
 นักเรียน : สี
 ครูผู้สอน : สี ตะกอน อุณหภูมิ กลิ่น แต่การทดลองนี้ เราสังเกตได้จาก
 นักเรียน : สี
 ครูผู้สอน : ถ้าสารอาหารของเรา (อาหาร) เปลี่ยนสี ถ้าอาหารมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่จะได้สารที่มีสีม่วง น้ำเงิน หรือบางครั้งจะมีสีชมพู ซึ่งบางกลุ่มมีความเข้มของสีต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าสารอาหารนั้นมีปริมาณโปรตีนอยู่เท่าไร

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 เรื่องโปรตีน วันที่ 23 สิงหาคม 2553)

การสอนของครูผู้สอน เป็นการสอนแบบบรรยาย และการใช้คำถามในการดำเนินการสอน ขณะที่ครูผู้สอนกล่าวว่านักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ จึงต้องจัดกิจกรรมที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สิ่งที่พบในการจัดการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง แต่เป็นการปฏิบัติตามที่ครูบอกโดยที่ไม่พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอความคิดเห็น ออกแบบการทดลอง หรือการอภิปรายเพื่อสร้างความรู้ของตนเอง การสอนของครูผู้สอนใช้คำถามที่เน้นเกี่ยวกับความจำ ถามนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมการทดลองหรือเรื่องเกี่ยวกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องเนื้อหาบทเรียน ไม่มีการอภิปรายหรือกิจกรรมอื่น ๆ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งในประเด็นการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขาดการเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อ

สังคม ในทางกลับกันสังคม วัฒนธรรมและการดำรงชีวิตที่ส่งผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์เช่นกัน
ตั้งตัวอย่างการถอดเทปจากการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ดังนี้

ครูญาณิน : กรดไขมันจำเป็น จำเป็นแสดงว่าร่างกายต้องได้รับ ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ต้องได้รับจากอาหารชนิดอื่น เช่น ไข่ น้ำมันงา น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันตับ ปลา ถ้าตอนเด็ก ๆ ไม่ได้รับไขมันจำเป็น ผิวหนังเราจะแห้ง ลอก ถ้าเรากินปลา เราก็จะได้รับไขมันจำเป็น

ครูญาณิน : ให้ยกตัวอย่างน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ที่ใช้กันทั่วไป

นักเรียน : น้ำมันปาล์ม มะกอก ดอกทานตะวัน ไข่ รำข้าว มะพร้าว

...

ครูญาณิน : ให้นักเรียนยกตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากสัตว์

นักเรียน : น้ำมันหมู ไข่ เป็ด ตับปลา วัว

(สังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 เรื่องไขมัน วันที่ 29 กันยายน 2553)

เมื่อมีการทำการทดลองในชั้นเรียน ครูญาณินจะเริ่มด้วยการบอกขั้นตอนในการทดลองแก่นักเรียน โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การกำหนดปัญหา สมมติฐาน การออกแบบการทดลองอย่างที่ครูญาณินให้สัมภาษณ์ไว้เกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูญาณินใช้การอธิบายร่วมกับการใช้คำถาม หรือให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงานหรือขั้นตอนที่ครูบอก การที่ครูบอกให้นักเรียนทำตามขั้นตอนต่าง ๆ นั้น สอดคล้องกับคำตอบที่ครูญาณินให้สัมภาษณ์ว่าการทำการทดลองตามขั้นตอนเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการให้นักเรียนทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ครูบอก หรืออธิบายให้นักเรียนทำตามขั้นตอนจะให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การถอดเทปการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ของครูญาณินดังนี้

ครูญาณิน : เราจะทดสอบโปรตีนในอาหาร วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร

นักเรียน : การทดสอบโปรตีนในอาหาร

ครูญาณิน : อุปกรณ์และสารเคมี อุปกรณ์มีอะไรบ้าง แต่ละกลุ่มจะได้รับ คือ หลอดทดลองขนาดเล็ก กลุ่มละ 7 หลอด มีปิเปตใส่สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือที่เรารู้จัก คือ โซดาไฟ มีฤทธิ์เป็นเบส ถ้าถูกมือจะรู้สึกคัน ๆ ลื่น ๆ เล็กน้อย ให้ไปล้างน้ำ

ครูญาณิน : อันนี้อะไรเอ่ย (ครูถือกระบอกฉีดยา และหลอดหยด)

นักเรียน : เข็มฉีดยา

นักเรียน : หลอดหยด

- ครูญาณิน : มีสารละลายอีกอย่างคือ คอปเปอร์ II ซัลเฟตมีสีอะไร
 นักเรียน : สีฟ้า
 ครูญาณิน : เราต้องเลือกทดลอง 7 ชนิด (หลอด) จากนั้นเราเติมสารที่เราต้องการทดลองใส่ลงในหลอดทดลองหลอดละ 1 cm^3 สูงประมาณ 1 cm หลังจากเราใส่อาหารไปแล้วเราก็มาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์คือ สารละลายไม่มีสี อีก 1 cm^3 เดี่ยวจะมีเข้มน้ำให้ ต่อจากนั้นก็หยดคอปเปอร์ II ซัลเฟต 5 หยด หลังจากนั้นนักเรียนก็สังเกตผลว่าเกิดอะไรขึ้น แค้นเองทำการทดลองวันนี้
 (สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 เรื่องโปรตีน วันที่ 23 สิงหาคม 2553)

นอกจากนี้ครูญาณินยังเน้นการอธิบาย การใช้คำถาม ซึ่งคำถามที่ครูญาณินใช้มักเป็นการถามนำมากกว่าคำถามที่ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ และครูญาณินไม่ได้กล่าวถึงจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ แม้ในกิจกรรมการต่อลูกปัดเพื่อแทนโครงสร้างพอลิเมอร์ ที่ครูญาณินให้นักเรียนร้อยลูกปัดตามภาพที่ครูกำหนด ครูญาณินเพียงถามนักเรียนถึงลักษณะของโซ่แต่ละแบบ โดยไม่ได้กล่าวถึงการใส่ลูกปัดแทนมอนอเมอร์เพื่อสร้างเป็นพอลิเมอร์ ขณะที่คำตอบของครูญาณินในการสัมภาษณ์แสดงออกว่าครูญาณินเห็นความสำคัญของจินตนาการในการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ตั้งตัวอย่างต่อไปนี้

- ครูญาณิน : สายยาวสายที่ 1 เป็นอย่างไร มีสมบัติอย่างไร เป็นระเบียบมากที่สุดไหม
 นักเรียน : มาก
 นักเรียน : ขาดง่าย
 ครูญาณิน : ถ้ามาเรียงหลายเส้นต่อกันจะเป็นระเบียบไหม
 นักเรียน : เป็น
 ครูญาณิน : เวลามาเรียงกันเป็นระเบียบทำลายยากไหม
 นักเรียน : ยาก
 ครูญาณิน : ต้องใช้ความร้อนสูงไหมเวลาทำลาย
 นักเรียน : สูง
 ครูญาณิน : ความหนาแน่นล่ะ ถ้ามันมาชิดกัน เราเอาของ 10 กลุ่มมาเรียงต่อกัน ความหนาแน่นสูงไหม
 นักเรียน : สูง
 ครูญาณิน : แล้วก็เป็นระเบียบทำให้อุณหภูมิสูง ความหนาแน่นก็สูง แล้วแบบที่ 2 ละ นักเรียนคิดว่ามีโครงสร้างแบบไหน

- นักเรียน : แบบกึ่ง แดกแซง ไม่เป็นระเบียบ
 ครูญาณิน : โครงสร้างแบบที่สอง เขาเรียกว่าโครงสร้างแบบร่างแห หรือว่าแบบกึ่ง
 โครงสร้างแบบกึ่ง ส่งผลต่อคุณสมบัติอย่างไรบ้าง เป็นระเบียบไหม
 นักเรียน : ไม่เป็น

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่องพอลิเมอร์ วันที่ 16 กันยายน 2553)

สื่อการสอนที่ครูญาณินใช้ในชั้นเรียน สื่อส่วนมากเป็นสไลด์ที่มีตัวหนังสือประกอบ การบรรยาย คำอธิบายของครู หรือเป็นภาพตัดปะบนกระดาษซึ่งมีขนาดเล็ก อุปกรณ์ในการทำการทดลอง และใบงานที่ครูญาณินให้นักเรียนอ่านและตอบคำถามจากใบงาน หรือเป็นคำสั่ง และอุปกรณ์ให้นักเรียนปฏิบัติตาม โดยในการทำกิจกรรมและการใช้สื่อการสอนของครูญาณิน ไม่ได้มีการอธิบาย หรืออภิปรายร่วมกันเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลของครูญาณินสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในจุดประสงค์รวมถึงการประเมินด้วย ในคาบเรียนครูญาณินประเมินจากการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามของนักเรียน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนครูญาณินใช้คำถามรวมในชั้นเรียน ให้นักเรียนช่วยกันตอบมากกว่าการให้นักเรียนตอบทีละคนและให้เหตุผลในคำตอบของตนเอง ครูญาณินมีการประเมินจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัดและใบงานของนักเรียนซึ่งครูญาณินเองเป็นคนบอกให้นักเรียนจดลงในใบงาน ดังนั้นการประเมินจากแบบฝึกหัดและใบงานย่อมไม่ได้ประเมินแนวคิดที่นักเรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียน สำหรับการประเมินทักษะการทดลองในการจัดการเรียนรู้จริงกับแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกัน คือในแผนการจัดการเรียนรู้ครูญาณินมีแบบประเมินการปฏิบัติการของนักเรียน แต่ในชั้นเรียนครูญาณินกำหนดเกณฑ์ในการประเมินขึ้นมาใหม่ และแจ้งให้นักเรียนทราบ เป็นการประเมินรายกลุ่มจากการสังเกตของครู โดยที่สมาชิกของกลุ่มไม่ได้มีส่วนร่วมในการประเมินการทำงานของตนเอง

ในภาพรวมจะเห็นได้ว่าครูญาณินมีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) และมีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนไปจากทรรศนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูญาณินที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด คือ ประเด็นเกี่ยวกับจรรยาบรรณในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และประเด็นวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม ครูญาณินมีทรรศนะเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับคำตอบของครูญาณินเกี่ยวกับเป้าหมายของการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นและทำการทดลองได้ ครูญาณินจึงเน้นที่จะสอนนักเรียนด้วยการบรรยาย ในขณะที่

ครูญาณเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองที่ต้องทำตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูญาณจึงให้นักเรียนทำการทดลองและลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ครูบอกเสมอ สอดคล้องกับทฤษฎีของครูญาณเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ซึ่งครูญาณอธิบายว่านักเรียนควรเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ ให้นักเรียนทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ครูบอก หรืออธิบายให้นักเรียนทำตามขั้นตอนจะทำให้ นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้ครูญาณยังให้ความสำคัญกับหลักฐานจากการทดลอง เพื่อนำมายืนยันสรุปเป็นความรู้ จึงพบว่าครูญาณใช้คำถามเพื่อถามนักเรียนเกี่ยวกับหลักฐานที่ได้จากการทดลองเท่านั้น โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้มาจากวิธีการแสวงหาความรู้แบบอื่น วิธีการสอนของครูญาณจัดเป็นการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) คือ การสอนของครูไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แต่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การที่ครูจัดกิจกรรมและสอนนักเรียนตามทฤษฎีที่ครูเข้าใจ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สับสนไม่ชัดเจนอาจส่งผลต่อทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะเรียนรู้ และจะเห็นได้ว่าทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดที่ครูญาณมีความสับสนไม่ชัดเจนหรือคลาดเคลื่อน จะไม่พบการแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนั้นในการสอน

ในการสอนของครูญาณไม่มีการยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสอนในชั้นเรียนอย่างเป็นทางการมากนักแม้จะเป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูญาณมีทฤษฎีสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้แก่ ความสำคัญของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม ครูญาณเพียงแค่พูดให้นำเข้าสู่บทเรียนหรือใช้เป็นสื่อการสอนเท่านั้น ไม่ได้มีการอภิปราย บ่งชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าประเด็นเหล่านั้นเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับอาจารย์นิเทศก์ที่มีความคิดเห็นในทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ของครูญาณว่า “ครูคิดว่ายังไม่เข้าใจ เพราะยังไม่ได้แสดงออกมาว่าเข้าใจ เพราะดูจากการสอน...บางที่อาจไม่แสดงออกมากับการสอน ครูคิดว่า ถ้าครูญาณเข้าใจอย่างน้อยก็น่าจะแทรกเข้าไปในการสอนบ้าง แต่เวลาถามคำถาม เวลาไปนิเทศก์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร เขาก็ตอบไม่ได้ เป็นการยืนยันว่าเขาไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 29 พฤศจิกายน 2553) ขณะที่ครูพี่เลี้ยงกลับมีความเห็นที่ต่างออกไป “(ครูญาณ)เข้าใจนะ แต่ยังไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ สิ่งที่เขาเข้าใจจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เขาใช้อยู่ เขายังเด็กเกินไปที่จะรวมหลายอย่างเข้ามารวมกัน แล้วประสบการณ์ของนิสิตยังน้อย การสอนจึงดูขาด ๆ ซึ่งประสบการณ์จะสอนนิสิตด้วย” (สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง วันที่ 30 พฤศจิกายน 2553)

กรณีศึกษาที่ 2: ครูศิริมา

ครูศิริมาเพศหญิง อายุ 23 ปี จบการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐ และศึกษาต่อในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ในมหาวิทยาลัยของรัฐอีกแห่งหนึ่งในภาคกลาง โดยครูศิริมาไม่เคยมีประสบการณ์ในการสอน วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมาก่อน ครูศิริมาสอนในวิชาเคมีเพิ่มเติม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้อง เวลาสอนจำนวน 9 คาบต่อสัปดาห์ ในหนึ่งห้องเรียนมีทั้ง นักเรียนหญิงและนักเรียนชาย มีจำนวนนักเรียน 41-42 คน

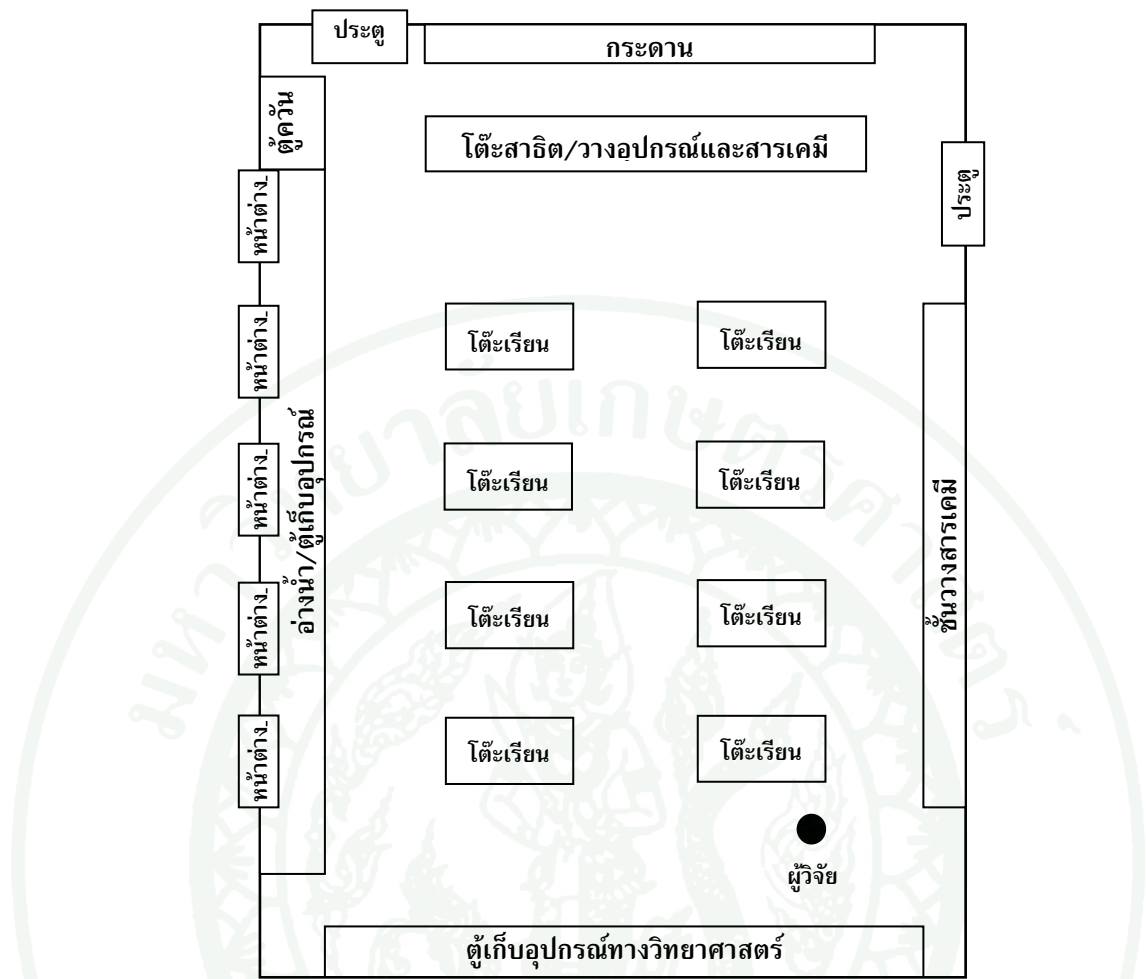
โรงเรียนที่ครูศิริมาฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษา ตั้งอยู่บริเวณ ถนนศรีสมาน ตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี มีเนื้อที่ 20 ไร่ 2 งาน 29 ตารางวา บริเวณโรงเรียนอยู่ใกล้กับ คลองประปา ศูนย์ราชการ และสวนสาธารณะขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอาคารเรียน 4 หลัง หอประชุม 1 หลัง ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี จำนวน 4 ห้อง แผนการเรียนศิลป์-คำนวณ จำนวน 2 ห้อง แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนศิลป์ภาษาญี่ปุ่น จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนธุรกิจ จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนทั่วไป จำนวน 1 ห้อง ในโรงเรียนมี โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ตั้งแต่ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1

ศิริมาใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนมาก ซึ่งเป็นห้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีโต๊ะสำหรับให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม แบ่งเป็น 2 แถว แถวละ 5 ตัวโดยให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามที่ตกลงกันไว้ กลุ่มละ 4-5 คน ในหนึ่งห้องเรียนมีประมาณ 8-9 กลุ่ม หน้าชั้นเรียนเป็นกระดาน โต๊ะสาธิตและวางอุปกรณ์สำหรับครู ทางด้านข้างเป็นอ่างน้ำ ชั้นวางสารเคมี ตู้ควีน ด้านหลังเป็นตู้เก็บอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแผนผังการจัดชั้นเรียนดังภาพที่ 5

1. ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

ครูศิริมามีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นเกี่ยวกับ ความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) คือ ครูศิริมาเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดขึ้นของสิ่งรอบตัว ซึ่งสามารถเข้าใจ มองเห็นและจับต้องได้โดยการที่ครูอธิบายและให้นักเรียนคิดตามและครูศิริมายังเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 5 แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 2: ครูศิริมา

เหมือนกับวิชาอื่นๆ คือ สามารถเรียนรู้ได้และเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงเช่นกัน วิทยาศาสตร์ช่วยอธิบาย บอกที่มาสิ่งที่เกิดขึ้น ศึกษาสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้นและวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้เพื่อช่วยแก้ปัญหาได้ โดยที่ครูศิริมาไม่ได้กล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม อีกทั้งครูศิริมายังเข้าใจว่าการที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องฟังคำอธิบายจากครู แล้วคิดตาม ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่กล่าวว่า นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับบุคคลอื่น สิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

สำหรับครูที่เล็งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนโดยอาศัยการสังเกต การทดลอง ค้นคว้า วิทยาศาสตร์สามารถทำการทดลองได้แล้วเห็นผล มีหลักฐานและเป็นรูปธรรม “เป็นการเรียนโดยอาศัยการสังเกต การทดลอง ต้องสังเกตต้องทดลอง ค้นคว้า วิทยาศาสตร์สามารถทำการทดลองได้แล้วเห็นผล ทุกอย่างที่เราทำ มีหลักฐานมีเหตุผล มีการทดลอง ค้นคว้า

มีการพิสูจน์ และที่สำคัญคือเป็นรูปธรรม”(สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง วันที่ 16 กันยายน 2553) ขณะที่อาจารย์นิตะก็มีทรรศนะที่ต่างออกไปว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยเป็นทั้งกระบวนการในการหาความรู้ และเป็นส่วนขององค์ความรู้เอง ที่เราจะได้มาจากการใช้กระบวนการนั้นในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติว่ามันเกิดได้เพราะอะไรอย่างไร” (สัมภาษณ์อาจารย์นิตะ วันที่ 9 ธันวาคม 2553)

ในประเด็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครูศิริมามีทรรศนะสับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) โดยครูศิริมากล่าวว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีข้อมูล หลักฐานมาสนับสนุนหรือโต้แย้งว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันเดิมผิด โดยการยอมรับความรู้ใหม่เป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพราะมีความเชื่อเดิมมากเกี่ยวข้องทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลงทันที ต้องมีการอภิปราย มีการพิสูจน์หลักฐาน ซึ่งทรรศนะบางส่วนของครูศิริมาสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้ที่เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติที่ครอบคลุม สามารถอธิบายได้ดีกว่า รวมถึงมีการพิสูจน์ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่ครูศิริมาก็ยังเข้าใจว่าความรู้เดิมนั้นจะเป็นความรู้ที่ผิด ความรู้ใหม่เป็นความรู้ที่ถูกต้อง ขณะที่ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ยังให้ความสำคัญกับความรู้เดิมว่าเป็นพื้นฐานและยังมีคุณค่ามากพอที่ควรจะเรียนรู้ ประเด็นปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนจึงทำให้วิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจและทำนายได้ พบว่าครูศิริมามีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้เป็นเพราะจินตนาการและข้อมูลทางสถิติ เพราะเหตุการณ์จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ แต่ไม่ได้เข้าใจว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนจึงทำให้สามารถทำนายการเกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นทรรศนะที่สับสนและไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามครูศิริมามีทรรศนะในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์โดยครูศิริมาอธิบายถึงที่มา และความแตกต่างของกฎกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ว่ากฎได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง จึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีเปลี่ยนแปลง เป็นทรรศนะที่คลาดเคลื่อนจากทรรศนะของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งทั้งกฎและทฤษฎีต่างก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีข้อมูลหรือหลักฐานที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้เท่ากัน ดีกว่า หรือกว้างขวางมากกว่า รวมทั้งได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์มากกว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ได้อธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องกฎและทฤษฎีว่ากฎ และทฤษฎี เป็นข้อความความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ในลำดับความสำคัญเท่ากัน ซึ่งกฎและทฤษฎีอาจจะพัฒนามาจากสมมติฐานได้ หากสมมติฐานนั้นเป็นสมมติฐานโดยทั่วไป (Generalizing Hypothesis) สมมติฐานนั้นอาจเปลี่ยนแปลงเป็นกฎ และหากสมมติฐานนั้นเป็นไปเพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ (Explanatory Hypothesis) สมมติฐานนั้นอาจจะเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎี แม้วากฎกับทฤษฎีจะมี

ความสัมพันธ์กัน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนเป็นกฎได้ และในทางกลับกันกฎก็ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นทฤษฎีได้เช่นกันดังการถอดการสัมภาษณ์ครูศิริมาดังนี้

ผู้วิจัย : กฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร
 ครูศิริมา : ทฤษฎีเราตั้งไว้ก่อน แล้วหาหลักฐานมายืนยัน แต่ถ้าการทดลองออกมาแล้วไม่ตรงตามที่เราตั้งไว้ ทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลง กฎมาจากทฤษฎีที่ผ่านการทดลองมาแล้ว สมเหตุสมผลกับข้อมูล และการทดลองทุกอัน กฎ คือสิ่งที่พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง เปลี่ยนแปลงไม่ได้ ยืนยัน พิสูจน์แล้ว

(สัมภาษณ์ครูศิริมา ครั้งที่ 1 วันที่ 28 กรกฎาคม 2553)

1.2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นการได้มาของความรู้ และวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันกล่าวว่า วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี แต่ละวิธีการนั้นยืดหยุ่น ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองเท่านั้น ขณะที่ครูศิริมามีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) เนื่องจากครูศิริมากล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ หรืออ่านจากหนังสือ แล้วทำการทดลองที่ต่างออกไปเพื่อยืนยันหรือลบล้างข้อมูลเดิม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการรวบรวมความรู้และการทดลอง ต้องมีการหาหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนสมมติฐานซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของครูที่เลี้ยงที่กล่าวว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง ทฤษฎี การสังเกต ขั้นตอนการทดลอง ต้องมีการสังเกตก่อน ตั้งสมมติฐาน มีการพิสูจน์ซึ่งสมมติฐานที่เราตั้งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ทำการทดลองแล้วก็สรุปผล ทำใหม่ได้เรื่อยๆ จนกว่าเราจะแน่ใจ ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนนอกจากนี้ยังดูจากหนังสือแล้วมาทดลองว่าใช่หรือไม่ใช่” (สัมภาษณ์ครูที่เลี้ยง วันที่ 16 กันยายน 2553) ขณะที่อาจารย์นิเทศก์มีทฤษฎีเกี่ยวกับการได้มาของความรู้ว่าการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการ เป็นวิธีการที่เป็นระบบ ที่ไม่จำเป็นต้องมีลำดับสามารถข้ามขั้นตอนได้ มีวิธีการหลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้ ดังที่อาจารย์กล่าวว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษา ค้นคว้า จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นกระบวนการ แต่ไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอนตายตัว อาจเป็นการรวบรวมข้อมูลมา สอบถามผู้อื่น คิดจินตนาการเพื่อหาคำอธิบายต่อปรากฏการณ์ที่เราเห็น บางทีเราอาจจะได้คำตอบหรือความรู้แล้วย้อนกลับมาตรวจสอบ ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นอย่างไร มันอาจจะข้ามขั้นตอนได้” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 9 ธันวาคม 2553)

การที่ครุศิริมากล่าวว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูล มีหลักฐานและการพิสูจน์ แสดงให้เห็นว่าครุศิริมีทฤษฎีที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับว่าวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ครุศิริยังกล่าวถึงการใช้จ่ายเงินตุนาการเพื่อสร้างสมมติฐานแล้วจึงหาหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนสมมติฐานนั้น จากคำตอบของครุศิริมาจะเห็นว่าครุศิริมาเห็นความสำคัญกับจินตนาการในการสร้างความรู้ซึ่งเป็นที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน

1.3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

ครุศิริมีทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Informed) คือนักวิทยาศาสตร์ต้องมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ช่างสังเกต มีเหตุผล ละเอียดยรอบคอบ คิดต่อยอด ชยัน อดทน และครุศิริมีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Informed) โดยครุศิริมาอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า “การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ต้องไม่ทำให้สังคมเดือดร้อน การทดลองมีผลต่อสิ่งแวดล้อม...วิทยาศาสตร์สร้างเทคโนโลยีที่มีคุณภาพและส่งผลต่อสังคมทั้งด้านบวกและลบ ความต้องการของสังคม ทำให้วิทยาศาสตร์ต้องพัฒนา ค้นคว้าความรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม เราต้องการเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ต้องคิดเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ทำให้วิทยาศาสตร์พัฒนา”

(สัมภาษณ์ครุศิริมา ครั้งที่ 1 วันที่ 28 กรกฎาคม 2553)

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในประเด็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครุศิริมาให้ความสนใจที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยครุศิริมาอธิบายว่าการเรียนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเข้าใจสิ่งที่อยู่รอบตัวไม่ใช่การจำ แต่ครุศิริมาก็ไม่ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครุศิริมีทฤษฎีที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Alternative) โดยครุศิริมาอธิบายว่านักเรียนเรียนรู้จากการคิดวิเคราะห์ คิดต่อยอดโดยอาศัยการจำ เป็นพื้นฐานและครุศิริมาต้องการจัดการเรียนการสอนด้วยเกม การแข่งขัน เนื่องจาก

นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน การใช้เกมการแข่งขัน จะช่วยให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ในการทำการทดลองครูต้องอธิบายการทดลองก่อน แล้วให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ครูบอก รวมถึงการใช้คำถามจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์มีทรรศนะเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกันไปโดยครูพี่เลี้ยงมีความคิดเห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์ควรมีการทดลอง สามารถแทรกการทดลองเข้าไปในบทเรียนที่ไม่มีการทดลองได้ ให้นักเรียนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเชื่อมโยงความรู้อุ้เดิมกับความรู้ใหม่ ดังที่ครูพี่เลี้ยงกล่าวว่า “มีการทำการทดลอง ทำเท่าที่ได้ ในบทเรียนบางที่ไม่มีการทดลอง เราสามารถแทรกเข้าไปได้ ไม่จำเป็นต้องทำตามหนังสือ แต่เราทำให้เด็กเข้าใจ มีการค้นคว้าในหนังสือ อินเทอร์เน็ต ใช้โปรแกรมแบบจำลอง จะช่วยให้เห็นเป็นรูปธรรมสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่” (สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง วันที่ 16 กันยายน 2553) ครูพี่เลี้ยงได้ให้คำแนะนำแก่ครูศิริมาว่า การแทรกกิจกรรมต่างๆ เข้าไปในการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรื่องแบบจำลองอะตอมจะช่วยให้ นักเรียนมองเห็น การเคลื่อนที่ของอะตอม ขณะที่อาจารย์นิเทศก์มีความคิดเห็นว่าการแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการสอนดังที่อาจารย์กล่าวว่า “ควรจะแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปการเรียนการสอน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรได้มาได้อย่างไรเปลี่ยนแปลงได้ไหม ต้องผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ สอนแบบที่นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้มา ไม่ใช่บอก แต่ให้นักเรียนสังเกต และใช้กระบวนการเพื่อสรุป รวบรวมข้อมูลออกมา เพื่อให้ได้เป็นองค์ความรู้ออกมา” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 9 ธันวาคม 2553) อาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำแก่ครูศิริมาโดยเน้นที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูศิริมาจะจัดกิจกรรมอย่างไร ให้นักเรียนได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาโดยไม่ต้องบอกแนวคิด

ประเด็นเกี่ยวกับการวัด ประเมินผลการเรียนรู้ ครูศิริมามีทรรศนะที่สับสนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากครูศิริมากล่าวถึงการใช้คำถาม ถามนักเรียน และให้เพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ ได้ฟังด้วย และการใช้การทดสอบ โดยที่ครูศิริมาไม่ได้กล่าวถึงการประเมินผลในเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และไม่ได้กล่าวถึงวิธีการหรือเครื่องมือวัดผลแบบอื่นๆ นอกจากนี้ครูศิริมากล่าวถึงการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตการเชื่อมโยงในสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้กับสิ่งรอบตัวซึ่งเป็นทรรศนะที่คลาดเคลื่อน การประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถใช้การประเมินจากกิจกรรมอื่นๆ ได้หลากหลายเพื่อช่วยในการประเมินและตรวจสอบว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร เช่น การอภิปราย การใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม ซึ่งการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ของนักเรียน และการไม่เชื่อมโยงความรู้ไม่ได้หมายความว่านักเรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. การปฏิบัติการสอน

การจัดการเรียนรู้ของครูศิริมาเป็นการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) เห็นได้จากครูศิริมาเริ่มบทเรียนในชั้นนำโดยไม่มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่ต้องการสอน ครูศิริมาเน้นการอธิบายและใช้คำถามเพื่อถามรวมในชั้นเรียน นอกจากนี้ครูศิริมายังเน้นให้นักเรียนจำและบันทึกข้อความหรือคำศัพท์ที่สำคัญในบทเรียนลงในสมุด โดยบอกอธิบายความหมาย แต่การอภิปรายหรือบอกว่าคำที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เรียกนั้นมีที่มาอย่างไร คำศัพท์เหล่านั้นเกิดขึ้นมาได้อย่างไร และได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ได้อย่างไร หรือให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้พบในการจัดการเรียนรู้ของครูศิริมาน้อยมาก ครูศิริมาให้นักเรียนจดสิ่งที่เรียนรู้ลงในสมุดมากกว่าการให้นักเรียนสะท้อนความคิดในสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ในคาบเรียนและครูศิริมายังเป็นคนสรุปความรู้ให้นักเรียน แทนการให้นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ หรือเขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ เช่นการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

ครูศิริมา : เปิดหนังสือหน้า 90 ครูเพิ่มเติมให้ เป็นทริกในการจำไอออนกลุ่มเปิดสมุดแล้วจดเลยคะ

ครูศิริมา : กลุ่มที่ 1 H_2SO_4 กรดซัลฟิวริก SO_4^{2-} ไอออน

ครูศิริมา : H มีเลขออกซิเดชันเป็นอะไรบ้าง +1 กับ -1 เป็น +1 เมื่อไหร่คะ

ครูศิริมา : เมื่อจับกับโลหะ ไฮโดรเจนเป็น +1 จับกับโลหะเป็น -1 ไฮโดรเจน ในกลุ่มไอออนนี้มีประจุเป็นเท่าไร H_2SO_4 ทุกคนฟังครูอยู่รีเปลาไฮโดรเจนเป็นบวก 1 หรือ ลบ 1 ค่ะ

นักเรียน : บวก 1

ครูศิริมา : เป็นบวก 1 ไซรีเปลาเพราะจับกับโลหะถ้าเพิ่มไฮโดรเจนอีก 1 ตัวละประจุ HSO_4^- จะเป็นอย่างไร ตอนแรกซัลเฟตเป็นสองลบ เมื่อเพิ่มไฮโดรเจนอีก 1 ตัว ประจุจะเป็นเท่าไร ประจุเหลือลบเดียว อ่านว่าไฮโดรเจนซัลเฟตไอออน

ครูศิริมา : ให้นักเรียนไปคัดกลุ่มไอออน และคำอ่านใส่สมุดมา 5 จบ

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 เรื่องการเกิดสารประกอบไอออนิก วันที่ 23 สิงหาคม 2553)

การจัดการเรียนรู้ของครูศิริมามีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยมาก และการสอนคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ เมื่อพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าทุกแผนการเรียนรู้ได้ระบุมาตรฐานการเรียนรู้ 8.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกแผนการเรียนรู้ แต่ไม่ได้มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่ครูศิริมาระบุในมาตรฐานการเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนสามารถทำการทดลอง

หรือมีทักษะในการทำการทดลอง การทำงานร่วมกับผู้อื่น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการอภิปรายการทดลอง สิ่งที่พบในการจัดการเรียนรู้ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูศิริมาจะใช้คำถามถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาในคาบก่อนหน้า หรือเป็นคำถามนำเข้าสู่เรื่องที่ครูจะสอนมากกว่าการตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานในเรื่องที่ครูจะสอน คำถามที่ครูศิริมาใช้มักเป็นคำถามเกี่ยวกับความจำ ครูศิริมาถามคำถามหลายๆคำถามต่อกัน พบการรอคอยคำตอบของครั้งน้อยครั้งมาก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูศิริมาจะใช้การพูดอธิบายและการถามตอบกับนักเรียนในเรื่องที่สอนแม้จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของพันธะโลหะครูศิริมาก็ยังคงใช้การอธิบายแทนการวาดภาพ หรือการใช้ภาพเคลื่อนไหวโมเลกุลของสารในการละลาย แต่ครูศิริมาใช้การเขียนแบบโน้ตย่อบนกระดาน ซึ่งไม่สอดคล้องกับคำสัมภาษณ์ที่ครูศิริมากล่าวถึงจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในวิธีการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ตั้งการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูศิริมาดังนี้

- ครูศิริมา : พันธะโลหะเกิดจากอะไร
- ครูศิริมา : เกิดขึ้นจากอะตอมของโลหะเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนออกไปเกิดเป็นไอออนบวกจากนั้น อิเล็กตรอนอิสระที่หลุดออกไป/เวเลนซ์อิเล็กตรอนถูกจ่ายออกไป จะเกิดการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของโลหะที่เป็นไอออนบวก อิเล็กตรอนที่มีสมบัติเป็นลบมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับประจุลบของอิเล็กตรอน
- ครูศิริมา : พันธะโลหะเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกของอะตอมของโลหะที่เสียอิเล็กตรอนไปกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนอิสระที่ถูกจ่ายออกมา
- ครูศิริมา : เคยบอกแล้วใช่ไหมว่า ภายในโครงสร้างของโลหะ อิเล็กตรอนวิ่งวนไปเรื่อยๆ ค่ะ
- นักเรียน : เคย
- นักเรียน : ไม่เคย
- ครูศิริมา : ครูเคยบอกว่าภายในโครงสร้างของโลหะ เป็นแบบทะเลอิเล็กตรอน
- ครูศิริมา : ทำไมไม่มีใครจำได้เลยละ
- ครูศิริมา : ครูบอกว่าภายในโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยอะตอมของโลหะ ที่จ่ายอิเล็กตรอน เวเลนซ์อิเล็กตรอนออกมาเป็นไอออนบวกเรียงชิดติดกันแล้วจะมีอิเล็กตรอนที่จ่ายออกมาวิ่งวนทั่วทั้งโมเลกุลเลยใช่ไหม เราเรียกว่าแบบจำลองทะเลอิเล็กตรอน

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 เรื่องสมบัติของพันธะโลหะ วันที่ 28 กรกฎาคม 2553)

ครูศิริมาให้ความสำคัญกับหลักฐานเพื่อนำมาใช้ยืนยันกับชุมชนวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ที่กล่าวถึงสามารถพิสูจน์ได้จริงน้อยมากโดยเฉพาะผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจากการสัมภาษณ์ ครูศิริมาให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสร้างเป็นความรู้และใช้เพื่ออ้างอิงกับชุมชนวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เห็นได้จากการที่ครูศิริมาไม่ได้เชื่อมโยงผลการทดลองเข้ามาในบทเรียน ซึ่งครูศิริมาให้นักเรียนคัดเงื่อนไขการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกที่ปรากฏอยู่ในภาคผนวกของหนังสือเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนได้ทำการทดลอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าครูศิริมาจะให้นักเรียนได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกครูศิริมาก็ยังเน้นให้นักเรียนจำมากกว่าการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ครูศิริมาเพียงแต่ถามผลการทดลองที่ได้จากนักเรียน ไม่ได้มีการอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้แตกต่างกันหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนปฏิบัติว่าอาจมีตัวแปรอื่นที่ส่งผลต่อผลการทดลอง ดังการถอดบทเรียนสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูศิริมาดังนี้

- ครูศิริมา : นักเรียนจะต้องรู้กฎเกณฑ์ในการเขียนก่อนว่าสารประกอบไหนที่ละลายหรือไม่ละลายน้ำ ง่าย ๆ คือ จำไปเลย จับกับหมู่หนึ่งละลายน้ำทุกตัว จากนั้นต้องจำอีกว่าซัลเฟตละลายน้ำ
- ครูศิริมา : ส่วนที่ไม่ละลายน้ำมีอะไรบ้าง ออกไซด์ของโลหะ เป็นต้น ให้ไปจำมา หน้า 248-249 แล้วคัดมา 5 จบ ในคาบนี้ทำการทดลองไม่ทันขอเลื่อนเป็นคาบต่อไป

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 การเขียนสมการไอออนิก วันที่ 17 สิงหาคม 2553)

- ครูศิริมา : เกิดปฏิกิริยาหรือไม่ สังเกตเห็นผลเป็นอย่างไร Ca(OH)_2 ทำปฏิกิริยากับ Na_2CO_3 เกิดเป็นตะกอนอะไร
- ครูศิริมา : เกิดเป็น CaCO_3 ได้อย่างไร เราลองมาเขียนปฏิกิริยากันนะ จะเห็นจากการทดลองครูให้สารละลายใสทุกตัวเลย แล้วพอเอามาผสมกันก็เกิดเป็นตะกอนบ้าง ไม่เกิดบ้าง มาดู CaCO_3 ละลายน้ำไหม ตามเงื่อนไข
- ครูศิริมา : คิดว่าถ้ามีผง CaCO_3 มาเลย ละลายน้ำไหม เกลือของโลหะหมู่ I ละลายน้ำไหม
- นักเรียน : ละลาย
- ครูศิริมา : ละลายน้ำ จำไว้เลยนะคะถ้ามีสารประกอบของโลหะหมู่ I เมื่อไหร่ ละลายน้ำทุกตัว Na_2CO_3 ละลายน้ำได้แล้ว Ca(OH)_2 ละ
- ครูศิริมา : ละลายรีเปลา ละลายได้
- นักเรียน : เล็กน้อย

ครูศิริมา : ละลายได้เล็กน้อยเท่านั้น ทุกคนจะสังเกตได้ว่าสารเวลาที่เราผสมมันจะมีตะกอนผงๆ อยู่เพราะ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ละลายน้ำได้นิดเดียว เมื่อเราจับผสมกันจะเกิดตะกอน คนที่ส่งการบ้านมาทำนายว่าเป็นตะกอนของ CaCO_3 รู้ได้อย่างไรว่าเป็นตะกอนของ CaCO_3
(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 การเกิดสารประกอบไอออนิก วันที่ 23 สิงหาคม 2553)

ในแผนการจัดการเรียนรู้ส่วนที่เป็นการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียน ครูศิริมาใช้วิธีการสังเกตการทำการทดลองในห้องเรียนของนักเรียนโดยไม่ได้ระบุหัวข้อในการประเมิน และไม่มีรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ ครูศิริมามักใช้การสังเกตของครู หรือการตอบคำถามในชั้นเรียนเป็นการประเมินผลซึ่งครูศิริมาใช้คำถามรวมในชั้นเรียน ให้นักเรียนช่วยกันตอบมากกว่าการให้นักเรียนตอบทีละคนและให้เหตุผลในคำตอบของตนเอง นอกจากนี้การวัดและประเมินของครูศิริมาที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และไม่ได้กล่าวถึงการประเมินในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับที่ไม่มีภาระบูรณาการของวิทยาศาสตร์ในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยไม่ได้เห็นขั้นตอนที่ครูศิริมาทำการประเมินในชั้นเรียน

ในภาพรวมจะเห็นว่า ครูศิริมามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) ร่วมกับมีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนไปจากทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) โดยทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูศิริมาที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุดคือ ประเด็นเกี่ยวกับจรรยาบรรณในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม การที่ครูศิริมามีทัศนคติว่านักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องฟังคำอธิบายจากครูแล้วคิดตาม ทำให้ครูศิริมาเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการบรรยายร่วมกับการใช้คำถาม เมื่อครูศิริมาถามคำถามแก่นักเรียนแล้วนักเรียนตอบคำตอบคลาดเคลื่อนไปบางส่วนครูศิริมาจะบอกนักเรียนทันทีว่าไม่ถูก โดยที่ครูศิริมาไม่ได้พยายามเชื่อมโยงหรือเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนที่ละน้อย อาจจะเป็นผลจากทัศนคติเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้ที่เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติที่ครอบคลุม สามารถอธิบายได้ดีกว่า รวมถึงมีการพิสูจน์ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ ความรู้เดิมนั้นจะผิด ความรู้ใหม่เป็นความรู้ที่ถูกต้องมากกว่า แต่ครูศิริมากลับมีทัศนคติว่าทฤษฎีถูกตั้งไว้ก่อนและทำการพิสูจน์ ถ้าทดลองออกมาไม่ตรงกับทฤษฎีที่ตั้งไว้ทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลง หากทฤษฎีนั้นผ่านการพิสูจน์มาแล้วจะกลายเป็นกฎที่ใช้ได้กับทุกการทดลองกฎได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง จึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากทฤษฎีที่สร้างองค์ความรู้มองว่ากฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และยังให้ความสำคัญกับความรู้เดิมว่าเป็นพื้นฐานและยังมีคุณค่ามากพอที่ควรจะเรียนรู้

การสอนของครูศิริมาเป็นการสอนที่ผสมระหว่างการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) และการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) จากคาบเรียนที่ครูศิริมาจัดกิจกรรมการทดลองให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของครูพี่เลี้ยงว่าการที่ครูศิริมาใช้การทดลองในการเรียนการสอน ทำให้เด็กเข้าใจในเรื่องที่สอนได้ แสดงถึงความทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนี้ “นิสิตเข้าใจด้านเนื้อหา นิสิตมีความรู้ดี เรื่องอื่นไม่มีปัญหา นิสิตใช้การทดลองในการเรียนการสอน ไม่จำเป็นต้องทำตามหนังสือ ทำให้เด็กเข้าใจในเรื่องที่สอน” (สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง วันที่ 16 กันยายน 2553) นอกจากนี้ครูศิริมามีทรงสนะเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานวิทยาศาสตร์จากการศึกษาข้อมูล ทฤษฎีเดิมของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ หรืออ่านจากหนังสือ เพื่อนำมาทำการทดลองที่ต่างออกไปเพื่อยืนยันหรือลบล้างข้อมูลเดิม นอกจากนี้ยังใช้จินตนาการก่อนแล้วหาหลักฐาน ข้อมูลมาสนับสนุน จึงทำให้การสอนของครูศิริมาเน้นให้นักเรียนอ่านหนังสือ จดบันทึกซ้ำหลาย ๆ รอบ ถึงแม้ว่าครูศิริมาจะให้ความสำคัญกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยพบว่าครูศิริมากล่าวถึงในการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างบ่อยครั้ง รวมถึงประเด็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีผลต่อกันและเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมีผลต่อสังคมทั้งในด้านบวกและลบ แต่ก็ไม่พบการแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเด็นในการจัดการเรียนรู้ของครูศิริมา สอดคล้องกับความเห็นของอาจารย์นิเทศก์มีความเห็นว่า ครูศิริมามีทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยสังเกตจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ดังที่อาจารย์นิเทศก์กล่าวว่า “ครูว่านิสิตยังไม่ค่อยเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูคิดว่าเขามีความรู้ในเนื้อหา แต่เขาได้เรียนตัวเนื้อหาอย่างเดียวโดยไม่รู้ว่าคุณรู้นั้นได้มาอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ดูจากการที่นิสิตออกแบบกิจกรรมจัดการเรียนการสอน นิสิตไม่รู้ว่าควรจะเริ่มอย่างไร ถ้านิสิตเข้าใจจะต้องออกแบบการสอน กิจกรรมได้...เวลาที่สอนก็ไม่สื่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่แสดงให้เห็นว่าคุณรู้นั้นได้มาอย่างไร วิธีการสอนนิสิตจะถาม แล้วก็ทำแบบฝึกหัดเหมือนตัวเตอร์ แต่กระบวนการสอนยังไม่ได้ ไม่เห็นว่าคุณรู้นั้นได้มาอย่างไร หรือเห็นกระบวนการสืบเสาะว่าให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้เอง” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 9 ธันวาคม 2553)

กรณีศึกษาที่ 3 : ครูปิยานันท์

ครูปิยานันท์ เพศหญิง อายุ 23 ปี จบการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐ และศึกษาต่อในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูในมหาวิทยาลัยของรัฐอีกแห่งหนึ่งในภาคกลาง ซึ่งครูปิยานันท์ไม่เคยมีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมาก่อน ทำการฝึกสอนในวิชาเคมีเพิ่มเติมแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้อง เวลาที่สอนจำนวน 8 คาบต่อสัปดาห์ หนึ่งห้องเรียนมีจำนวนนักเรียนหญิงใกล้เคียงกับนักเรียนชาย มีจำนวนนักเรียน 39 - 44 คน

โรงเรียนที่ครูปิยานันท์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษา ตั้งอยู่ที่ถนนติวานนท์ ตำบลปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี บริเวณที่ตั้งของโรงเรียนไม่ติดถนน จึงมีถนนส่วนบุคคลเป็นทางเข้าออกโรงเรียน ชุมชนที่อยู่ล้อมรอบโรงเรียน เป็นการผสมผสานระหว่างชุมชนพื้นบ้านดั้งเดิมที่ประกอบอาชีพทำสวนเป็นหลัก และชุมชนใหม่แบบหมู่บ้านจัดสรร แวดล้อมไปด้วยอาคารบ้านเรือนและสถานที่ราชการ โรงเรียนมีเนื้อที่ 25 ไร่ 3 งาน 18 ตารางวา ประกอบด้วยอาคารเรียน 7 หลัง อาคารอเนกประสงค์ 1 หลัง หอประชุม 1 หลัง จัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 96 ห้องเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 51 ห้องเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 45 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 4,709 คน อาจารย์ 170 คน ครูอัตราจ้าง 31 คน

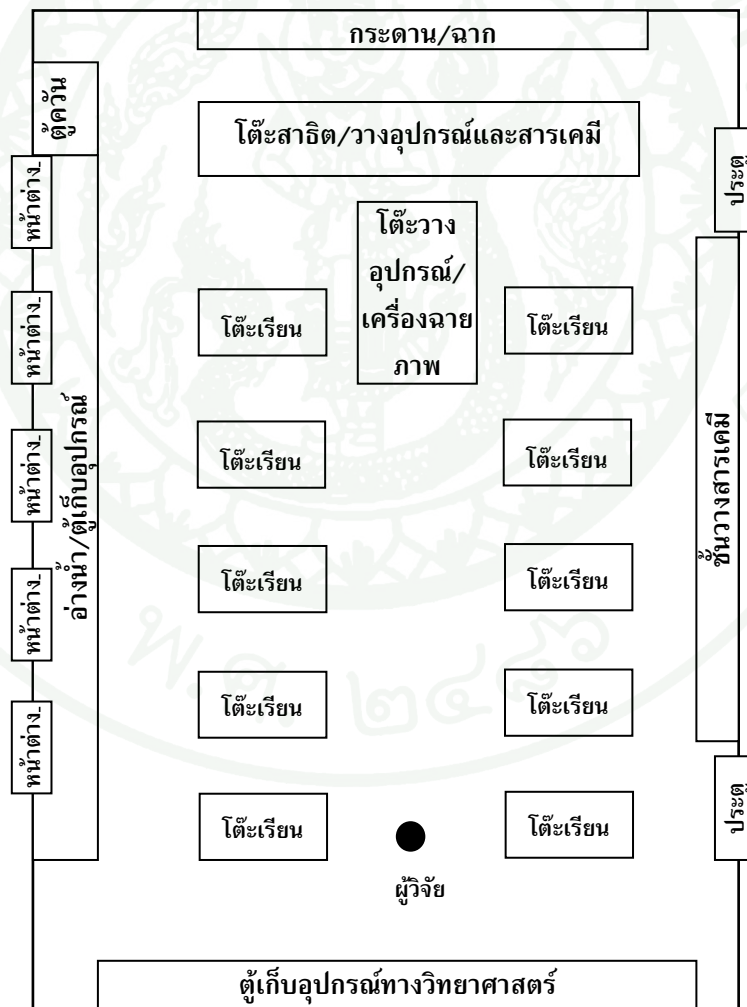
สถานที่ในการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดคือห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (เคมี) เป็นห้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีโต๊ะสำหรับให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มแบ่งเป็น 2 แถว แถวละ 5 ตัว หน้าชั้นประกอบด้วยกระดาน โต๊ะครู มีโต๊ะกลางห้องสำหรับวางอุปกรณ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบหรือวางเครื่องฉายภาพ และฉากรับภาพเหนือกระดาน ด้านข้างเป็นอ่างน้ำ ชั้นวางสารเคมี ด้านหลังเป็นตู้เก็บอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มตามที่จัดกลุ่มไว้ กลุ่มละ 4-5 คน ในหนึ่งห้องเรียนมีประมาณ 9-10 กลุ่ม ซึ่งมีการหมุนเวียนโต๊ะที่แต่ละกลุ่มนั่งในทุกๆ คาบเรียน โดยมีแผนผังการจัดชั้นเรียนดังภาพที่ 6

1. ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

ครูปิยานันท์มีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นเกี่ยวกับความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) โดยครูปิยานันท์เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจริง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการพิสูจน์ เริ่มด้วยปัญหา การพิสูจน์ และการแก้ไขปัญหา วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เหมือนกับวิชาอื่นๆ แต่วิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการเรียนรู้ มีปัญหา สมมติฐาน สืบค้น วิธีการแก้ปัญหา สรุป และการคิดเพื่อแก้ไขปัญหา จะเห็นได้ว่าครูปิยานันท์เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการเรียนรู้ ความรู้มีวิธีการได้มา แต่ไม่ได้กล่าวถึงวิธีการอื่นที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ และไม่ได้กล่าวถึงลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่ามีความคงทน ได้รับการยอมรับในเวลาหนึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานสนับสนุนที่ดีกว่า อีกทั้งครูปิยานันท์ยังไม่ได้อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสิ่งอื่น

ในประเด็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความคงทน แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ครูปียนันท์มีทรรชนะที่คลาดเคลื่อนจากทรรชนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) โดยครูปียนันท์เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติเปลี่ยนแปลง ทั้งที่ครูปียนันท์ให้เหตุผลว่าความรู้ใหม่นั้นต้องสามารถอธิบายได้ครอบคลุมมากขึ้น มีหลักฐานและได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวคิดของนักการศึกษาในปัจจุบันกล่าวว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากความรู้นั้นไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือมีความรู้ใหม่ที่อธิบายได้ดีกว่ามีหลักฐานที่ชัดเจนและได้รับการยอมรับมากกว่าความรู้เดิมจะถูกเปลี่ยนแปลงไปไม่ได้ เป็นเพราะธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ครูปียนันท์มีทรรชนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) ในประเด็นปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน ทำให้วิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจและทำนายได้



ภาพที่ 6 แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาที่ 3 : ครูปียนันท์

เนื่องจากครูปิยานันท์เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้เพราะอาศัยความรู้ที่เก็บรวบรวมมา มีการตั้งสมมติฐาน แต่ไม่ได้กล่าวถึงลักษณะของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติว่ามีรูปแบบที่แน่นอนจึงทำให้สามารถทำนายปรากฏการณ์นั้นได้ด้วย จะเห็นได้จากคำตอบของครูปิยานันท์ จาก 2 ประเด็นที่ผ่านมามีครูปิยานันท์มีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความแน่นอนของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยครูปิยานันท์เข้าใจว่าเพราะปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเปลี่ยนแปลงจึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ด้วย และการที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายหรือทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้นั้นเป็นเพราะอาศัยความรู้ที่รวบรวมมาเท่านั้น ไม่ได้เป็นเพราะธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายหรือทำนายได้ และครูปิยานันท์เองก็ไม่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจินตนาการและการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในส่วนใดของการสัมภาษณ์เลย ซึ่งจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาและสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แต่อย่างไรก็ตามครูปิยานันท์มีทัศนคติในประเด็นที่มาแลลักษณะของกฎและทฤษฎี สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน โดยครูปิยานันท์อธิบายว่ากฎมาจากการทดลองและเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลในรูปของสมการ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการทดลองที่กฎไม่สามารถอธิบายได้ ส่วนทฤษฎีเป็นหลักการเนื้อหาความรู้ ข้อมูล มีการเก็บรวบรวมข้อมูล มาจากความคิดของนักวิทยาศาสตร์ และได้รับการยอมรับ สามารถนำไปอธิบาย ความรู้อื่นทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สามารถเชื่อถือได้ ดังนี้

“กฎแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลในรูปของสมการ สามารถเปลี่ยนแปลงได้...ถ้ามีการทดลองใหม่ ที่กฎไม่สามารถอธิบายได้ กฎจะถูกลบทิ้ง เพิ่มเติมให้มากขึ้น ทฤษฎีได้รับการยอมรับแล้ว เป็นหลักการเนื้อหาความรู้ ข้อมูล สามารถเชื่อถือได้ นำมาอธิบาย กฎ หลักการเหตุผลข้อมูลได้ ข้อเท็จจริงได้”

(สัมภาษณ์ครูปิยานันท์ครั้งที่ 1 วันที่ 9 สิงหาคม 2553)

1.2 ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ครูปิยานันท์มีทัศนคติในประเด็นการได้มาของความรู้ และวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการวิเคราะห์ การทดลอง การสืบค้น สืบตรวจสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูล แหล่งข้อมูล การถามจากผู้รู้ซึ่งเป็นทัศนคติที่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับว่านักวิทยาศาสตร์มีวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามครูปิยานันท์มีทัศนคติว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำตามขั้นตอนไม่สามารถข้ามขั้นได้ คือ ต้องเริ่มจากการตั้งปัญหา สมมติฐาน ค้นหาวิธีศึกษา ทำการทดลองเก็บ

กลุ่ม ซึ่งเป็นทรศนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Alternative) ในเรื่องกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ทางสังคม และมีชุมชนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

สำหรับประเด็นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ครูปียานันท์มีทรศนะที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) โดยครูปียานันท์อธิบายว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคมทั้งในด้านบวกและลบแต่ไม่ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษาและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงไม่ได้อธิบายถึงความต้องการของสังคมที่มีผลต่อการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังที่ครูปียานันท์กล่าวว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดเทคโนโลยี จะใช้ความรู้อื่นๆ น้อยมาก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม ช่วยอำนวยความสะดวกสบาย การมีเทคโนโลยีทำให้คนในสังคมแย่งกันอยากได้ ก่อให้เกิดปัญหาในสังคม”

2. ทรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในประเด็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูปียานันท์มีความเข้าใจที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากครูปียานันท์เข้าใจว่าเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการศึกษาต่อ และช่วยฝึกให้นักเรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ แต่ครูปียานันท์ไม่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้เพื่อเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ พัฒนาทักษะอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ และไม่ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูปียานันท์มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะครูปียานันท์เข้าใจว่านักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการอ่าน การฟัง การสืบค้น และการทำทดลองตามขั้นตอน ซึ่งแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองกล่าวว่านักเรียนจะเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นๆ และสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนและสร้างความรู้ของตนเองดังการสัมภาษณ์ที่ครูปียานันท์กล่าวว่า

“นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการอ่าน การฟัง การสืบค้น และการทดลอง...ครูจะใช้คำถาม ถามให้นักเรียนเกิดการคิด ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้..ให้

นักเรียนไปสืบค้น บอกขั้นตอนการทดลอง วิธีการแสวงหาความรู้ โดยต้องทำตามลำดับขั้นตอน” (สัมภาษณ์ครูปิยานันท์ครั้งที่ 1 วันที่ 9 สิงหาคม 2553)

จะเห็นว่าครูปิยานันท์กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมในการจัดกิจกรรม เนื่องจากครูปิยานันท์กล่าวว่าครูจะจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนสืบค้น แสวงหาความรู้ ที่ต้องทำตามลำดับขั้นตอน แต่ไม่มีการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูปิยานันท์จัดให้ ขณะที่ครูที่เลี้ยงมีความคิดเห็นว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรพูดในชั้นเรียนเมื่อมีโอกาสที่เหมาะสม โดยใช้การถามคำถามนักเรียน การยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับบทเรียน มากกว่าที่จะให้นักเรียนได้ทำการทดลอง เนื่องจากการสอนส่วนมากนั้นจะเน้นที่เนื้อหาวิชามากกว่า แต่อย่างไรก็ตามอาจารย์นิเทศก์กลับมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ต่างไปว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ควรจะแทรกเข้าไปในการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสอนให้กับนักเรียนและสามารถแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปได้ทุกเรื่องที่สอน ดังที่อาจารย์กล่าวว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรจะแทรกเข้าไปในการเรียนการสอน ทำให้เด็กเรียนรู้เหมือนนักวิทยาศาสตร์ ค้นพบวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์สามารถสอดแทรกได้ทุกครั้ง...การสอนที่ดีควรเป็นการสอนที่หลากหลาย อาจให้นักเรียนตั้งคำถาม สงสัย คือต้องมีทั้งกลืนเข้าไปในกิจกรรมที่ทำ และมีทั้งการบ่งชี้” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 29 พฤศจิกายน 2553) โดยอาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำแก่ครูปิยานันท์ในประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ควรฝึกให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพราะนักวิทยาศาสตร์เองก็ไม่มีขั้นตอนมาก่อน ควรจัดกิจกรรมให้แก่นักเรียนเสมือนนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังค้นพบความรู้ ขณะที่คำแนะนำส่วนใหญ่ของครูที่เลี้ยงมักจะเป็นเรื่องการคุมชั้นเรียน

ประเด็นเกี่ยวกับการวัด ประเมินผลการเรียนรู้ ครูปิยานันท์มีความเข้าใจที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) คือ ครูปิยานันท์อธิบายว่าการทดสอบจะช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องที่สอน ครูปิยานันท์กล่าวถึงการใช้การทดสอบ แต่ไม่ได้กล่าวถึงการประเมินผลในเรื่องอื่น ๆ เช่น ด้านทักษะกระบวนการหรือจิตวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการประเมินผลแบบต่าง ๆ สำหรับการตรวจสอบว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นครูปิยานันท์ได้กล่าวว่า ครูใช้การตรวจจากการเขียนขั้นตอนในสมุด ไปงาน สังเกตจากการทำการทดลอง รวมถึงการใช้การถามตอบให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าครูปิยานันท์มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันโดยครูอธิบายถึงวิธีการในการตรวจสอบการเรียนรู้ธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายทั้งการตรวจสอบจากการเขียนในสมุด สังเกต ทักษะกระบวนการ และจากการตอบคำถาม เป็นต้น

3. การปฏิบัติการสอน

เมื่อพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ของครูปียานันท์ทุกแผนการเรียนรู้มีการระบุสาระการเรียนรู้ที่ 8 มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 และตัวชี้วัดซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

“ตัวชี้วัด

ข้อ 1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ข้อ 2 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง”

ครูปียานันท์ได้ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับกับตัวชี้วัดนี้ว่านักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพันธะไอออนิกจากแหล่งความรู้ต่างๆ มีความสามารถในการทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มได้ มีทักษะในการทำการทดลองการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งในหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จะพบเพียงจุดประสงค์เดียวเท่านั้น และยังระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ไม่ครบตามตัวชี้วัดและเนื้อหาของบทเรียน จะเห็นได้ว่าในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูปียานันท์ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งยังไม่ครบถ้วนกับบทเรียนที่ครูปียานันท์ทำการสอนซึ่งมีประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่หลากหลาย นอกจากนี้ในชั้นเรียนครูปียานันท์ยังให้นักเรียนค้นคว้าจากการอ่านเอกสารที่ครูแจกให้ขณะที่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูปียานันท์ระบุว่า นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพันธะไอออนิกจากแหล่งความรู้ต่างๆ ซึ่งไม่สอดคล้องกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

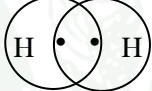
ครูปียานันท์ใช้การถามคำถามเพื่อเข้าสู่กิจกรรม หรือถามเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในคาบที่แล้ว ซึ่งมีการตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานที่นักเรียนควรมีในเรื่องที่ครูปียานันท์จะสอนน้อยมาก ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดพันธะไอออนิกครูปียานันท์ให้นักเรียนสังเกตเกลือแกง และถามนักเรียนว่าเกลือแกงมีสูตรทางเคมีอย่างไร แล้วจึงถามเกี่ยวกับการสร้างพันธะระหว่างธาตุทั้งสอง จะเห็นว่าครูปียานันท์นำสารในชีวิตประจำวันมาใช้ นำเข้าสู่บทเรียน

แต่ครูปียนันท์ก็ไม่ได้มีการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กิจการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ว่าชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการอธิบายธรรมชาติที่อยู่รอบตัวได้ ถึงแม้ว่าครูปียนันท์ จะให้นักเรียนได้สังเกตเกลือแกงจริงๆ แต่ครูปียนันท์ก็ไม่ได้ให้นักเรียนได้สังเกตอย่างถี่ถ้วน รวมถึงได้ใช้ประสาทสัมผัสส่วนอื่นในการสังเกต ลักษณะของเกลือแกง เพื่อเชื่อมโยงกับการเกิด พันธะไอออนิก และการใช้คำถามของครูปียนันท์เป็นการถามเพื่อให้นักเรียนตอบสั้นๆ ดังการ สังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูปียนันท์ดังนี้

- ครูปียนันท์ : สารที่นักเรียนสังเกตคือสารใด
 นักเรียน : เกลือ
 ครูปียนันท์ : เกลือมีสูตรทางเคมีว่าอย่างไร
 นักเรียน : เอ็น เอ ซี แอล
 ครูปียนันท์ : NaCl มีชื่อเรียกว่าอะไร
 นักเรียน : โซเดียมคลอไรด์
 ครูปียนันท์ : นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การที่ Na จับตัวกับ Cl เป็น NaCl ต้องอาศัย อะไร การจะเกิดเป็น NaCl ได้ต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน แรง ยึดเหนี่ยวทางเคมีเรียกว่าอะไรคะ
 นักเรียน : พันธะโคเวเลนต์ ไอออนิก และพันธะโลหะ
 ครูปียนันท์ : นักเรียนคิดว่าการรวมตัวของ Na กับ Cl เป็น NaCl ใช้พันธะอะไรคะ
 นักเรียน : ไอออนิก
 ครูปียนันท์ : นักเรียนรู้อย่างไร
 ครูปียนันท์ : เรามาดูว่าจะเป็นการไอออนิกจริงหรือไม่
 (สังเกตการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 เรื่องการเกิดพันธะไอออนิก วันที่ 9 สิงหาคม 2553)

ครูปียนันท์ใช้การวาดภาพแสดงแบบจำลองอะตอมบนกระดานเพื่อแสดงให้นักเรียน เห็นเกี่ยวกับการรับและเสียอิเล็กตรอนของธาตุในการเกิดพันธะไอออนิก ภาพเวเลนซ์อิเล็กตรอน และการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ รวมทั้งใช้วิดีโอทัศน์ภาพเคลื่อนไหวในกิจกรรมให้นักเรียนได้ เรียนรู้ การใช้จินตนาการ การสร้างแบบจำลอง เพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดย ที่ครูปียนันท์เน้นที่เนื้อหามากกว่าการอธิบายหรือนำอภิปรายกับนักเรียนว่าแบบจำลองอะตอม การเขียนโครงสร้างมีที่มาอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการในการสร้างแบบจำลอง เกี่ยวกับอะตอมของธาตุ และการจัดเรียงอิเล็กตรอน เพื่ออธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ตามที่ นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ ซึ่งอาจไม่ใช่ความจริงอย่างที่เห็น ซึ่งความรู้เหล่านี้จะได้รับการยอมรับจาก ชุมชนวิทยาศาสตร์ด้วยการที่ความรู้ต้องมีหลักฐาน และสามารถพิสูจน์ได้ซึ่งเป็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นจินตนาการและความคิด

สร้างสรรค์มีส่วนร่วมในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ว่านักวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานในการพิสูจน์สิ่งที่ตนเองคิด เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นยอมรับ แม้ว่าการสัมภาษณ์ครูปียานันท์ไม่ได้กล่าวถึงความสำคัญ ของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์กับวิทยาศาสตร์ แต่ก็พบประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนรู้ของครูปียานันท์ ดังการสังเกตการจัดการ เรียนรู้ดังนี้

- ครูปียานันท์ : ไฮโดรเจน มีอิเล็กตรอนวงนอกที่ตัวอะตอม
 นักเรียน : 1 ตัว H •
- ครูปียานันท์ : ใช้จุดแบบนี้เรียกว่าเป็นการเขียนแบบไบนารี แบบจุดหรือแบบ
 นักเรียน : แบบลิวอิส
- ครูปียานันท์ : แก๊สไฮโดรเจน ต้องการอิเล็กตรอนอีกที่ตัว เพื่อให้ตัวมันเสถียร
 นักเรียน : ตัวเดียว
- ครูปียานันท์ : ทำไมต้องการแค่ตัวเดียว
 นักเรียน : เพื่อให้ครบ 2
- ครูปียานันท์ : มันจะอย่างไรเพื่อให้อะตอม 2 อะตอมนี้มีอิเล็กตรอนครบ 2
 ตัวเอาเวเลนซ์มาโคกัน
- ครูปียานันท์ : อะตอมนี้ มีอิเล็กตรอนที่ตัว 
- นักเรียน : 2 ตัว

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5 เรื่องพันธะโคเวเลนต์ วันที่ 9 กันยายน 2553)

การสอนวิธีการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกครูปียานันท์เริ่มต้นโดยการบอกวิธีการ เรียกชื่อเลย โดยการบอกว่าโลหะหมู่ใดต้องบอกชื่อไอออนบ้าง ขาดการอภิปรายหรือเล่าให้ นักเรียนฟังว่าการเรียกชื่อแบบนี้ มีที่มาอย่างไร ใครเป็นคนคิดการเรียกชื่อแบบนี้ รวมถึงการ ยอมรับการเรียกชื่อนั้นเคยมีการเปลี่ยนแปลงมาก่อนหรือไม่ ซึ่งการสอนของครูปียานันท์เน้นให้ นักเรียนต้องจำคำศัพท์ที่สำคัญได้ จำขั้นตอนการเกิดสารประกอบไอออนิกและพลังงานที่ใช้ จากการบอกอธิบายของครู โดยที่ครูปียานันท์ไม่ได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้เช่นเดียวกับ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำความเข้าใจและสร้างเป็นแนวคิดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ การใช้ภาพ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นภาพที่ นักวิทยาศาสตร์ นำเสนอเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองศึกษาให้ชุมชนวิทยาศาสตร์รวมถึงคนอื่น ๆ ใน สังคมได้เรียนรู้ จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนของครูปียานันท์เป็นการบอก อธิบายและการใช้คำถาม ให้นักเรียนตอบสั้น ๆ ซึ่งไม่สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ รวมทั้งไม่ได้แทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย ดังการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูปียานันท์ดังนี้

ครูเขียนสมการบนกระดาน $\text{Cl (g)} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$

ครูปียานันท์ : คลอรีนต้องเกิดเป็นคลอไรด์ไอออนเพราะว่ารับอิเล็กตรอนเข้าไปใช้พลังงานอะไร

นักเรียน : อิเล็กตรอนเอฟินิตี

ครูปียานันท์ : อิเล็กตรอนเอฟินิตีคืออะไร

ครูปียานันท์ : พลังงานที่อะตอมจ่ายออกไปเพื่อรับอิเล็กตรอนมา คือ ความสามารถที่ใช้ในการรับอิเล็กตรอน พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานออกมา

(สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่องพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก วันที่ 18 สิงหาคม 2553)

ครูปียานันท์สอนเรื่องการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกก่อนที่ครูจะให้ นักเรียนได้ทำการทดลอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้แบบที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ความรู้ นอกจากนี้ในการทำการทดลองครูปียานันท์ให้นักเรียนอ่านวิธีทำการทดลองตามใบงาน จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ครูปียานันท์ให้นักเรียนทำเป็นการทำตามขั้นตอนโดยที่นักเรียนไม่ได้ ออกแบบการทดลองเอง ครูปียานันท์ไม่ได้เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และความระมัดระวังในการทดลอง ตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลอง และครูปียานันท์ยังให้ความสำคัญกับกระบวนการทดลองจนครบขั้นตอนน้อยมาก คือ ไม่มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปผลการทดลอง และไม่ได้มีการอภิปรายเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการร่วมกันสรุปความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูปียานันท์ให้นักเรียนกลับไปเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด สรุปผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกัน ทำแล้วนำมาส่งในครั้งต่อไป

อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้ครูปียานันท์ให้ความสำคัญกับหลักฐานเพื่อบอกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดปฏิกิริยาขึ้น ด้วยการใช้คำถามถามนักเรียน แต่ครูปียานันท์ก็ไม่ได้ถาม เหตุผลหรือที่มาของของคำตอบ และไม่ได้อภิปรายว่าหลักฐานหรือผลการทดลองที่ได้มานั้นมา ความสำคัญอย่างไร นอกจากนี้ครูปียานันท์ยังใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนตอบเชื่อมโยงจากการทดลองไปสู่การสรุปเป็นแนวคิดย่อย ดังการสังเกตการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ครูปียานันท์ : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง

นักเรียน : มีการเปลี่ยนสี

นักเรียน : มีตะกอน

ครูปียานันท์ : แล้วทราบได้อย่างไรว่าที่เหลือไม่มีการเปลี่ยนแปลง ก่อนที่เราจะผสมสารละลายมีสีอะไร

- นักเรียน : ไส้ไม่มีสี
 ครูปิยานันท์ : แต่เมื่อผสมกันแล้ว ช่องที่ 1 เป็นสีอะไรคะ
 นักเรียน : ขาวขุ่น มีตะกอน
 ครูปิยานันท์ : สามารถเขียนเป็นสมการได้ไหม
 ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงนักเรียนว่า มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นไหม
 นักเรียน : เกิด
 ครูปิยานันท์ : ทราบได้อย่างไรว่าเกิด
 นักเรียน : มีการเปลี่ยนแปลง
 นักเรียน : เกิดสารใหม่
 ครูปิยานันท์ : เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น หรือว่าเกิดสารใหม่ แสดงว่านักเรียนก็ต้องทราบว่าปฏิกิริยาเคมี คือ อะไร

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ตะกอนขาว สารรวมกัน 2 ตัว แล้วเกิด}$$
 ตะกอน เรายังไม่รู้ว่าเกิดสารอะไรใช่ไหม ครูจะให้ทำนายว่าสารที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นสารอะไร
 (สังเกตการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 เรื่องการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก วันที่ 25 สิงหาคม 2553)

จากแผนการจัดการเรียนรู้ครูปิยานันท์ระบุการประเมินนักเรียนโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เกี่ยวกับความสนใจเรียน การปฏิบัติกิจกรรม การทำงานกลุ่ม และการนำเสนองานซึ่งไม่สอดคล้องกับการประเมินผลและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูปิยานันท์ระบุไว้ การประเมินทักษะในการทำการทดลองครูปิยานันท์ใช้การประเมินตามสภาพจริง มีตัวบ่งชี้การปฏิบัติการทดลองดังนี้ ทดลองตามแผนที่กำหนด การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ การบันทึกผลการทดลอง การจัดการกระทำข้อมูลและการนำเสนอ การสรุปผลการทดลอง และการดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ จากตัวบ่งชี้การปฏิบัติการทดลองจะเห็นได้ว่า เป็นการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูปิยานันท์เน้นให้นักเรียนทดลองตามแผนที่กำหนดซึ่งสอดคล้องกับคำตอบของครูปิยานันท์ที่มีทรรศนะว่าการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องทำตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัดจะข้ามขั้นตอนไปไม่ได้ซึ่งเป็นทรรศนะที่คลาดเคลื่อนจากทรรศนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) ซึ่งการประเมินนี้ครูปิยานันท์ระบุไว้ว่าใช้การสังเกตของครูร่วมกับการประเมินตนเองของนักเรียน รายงานการทดลอง การตอบคำถามและการร่วมอภิปราย แต่ครูปิยานันท์ไม่ได้ระบุว่าเป็นการประเมินรายบุคคลหรือเป็นการประเมินกลุ่ม นอกจากนี้ประเด็นการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพันธะไอออนิกจากแหล่งความรู้ต่างๆที่ครูปิยานันท์ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้กลับไม่มีในการประเมินผล สิ่งที่ผู้วิจัยพบในชั้นเรียนเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลครูปิยานันท์จะให้นักเรียนยกมือเพื่อตอบคำถาม ครูจะให้คะแนนเป็นกลุ่มในทุกคาบ ไม่ได้มีการ

บันทึกความถี่หรือชื่อของนักเรียนที่ตอบคำถาม ครูพยายามทำให้ให้นักเรียนส่งแบบฝึกหัดเมื่อหมดคาบหรือกำหนดเวลาในการส่งแบบฝึกหัด และไม่พบการประเมินในส่วนอื่นดังที่ครูพยายามที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น การให้นักเรียนประเมินตนเอง การประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองรวมถึงไม่พบว่าครูพยายามที่ได้กล่าวถึงการประเมินผลต่างๆ กับนักเรียนในชั้นเรียนของครูด้วย

วิธีการสอนของครูพยายามที่เป็นการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) ผสมกับการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) เป็นการสอนที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือไม่มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ไม่ได้มีกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง รวมทั้งไม่มีการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสอนของครูพยายามที่เน้นที่เนื้อหาวิชามากกว่าการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าบางช่วงของการสอนครูพยายามที่จะเชื่อมโยงนำผลการทดลองที่เกิดขึ้นมาใช้ในการสอนการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก แต่การลงมือปฏิบัติของนักเรียนเป็นการปฏิบัติแบบคู่มือทำอาหาร และการสอนของครูพยายามที่บางคาบเรียนไม่มีการกล่าวหรืออ้างอิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การที่ครูพยายามที่สอนการเขียนสมการและการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกก่อนที่จะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง และครูพยายามที่ไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากการระบุมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ซึ่งบางคาบเรียนครูพยายามที่จัดกิจกรรมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือครูพยายามที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอน ให้นักเรียนได้ทำการทดลอง แต่ก็ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนน้อย อีกทั้งครูพยายามที่ไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย หรือสะท้อนความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศโดยครูพี่เลี้ยงมีความคิดเห็นว่าครูพยายามที่จะเน้นการสอนที่เป็นเนื้อหา มากกว่าการยกตัวอย่างเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ขณะที่อาจารย์นิเทศก็มีความคิดเห็นว่า ครูพยายามที่พยายามจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง แต่เป็นการปฏิบัติเพื่อตอบคำถามของครู ทำตามขั้นตอน โดยที่นักเรียนไม่ได้ออกแบบการทดลองเอง นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบโดยทำการทดลองว่าจะได้ผลเช่นเดียวกับความรู้บอกไว้หรือไม่ ดังที่อาจารย์นิเทศก็กล่าวว่า “นิสิตพยายามจัดการเรียนการสอนเป็นการทดลองส่วนใหญ่ ให้เด็กมีกิจกรรม ทำการทดลอง แต่ถ้ามุ่งไปถึงว่านิสิตจัดกิจกรรมให้เด็กเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์เรียนรู้อย่างไม่ถึง เพราะส่วนใหญ่นิสิตไม่เคยให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองเอง มักจะให้ทำตามขั้นตอน ซึ่งจริงๆ แล้วนักวิทยาศาสตร์ไม่รู้ขั้นตอนด้วยซ้ำว่าต้องทำอะไรก่อนหลัง ทำให้นักเรียนรู้สึกที่เราเรียนหนังสือหรือทำการทดลองวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบ กฎ หรือทฤษฎี หรือแนวคิดที่เขามีก่อนมาให้หรือค้นพบมาก่อนแล้วว่าเป็นไปตามนั้น คือ

ไม่ได้เรียนเพื่อที่จะค้นพบ แต่เรียนเพื่อที่จะตรวจสอบว่าเป็นจริงตามที่เขาพูดรีเปล่า” (สัมภาษณ์ อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 29 พฤศจิกายน 2553)

ในภาพรวมพบว่าครูปียานันท์ มีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) และมีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนไปจากทรรศนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) โดยทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูปียานันท์ที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุดในประเด็นเกี่ยวกับลักษณะและที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูปียานันท์มีทรรศนะว่ากฎ ทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง และการลงข้อสรุป วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ และลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามครูปียานันท์ยังเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานในสิ่งที่ตนสนใจ ทำงานเพียงคนเดียวเป็นบางครั้งเท่านั้นที่ทำงานเป็นกลุ่ม ครูปียานันท์มีทรรศนะเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจริง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการเรียนรู้ มีปัญหา สมมติฐาน สืบค้น วิธีการแก้ปัญหา สรุป และการคิดเพื่อแก้ไขปัญหา และครูปียานันท์ยังเข้าใจว่าเป้าหมายการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการศึกษาต่อ และช่วยฝึกให้นักเรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ ดังนั้นสิ่งที่พบในการจัดการเรียนรู้ของครูปียานันท์คือ ครูจะเน้นที่เนื้อหาวิชาซึ่งสอดคล้องกับทรรศนะของครูที่เชื่อว่าในการสอนจะเน้นที่เนื้อหาวิชาตามบทเรียนโดยการสอนเป็นแบบบรรยาย อธิบายให้นักเรียนฟัง มีการใช้คำถามกับนักเรียน และการให้นักเรียนได้ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ครูกำหนด แม้ว่าครูปียานันท์จะมีทรรศนะว่าวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการเรียนรู้ มีปัญหา สมมติฐาน สืบค้น วิธีการแก้ปัญหา สรุป แต่ในการสอนครูปียานันท์กลับไม่ได้ให้ความสำคัญกับการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐานและการสืบค้นของนักเรียน ครูปียานันท์เพียงแต่ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ครูบอก หรือตามขั้นตอนในเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทรรศนะของครูปียานันท์ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำตามขั้นตอนไม่สามารถข้ามขั้นได้ อีกทั้งครูปียานันท์ยังเน้นการสืบค้นของนักเรียนด้วยการอ่านจากเอกสารที่ครูให้มากกว่าการสืบค้นความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ตามทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูปียานันท์เห็นว่านักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการอ่าน การฟัง การสืบค้น และการทำตามขั้นตอน และครูปียานันท์ยังเน้นให้นักเรียนจำคำศัพท์สำคัญต่างๆ ซึ่งครูใช้วิธีการบอกหรือถามนักเรียนมากกว่าจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การสอนของครูปียานันท์ในบางคาบเรียนเป็นการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) และในบางคาบเรียนก็เป็นการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย (Didactic implicit NOS) แต่อย่างไรก็ตามครูปียานันท์ได้ให้ความสำคัญของจินตนาการ

และความคิดสร้างสรรค์โดยการใช้ภาพแบบจำลองอะตอม รวมถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหวในการสอน แม้ว่าในการสัมภาษณ์ครูปียานั้นจะไม่ได้กล่าวถึงความสำคัญของจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์เลย ครูปียานั้นที่จัดการเรียนรู้ที่แทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน แต่ครูปียานั้นก็ไม่ได้มีการหยิบยกประเด็นทางวิทยาศาสตร์มาอภิปรายหรืออธิบายเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ แม้แต่ประเด็นที่ครูปียานั้นมีพรรณนะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับพรรณนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาก็ตาม

จากผลการศึกษานักศึกษาในโครงการ สควค.รายกรณี ด้วยการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างและการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พบว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษามีพรรณนะสอดคล้องกับพรรณนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุดคือ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์และด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังมีพรรณนะที่คลาดเคลื่อน ผสมกับพรรณนะที่สับสนและไม่ชัดเจนจากพรรณนะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา

1. ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

พรรณนะของครูทั้ง 3 คนเกี่ยวกับการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์จากตารางที่ 12 พบว่าครูมีพรรณนะที่สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) ในประเด็นความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์ ครู 2 ใน 3 คน มีพรรณนะว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ เป็นการเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีครูปียานั้นที่เท่านั้นที่กล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีครูคนเลยที่กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ในประเด็นความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม ในประเด็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีรูปแบบแน่นอน สามารถเข้าใจได้ และทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ พบว่าครูทั้ง 3 คนมีความเห็นว่าเพราะนักวิทยาศาสตร์มีการเก็บรวบรวมข้อมูล มีเครื่องมือและเทคโนโลยี จึงทำให้สามารถอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้เพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน

ตารางที่ 12 ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์

การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์	ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์		
	ครูญาณิน	ครูศิริมา	ครูปิยานันท์
ความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์	Ambiguous (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอนและ สามารถเข้าใจได้	Alternative (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ได้รับการ ยอมรับในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้	Ambiguous (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)	Alternative (Didactic no NOS)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	Alternative (Didactic no NOS)	Alternative (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)
กฎ ทฤษฎี แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน	Alternative (Didactic no NOS)	Alternative (Didactic no NOS)	Informed (Didactic no NOS)
วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบทุกคำถามได้	Alternative (Didactic no NOS)	- (Didactic no NOS)	- (Didactic no NOS)

นอกจากนี้ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ครู 2 ใน 3 คน ให้เหตุผลคล้ายกันว่าความรู้เดิมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะความรู้เดิมผิด เมื่อมีความรู้ใหม่ หรือมีคำอธิบายที่ดีกว่า มีข้อมูลหลักฐาน จากเทคโนโลยีที่พัฒนาจึงทำให้สามารถอธิบายธรรมชาติได้ดีกว่าถูกต้องกว่า ซึ่งเป็นทรรศนะที่สับสนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขณะที่ครูปิยานันท์มีทรรศนะที่ไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยกล่าวว่าความรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะธรรมชาติเปลี่ยนแปลง แต่ในประเด็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูญาณินและครูศิริมามีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีว่ากฎนั้นได้รับการพิสูจน์แล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งที่กฎก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง สำหรับในประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามทุกคำถามได้ มีครูญาณินเพียงคนเดียวที่กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ซึ่งครูญาณินมีทรรศนะว่าวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายทุกสิ่งทุกอย่างได้ เมื่อเปรียบเทียบทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนพบว่าไม่มีมีครูคนใดมีการยกประเด็นหรือแทรก
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ในบทเรียนเลย

2. ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ
นักศึกษาด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	พรรณนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์		
	ครูญาณิน	ครูศิริมา	ครูปิยานันท์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการลงข้อสรุป	Ambiguous (Didactic implicit NOS)	Ambiguous (Didactic implicit NOS)	Informed (Didactic implicit NOS)
วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายขั้นตอน หลากหลายรูปแบบและมีกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่ จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนเฉพาะ	Alternative (Didactic implicit NOS)	Alternative (Didactic no NOS)	Alternative (Didactic no NOS)
จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนช่วยในการ พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	Informed (Didactic implicit NOS)	Informed (Didactic no NOS)	- (Didactic implicit NOS)
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์	Ambiguous (Didactic implicit NOS)	Informed (Didactic no NOS)	Informed (Didactic implicit NOS)

จากตารางที่ 13 พบว่ากรณีศึกษามีพรรณนะเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ที่ความหลากหลาย โดยครูทั้ง 3 คนมีพรรณนะที่คลาดเคลื่อน ร่วมกันพรรณนะที่
สับสนไม่ชัดเจนเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่กลับมีความเห็นว่า
จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการ
จัดการเรียนรู้ของครูทั้ง 3 คนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบอกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แม้ใน
ประเด็นที่ครูเองมีพรรณนะที่คลาดเคลื่อน หรือสับสนไม่ชัดเจนจากพรรณนะที่ได้รับการยอมรับ
จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาก็ตาม

การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครูทั้งสามคนมีทรรศนะเช่นเดียวกันว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ การทดลองต้องทำตามลำดับขั้นจะข้ามขั้นตอนไม่ได้ ครูศิริมาและครูปิยานันท์ยังมีทรรศนะว่านักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาความรู้จากนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อนเพื่อมาทำการทดลอง ให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และครูทุกคนยังให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้มาจากการพิสูจน์ ทำการทดลอง เพื่อใช้เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สำคัญให้ได้รับการได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่มาของกฎและทฤษฎีมีครูปิยานันท์มีทรรศนะสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ ครูปิยานันท์เพียงคนเดียวอธิบายว่ากฎได้จากการทดลอง เขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการ ทฤษฎีได้จากการทดลอง จากการเก็บรวบรวมข้อมูล จากความคิดของนักวิทยาศาสตร์ ได้รับการยอมรับจากวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ทั้งกฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้

ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีการทดลอง ครูทั้ง 3 คนนำเสนอขั้นตอนการทดลองเป็นลำดับให้นักเรียนปฏิบัติตาม โดยครูญาณินถามเกี่ยวกับผลการทดลองที่เกิดขึ้นและหลักฐานที่แสดงผลจากการทดลองนั้น ครูทุกคนไม่ได้ให้ความสำคัญกับที่มาของปัญหา การตั้งสมมติฐาน การอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป นอกเหนือจากการทดลองแล้วครูทั้ง 3 คนใช้วิธีการบรรยายร่วมกับการใช้คำถาม ครูศิริมาเน้นให้นักเรียนอ่านหนังสือเรียนเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูปิยานันท์ยังใช้การวาดภาพแสดงโครงสร้างอะตอม และการจัดเรียงอิเล็กตรอน ส่วนครูญาณินใช้กิจกรรมการต่อโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าด้วยการใช้ลูกปัด แต่ครูญาณินก็ไม่ได้ยกประเด็นเกี่ยวกับการจินตนาการเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ครูสอน

3. ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 14 ทรรศนะเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าครู 2 ใน 3 คนมีทรรศนะว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวมากกว่าที่จะทำงานร่วมกัน โดยครูญาณินให้ความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ชอบให้เราเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับกิจการวิทยาศาสตร์ทั้งที่ครูญาณินมีทรรศนะว่าสังคมมีความสัมพันธ์ต่อการทำงาน และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนในการพัฒนาเทคโนโลยี มีผลต่อสังคมทั้งในด้านบวกและลบ ขณะที่ครูปิยานันท์มีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนว่าเทคโนโลยีพัฒนาได้เพราะความรู้จากวิทยาศาสตร์อย่างเดียวนั้น ในประเด็นการทำงานตามหลักจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์ ครูทั้ง 3 คนมีทรรศนะสอดคล้องกับทรรศนะที่ได้รับการยอมรับว่า นักวิทยาศาสตร์มีจริยธรรมในการทำงาน และทำงานทางวิทยาศาสตร์โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังไม่มีครูคนใดการกล่าวถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามบ่งชี้หรือหลีกเลี่ยงอคติในการทำงาน

ตารางที่ 14 ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

กิจการทางวิทยาศาสตร์	ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์		
	ครูญาณิน	ครูศิริมา	ครูปิยานันท์
มีชุมชนวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นองค์กรทางสังคม ทุกคนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกิจการของวิทยาศาสตร์ได้	Alternative (Didactic no NOS)	- (Didactic no NOS)	Alternative (Didactic no NOS)
นักวิทยาศาสตร์พยายามบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	- (Didactic no NOS)	- (Didactic no NOS)	- (Didactic no NOS)
นักวิทยาศาสตร์ทำงานตามหลักจรรยาบรรณของวิทยาศาสตร์	Informed (Didactic no NOS)	Informed (Didactic no NOS)	Informed (Didactic no NOS)
วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี และสังคม	Informed (Didactic no NOS)	Informed (Didactic no NOS)	Ambiguous (Didactic no NOS)

แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของครูทั้ง 3 คนกลับไม่มีการยกประเด็นที่เกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์หรือแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนี้ในการสอนทั้งที่ครูมีทรรศนะเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมากกว่าทรรศนะในด้านอื่นๆ ก็ตาม

ทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา

จากการสัมภาษณ์นักศึกษาในทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้พบว่าครูมีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนและสับสนไม่ชัดเจนเกือบทุกประเด็นดังแสดงในตารางที่ 15 โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังนี้

ทรรศนะของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า ครูทั้ง 3 คนมีทรรศนะที่สับสนไม่ชัดเจนในประเด็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูญาณินและครูศิริมามีทรรศนะว่าการเรียนวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติรอบตัว ขณะที่ครูปิยานันท์ให้เหตุผลที่ต่างออกไป

ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อได้ความรู้พื้นฐานในการเรียนต่อ นอกจากนี้ครูณายังกล่าวถึงเป้าหมายในด้านทักษะกระบวนการว่านักเรียนต้องมีทักษะในการทำการทดลอง และใช้อุปกรณ์ส่วนครุศิริมากล่าวว่านักเรียนต้องสามารถคิดอย่างมีเหตุมีผลได้ แต่อย่างไรก็ตามไม่มีครูคนใดกล่าวถึง จิตวิทยาาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตารางที่ 15 ทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษา

ประเด็นที่ศึกษา	ทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
	ครูณณ	ครุศิริม	ครุปิยณนัณฑ์
เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	Ambiguous	Ambiguous	Ambiguous
ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน	Alternative	Alternative	Alternative
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	Alternative (Constructivist implicit NOS)	Alternative (Didactic no NOS)	Alternative (Constructivist implicit NOS)
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	Ambiguous	Ambiguous	Ambiguous
การวัดและประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	Alternative	Alternative	Informed

ครุทั้ง 3 คนมีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยครุให้เหตุผลที่แตกต่างกัน ครูณณเข้าใจว่านักเรียนควรเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ แต่กลับอธิบายเพิ่มเติมว่า การลงมือปฏิบัติจะช่วยให้เรียนจำได้ เพราะเคยทำเคยทดลองมาก่อน ครุศิริมคิถว่านักเรียนเรียนรู้จากการคิดวิเคราะห์ การคิดต่อยอด โดยอาศัยพื้นฐานคือความจำ ส่วนครุปิยณนัณฑ์ เข้าใจว่านักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้จากการอ่าน การฟัง การสืบค้นและการทดลอง

ประเด็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูณณและครุปิยณนัณฑ์มีทรรศนะว่าต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยให้เหตุผลแตกต่างกันดังนี้ ครูณณคิถว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนจำได้ง่าย การให้นักเรียนทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ครุบอก หรืออธิบายให้นักเรียนทำตามขั้นตอน จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูปิยณนัณฑ์ให้เหตุผลว่านอกจากให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ครุจะใช้คำถาม เพื่อถามให้นักเรียนเกิดการคิด การอ่านและการฟังจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ แต่ครุกลับอธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า การใช้คำถาม การให้นักเรียนไปสืบค้น แสวงหาความรู้ รวมทั้งทำการทดลองตามขั้นตอนที่ครุบอก จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนครุศิริมจะจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียกชื่อนักเรียนเพื่อ

ตอบคำถาม และเน้นการบรรยาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพรรณนาดังกล่าวของครูทั้ง 3 คนคลาดเคลื่อนจากพรรณนาที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหลักสูตรวิทยาศาสตร์

สำหรับพรรณนาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้พบว่าครูทั้ง 3 คนมีพรรณนาสับสนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้ในด้านมิติในการวัดผลการเรียนรู้ การประเมินผลด้านเนื้อหาความรู้ การคิดวิเคราะห์ วิจัยญาณ ทักษะกระบวนการ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการวัดผลการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลายและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับเรื่องที่ต้องการประเมิน รวมถึงระดับชั้นและวัยของนักเรียน พรรณนาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมพบว่าครูปียานั้นที่มีความเข้าใจในการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด แต่ก็ยังไม่ครบทุกด้าน ส่วนครูญาติให้ความสำคัญกับวิธีการทำการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่กลับเป็นการตรวจสอบทฤษฎี ความรู้ มากกว่าที่จะประเมินนักเรียนจากการเรียนรู้วิธีการได้มาซึ่งความรู้ตามแบบนักวิทยาศาสตร์ ส่วนครูศิริมีพรรณนาว่าการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งรอบตัวเป็นการบอกว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อวิจารณ์

ข้อวิจารณ์ระยะที่ 1

การสำรวจพรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) พบว่านักศึกษามีพรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ทั้งที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และบางพรรณนาก็สอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิม โดยนักศึกษามีพรรณนาว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีผลกระทบซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มากที่สุด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Akerson *et al.* (2000: 295-317); ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553: 115-131) และ สุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) และนักศึกษามองว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันในชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดในการอธิบายธรรมชาติ โดยนักวิทยาศาสตร์จะศึกษาสิ่งที่เป็นความต้องการของสังคม ปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิม ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม และนักวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงจริยธรรมในการทดลองกับสัตว์ทดลอง ซึ่งผลการวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยของ Haidar (1999: 807-822); สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551: 228-239) ที่พบว่าครูเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมไม่มีผลต่อวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังมีนักศึกษาบางส่วนก็มอง

ว่าความรู้เดิม ความเชื่อทางสังคมไม่มีผลต่อการรายงานข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งขัดแย้งกับทฤษฎะที่มองว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้นักศึกษามีทฤษฎะว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่นำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเป็นกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ และการทำงานของสิ่งนั้น นักวิทยาศาสตร์สร้างข้อความรู้เพื่อใช้ในการอธิบายธรรมชาติ ซึ่งข้อความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความจริง หรือการคาดเดาอย่างมีเหตุมีผล เห็นได้จากการที่นักศึกษามีทฤษฎะเกี่ยวกับทฤษฎีว่า ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่นักศึกษาก็ยังมองว่ากฎที่ได้รับการพิสูจน์แล้วจะเป็นความจริงที่สมบูรณ์ และทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ซึ่งมีความขัดแย้งกับทฤษฎะที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่า ครูมีทฤษฎะเกี่ยวกับลักษณะของกฎและทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (McComas et al., 1998b: 3-39; Haidar, 1999: 807-822; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000a: 1057-1095; Creven, 2002: 785-802; Buaraphan, 2009: 561-581; Sabiha and Omer, 2011: 9-24) แต่อย่างไรก็ตามนักศึกษายังมีทฤษฎะเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์มีวิธีเดียวคือกระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ (Creven, 2002: 785-802; Tairab, 2001: 235-250) และยังเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้มีส่วนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต หรือการทดลองเท่านั้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) และ Buaraphan (2009: 561-581) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีทฤษฎะว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่ควรเข้าไปอยู่ในการบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะจะทำให้ผลการทดลองหรือความรู้ที่ได้มีความคลาดเคลื่อน

แม้ว่านักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษานี้จะจบการศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์จากคณะวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังพบว่าส่วนใหญ่ยังมีทฤษฎะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม ทั้งนี้สาเหตุอาจจะมาจากแนวทางหรือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาได้เรียนรู้มาในระดับมัธยมศึกษาหรือระดับมหาวิทยาลัยที่ครูผู้สอนไม่ได้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากครูเชื่อว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจัดให้ (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002: 551-578; Sandoval and Morrison; 2003: 369-392) หรือครูไม่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักศึกษาพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการที่ครูบรรยายเกี่ยวกับกฎหรือทฤษฎีที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิก เมื่อไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและความรู้ใหม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีกว่า นักศึกษาได้เรียนรู้เนื้อหา ความหมายของศัพท์สำคัญจากการบอกของครูมากกว่าที่จะได้เรียนรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้เนื้อหาวิชาแล้วครูอาจไม่ได้อธิบายเกี่ยวกับที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นว่ามาได้อย่างไร รวมถึงประวัติการค้นพบ หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากนัก แม้ว่าการจัดการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูก็ไม่ได้เชื่อมโยงการทดลอง ผลการค้นพบนั้นกับเนื้อหาวิชา และยังเป็นการทำทดลองตามขั้นตอนที่ครูแนะนำหรือปรากฏในเอกสารประกอบการสอนมากกว่าที่จะเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักศึกษามีทัศนคติว่านักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ขึ้นมาโดยอาศัยการสังเกต สำนวจตรวจสอบ หรือการทดลอง ไม่ให้ความสำคัญกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ว่ามีส่วนในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีทัศนคติว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอนจึงทำให้ได้หลักฐานเพื่อยืนยันความรู้

ดังนั้นนักศึกษากลุ่มนี้จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจและมีทัศนคติที่สอดคล้องกับทัศนคติตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ การที่นักศึกษามีทัศนคติแบบดั้งเดิมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นการยากที่นักศึกษาซึ่งจะเป็นครูวิทยาศาสตร์ในอนาคตจะจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาในระหว่างที่เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวปศุสัตว์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในรายวิชาเกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน

ข้อวิจารณ์ระยะที่ 2

การสำรวจทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีวปศุสัตว์ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่เป็นกรณีศึกษา พบว่านักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทั้งที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และบางทัศนคติก็สอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิม นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่ไม่ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งมีนักศึกษาเพียงคนเดียวที่กล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่านักศึกษาและครูกักเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ที่ใช้อธิบาย

ปรากฏการณ์ธรรมชาติ (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, 2553; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ, 2550: 513-525) นักศึกษา 2 คน มีทรรศนะว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนเป็นจริงชั่วคราวในระยะเวลาหนึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีความรู้อื่นที่มีคำอธิบายที่ดีกว่า เนื่องจากเครื่องมือและเทคโนโลยีมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทำให้ได้รับข้อมูลหลักฐานมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์คิดว่าความรู้เดิมไม่ถูกต้องจึงสร้างความรู้ใหม่หรือพัฒนาจากความรู้เดิมทำให้ได้ความรู้ที่ดีกว่าเดิมและความรู้ใหม่ต้องผ่านการอภิปรายและยอมรับว่าถูกต้อง (นฤมล ยุตาคม, 2546) แต่นักศึกษาก็ไม่สามารถบอกได้ว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงสามารถทำนาย และอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

นักศึกษามีทรรศนะว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ต้องทำตามลำดับขั้นเท่านั้น เช่นเดียวกับครูพี่เลี้ยงที่มีความเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้มาจากการทดลอง นักศึกษา 2 ใน 3 คนไม่สามารถบอกความแตกต่างและที่มาของกฎและทฤษฎีได้ (Bell *et al.*, 2003: 487-509; ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2553: 115-131; Sabiha and Omer, 2011: 9-24;;) นอกจากนี้ นักศึกษายังกล่าวถึงความสำคัญของการจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้จากการทดลองมากกว่าหลักฐานจากวิธีการอื่น นักศึกษามีทรรศนะเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นคว้าหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายสิ่งต่างๆ นักวิทยาศาสตร์ควรเป็นคนช่างสังเกต มีความรับผิดชอบ มีความมุ่งมั่น มีเหตุผล (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ, 2550: 513-525; สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, 2553) นักศึกษามีความเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม แต่นักศึกษาก็ยังมองว่านักวิทยาศาสตร์ชอบทำงานคนเดียวมากกว่าการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) ที่พบว่านิสิตนักศึกษามีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อเป็นการและเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

การสอนของนักศึกษาทั้งสามคนเป็นการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) ผสมกับการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) ที่นักศึกษาใช้การบรรยายและการใช้คำถามประกอบกับการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ นักศึกษาเน้นเนื้อหาวิชาในการสอนมากกว่าการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะสร้างความรู้ด้วยตนเอง การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษากำหนดการเรียนรู้มากที่สุด แม้ว่าแก่นักศึกษาจะมีทรรศนะไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน นักศึกษาเน้นให้นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม โดยที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับปัญหา สมมติฐาน หรือเปิดโอกาสให้มีการออกแบบการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง และยังเป็นการทำการทดลองตามขั้นตอนที่นักศึกษากำหนด สอดคล้องกับทรรศนะของนักศึกษาที่กล่าวว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องทำตามลำดับจะข้ามขั้นตอนไม่ได้ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ไม่สอดคล้องกับแนว

ทางการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แต่นักศึกษาลับคิดว่าเป็นวิธีการเหมาะสมในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับทฤษฎีของครูปี้เลียง (Lederman, 1999: 916-929) ที่มีความเห็นว่าการให้นักเรียนทำการทดลอง ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ หรือการถามคำถาม การยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังไม่สามารถแทรกเข้าไปในทุกครั้งที่ทำการเรียนการสอนได้ ขณะที่อาจารย์นิเทศก์มีทฤษฎีว่าการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการสอน ให้นักเรียนเรียนรู้ เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้มา โดยใช้เทคนิคต่างๆ รวมถึงการแทรกคำถามและการอภิปรายกับนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า บทเรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อนักศึกษาในการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ทำการทดลอง (ปริณดา ลิมปานนท์, 2547) จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษา 2 ใน 3 ให้นักเรียนได้ทำการทดลองในเรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาไอออนิก และการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกเช่นเดียวกัน ส่วนด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาแทรกเข้าไปในการจัดการเรียนรู้น้อยมาก แม้ว่าจะเป็นประเด็นที่นักศึกษามีทฤษฎีสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี (สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551: 228-239) ซึ่งนักศึกษาสอนโดยการบรรยายเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพียงเท่านั้น แต่ไม่ได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในชั้นเรียนกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษาระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้เท่านั้นแต่ไม่ได้ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในจุดประสงค์ วิธีการสอนหรือการประเมินผล (Akerson et al., 2000: 295-317) อาจจะเป็นไปได้ว่าในการสอนแต่ละครั้งนักศึกษาไม่ได้ตระหนักว่านักศึกษากำลังสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องดังกล่าว (ปริณดา ลิมปานนท์, 2547) หรืออาจเป็นเพราะนักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ จึงส่งให้นักศึกษาไม่สามารถเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2552: 113-129)

จากผลการวิจัยพบว่าการสอนของนักศึกษบางคาบเรียนสอดคล้องกับทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา บางคาบเรียนนักศึกษาไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะเป็นประเด็นที่นักศึกษามีทฤษฎีสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน และบางคาบเรียนนักศึกษาได้สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งที่ตนเองไม่ได้ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้น ๆ จะเห็นได้ว่าการที่นักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน ก็ไม่ได้แสดงว่านักศึกษาต้องสามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับทฤษฎีของนักศึกษา ผลจากการวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่พบว่าทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อการเลือกวิธีการที่นักศึกษาจะใช้สอนกับนักเรียน (Schwartz and Lederman, 2001: 205-236; Abd-El-Khalick

and Lederman, 2000b: 665–701) ซึ่งรูปแบบการสอนของนักศึกษาอาจมีสาเหตุจากแนวทางหรือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาได้เรียนรู้มาในระดับมัธยมศึกษาหรือระดับมหาวิทยาลัยที่ครูผู้สอนไม่ได้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ การที่นักศึกษาได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านวิธีการสอนเช่นนี้มาตลอด ก็เป็นการยากที่นักศึกษาจะจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยใช้การสอนที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างชัดเจน อีกทั้งการผลิตครูในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพจัดนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพโดยที่ยังไม่มีความเข้าใจในเรื่องการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูในบางสถาบันการศึกษาไม่ได้จัดรายวิชาที่เกี่ยวกับการสอนในสาขาวิชาเฉพาะให้แก่ศึกษา จึงทำให้นักศึกษาขาดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่สถาบันการศึกษาต้องมีการเตรียมนักศึกษาให้มีความพร้อมก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ด้วยการพัฒนาทั้งทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน กล่าวคือควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาที่เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู โดยเฉพาะในรายวิชาเกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ด้วยกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้อภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประวัติของวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งควรมีตัวอย่างการสอนที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ทำให้นักศึกษาได้ฝึกเขียนและทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

นอกจากนี้ศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพควรจัดหาแหล่งฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่มีคุณภาพและมีการเตรียมความพร้อมของครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ให้มีความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเองในการดูแลนักศึกษา ควรมีการเตรียมความพร้อมของครูพี่เลี้ยงให้มีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน มีทฤษฎีและความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีการที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Abd-El-Khalick and Akerson, 2004: 785–810; Akerson *et al.*, 2000: 295–317) สำหรับกระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครูพี่เลี้ยงควรให้โอกาสแก่นักศึกษานำทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน อีกทั้งอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงควรรหาแนวทางร่วมกันในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นักศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการตรวจสอบพัฒนาการหรือการรับคำแนะนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 ระยะ โดยในระยะแรกเป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อตอบคำถามวิจัยในข้อที่ 1 คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค. มีพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ในระยะที่ 2 เป็นการศึกษากรณี (Case Study) เป็นการตอบคำถามงานวิจัยในข้อที่ 2 คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการ สควค. มีพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และนักศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูหรือไม่ อย่างไร โดยการสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้และการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ระยะที่ 1 การศึกษาพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สาขาวิทยาศาสตร์ ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จากสถาบันการศึกษาที่เป็นศูนย์ของโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ภาคละ 1 แห่ง รวม 4 แห่ง จำนวน 59 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1 คือ แบบสอบถามพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค. ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสำรวจพรรณานี้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพโครงการ สควค. จำนวน 18 ข้อ และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับใช้ในการศึกษารายกรณี

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในมหาวิทยาลัยจากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามให้กับนักศึกษาทางไปรษณีย์สำหรับมหาวิทยาลัยในภาคเหนือและภาคใต้ โดยผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โครงการฯ ประจำศูนย์ในมหาวิทยาลัย และกำหนดขอรับแบบสอบถามคืนหลังจากนั้น 1 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยแนบซองติดแสตมป์และที่อยู่ส่งกลับไปพร้อมกับแบบสอบถาม

ผู้วิจัยรวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม กำหนดลำดับของผู้ตอบรหัสข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถาม และรหัสของคำตอบที่เป็นตัวแทนของทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่ของทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แยกเป็นรายข้อ รายด้าน โดยคิดเป็นร้อยละเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจน ซึ่งพิจารณาครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยในระยะที่ 1

นักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามยังมีทฤษฎีด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

นักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่นำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tairab (2001: 235-250) และวิทยาศาสตร์ยังเป็นกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ และการทำงานของสิ่งนั้น นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายธรรมชาติ ซึ่งนักศึกษาเห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความจริง เป็นแบบจำลองทางความคิด หรือการคาดเดาอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งเห็นได้จากการที่นักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับทฤษฎีว่า แต่ละทฤษฎีก็เหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐาน หรือเหตุผลที่ดีกว่ามาสนับสนุน ทฤษฎีเดิมก็ยังคงเป็นประโยชน์ต่อเรื่องนั้นๆ อยู่ (Haidar, 1999: 807-822; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551: 228-239; วรรณญา จิระวิบูลวรรณ, 2546; เสาวลักษณ์ โรมา, 2551; วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2552: 113-129) แต่กลับมีความเข้าใจว่า

กฎได้รับการพิสูจน์เป็นความจริงที่สมบูรณ์ และทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ซึ่งมีความขัดแย้งกับทฤษฎีที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่า ครูมีทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะของกฎและทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (McComas and Almazroa, 1998a: 511-532; Abd-El-Khalick *et al.*, 1998; Creven, 2002: 785-802; นฤมล ยุตะคม และ พรทิพย์ ไชยโส, 2550; วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2552: 113-129)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาส่วนมากมีทฤษฎีเป็นไปตามแนวคิดแบบดั้งเดิมทั้งหมด ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันเช่นเดียวกับผลการวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552: 113-129) โดยนักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ศาสตร์ที่สอดคล้องกับการวิจัยหลายชิ้นว่าการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์มีวิธีเดียวคือกระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ หรือการทดลอง และต้องทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอน (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ, 2550: 513-525; สุธาวลัย มีศรี, 2550: 101-110; เสาวลักษณ์ โธมา, 2551) เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ (Creven, 2002: 785-802; Tairab, 2001: 235-250) และยังเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้มีส่วนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เลยสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา จิระวิบูลวรรณ (2546) พบว่าครูสอนวิทยาศาสตร์เข้าใจว่าจินตนาการถูกจำกัดด้วยเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์และจินตนาการเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ขณะที่ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กล่าวว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนและกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนเฉพาะ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญในการช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่ และพัฒนาความรู้เดิม

นักศึกษามีทฤษฎีเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีผลกระทบซึ่งกันและกัน (Tairab, 2001: 235-250) นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดในการอธิบายธรรมชาติสอดคล้องกับผลการวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552: 113-129) โดยนักวิทยาศาสตร์จะศึกษาสิ่งที่เป็นความต้องการของสังคม ปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิม ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงจริยธรรมในการทดลองกับสัตว์ทดลองด้วย แต่ในประเด็นเกี่ยวกับอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ นักศึกษากลับมองว่าความรู้เดิมความเชื่อทางสังคมไม่มีผลต่อการรายงานข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน และขัดแย้งกับทฤษฎีเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษานานาชาติอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Haidar (1999: 807-822) และ สุทธิดา จำรัส

และ นฤมล ยุตะคม (2551: 228-239) ที่พบว่าครูเข้าใจว่าปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมไม่มีผลต่อกิจการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษาพบว่านักศึกษาในโครงการ สควค. มีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมผสมผสานกับทัศนคติตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยมีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ในด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ แต่มีทัศนคติในประเด็นที่เกี่ยวกับลักษณะของกฎและที่มาของทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) ที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ส่วนทัศนคติในด้านการกิจการทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษามองว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันและศึกษาสิ่งที่เป็นความต้องการของสังคมซึ่งสอดคล้องกับทัศนคติของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา แต่พบว่านักศึกษาคิดว่านักวิทยาศาสตร์ควรรายงานผลตรงกับการทดลองโดยที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นทั้งที่นักศึกษามีทัศนคติว่าปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบทของสังคม (พวงผกา สุทธกุล, 2552) ส่วนทัศนคติด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาพบว่าไม่สอดคล้องกับทัศนคติของนักวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด โดยนักศึกษาคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง สำรองตรวจสอบที่เป็นขั้นตอนเท่านั้น และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่มีส่วนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 ศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาโครงการ สควค. ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักศึกษาโครงการ สควค. ศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของรัฐในเขตภาคกลาง ซึ่งกำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จำนวน 3 คน

การวิจัยในระยะนี้ เป็นศึกษารายกรณี (Case Study) โดยผู้วิจัยศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักศึกษารายบุคคลในทัศนคติที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างซึ่งปรับข้อความจากข้อมูลที่ได้รับในระยะที่ 1 จากนั้นผู้วิจัยได้สังเกต

การจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักศึกษาจำนวน 4-6 ครั้งโดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทรรณะที่มีต่อธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ในมุมมองของครู พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อศึกษาทรรณะที่มีต่อธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 2 ประกอบด้วย (1) แบบสัมภาษณ์ ทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (2) แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (3) แบบสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์เกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์ วิชาชีพในโครงการ สควค. ในความดูแล (4) แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โครงการ สควค.

การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรรณะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ผู้วิจัยเตรียมตัวก่อนสัมภาษณ์ โดยศึกษาเทคนิคการสัมภาษณ์และข้อปฏิบัติ ในการสัมภาษณ์ก่อนทำการสัมภาษณ์จริง จากนั้นผู้วิจัยติดต่อนัดหมาย วันและเวลากับนักศึกษา ในการขอสัมภาษณ์ และขออนุญาตบันทึกเสียง การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสอบถามข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษา จากนั้นจึงสัมภาษณ์เกี่ยวกับทรรณะ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาตามแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้เตรียมมา และ สัมภาษณ์ทรรณะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นัดหมาย เพื่อสังเกตการจัดการเรียนรู้ จากนั้นประมาณหนึ่งสัปดาห์ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของ นักศึกษาโดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ และสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อสังเกตวิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รวมถึง และคำถามที่นักศึกษาใช้ กับนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยสัมภาษณ์เกี่ยวกับทรรณะในการจัดการสอนของนักศึกษาหลังการจัด เรียนการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ และสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทรรณะที่มีต่อธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักศึกษาในโครงการ สควค. ในมุมมองของครู พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยถอดเทปการสัมภาษณ์นักศึกษาครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และ การสังเกตการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษามาอ่านวิเคราะห์ และตีความร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา โดยยึดประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบ วิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการ เรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นย่อยว่านักศึกษามีทรรณะเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และนักศึกษาได้แสดงออกในการนำทรรณะเหล่านั้นไปใช้ใน

การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนอย่างไร ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ เพื่อเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

ผลการวิจัยในระยะที่ 2

ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อนจากทัศนคติของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) ร่วมกับทัศนคติที่ สับสนและไม่ชัดเจน (Ambiguous) จากทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน โดยนักศึกษามีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือประเด็นที่เกี่ยวกับความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คือนักศึกษา 2 ใน 3 คนมีทัศนคติเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีว่า กฎนั้นได้รับการพิสูจน์ แล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากทฤษฎีนั้นผ่านการพิสูจน์ แล้วจะกลายเป็นกฎที่ใช้ได้กับทุกการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552: 113-129) และ Haidar (1999: 807-822) ที่พบว่า นิสิตนักศึกษาและครูพี่เลี้ยงมี ทัศนคติว่ากฎทางวิทยาศาสตร์เมื่อได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์ และยังพบทัศนคติ เช่นเดียวกันนี้ในงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) และ Buaraphan (2009: 561-581) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าทฤษฎีมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่ากฎ ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลง ได้ แต่กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเมื่อทฤษฎีได้รับการพิสูจน์จนน่าเชื่อถือแล้วทฤษฎีจะ กลายเป็นกฎ จากงานวิจัยของ Sabiha and Omer (2011: 9-24) ก็ยังพบว่านักศึกษามีทัศนคติ ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงในเวลาหนึ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ไม่สามารถบอกความ แตกต่างของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น กฎ ทฤษฎี และสมมติฐานได้เช่นกัน นอกจากนี้ นักศึกษาก็ยังมีความเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้เดิมนั้นผิด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Bell et al. (2003: 487-509) ที่พบนักเรียนระดับชั้นมัธยมมีทัศนคติ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนว่าทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าจริงจะกลายเป็น กฎทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่านักเรียนจะผ่านการฝึกงานทางวิทยาศาสตร์มาก่อนก็ตาม สอดคล้องกับ งานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) ที่นักศึกษาเข้าใจว่าเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นความรู้ เดิมจะถูกยกเลิกไป ซึ่งเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นความรู้เดิมจะไม่ถูกยกเลิก แต่จะถูกขยายความ เพิ่มเติมหรือเป็นพื้นฐานในการศึกษาเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (นฤมล ยุตาคม, 2546)

นอกจากนี้นักศึกษายังมีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติ โดยมีนักศึกษาคนเดียวเท่านั้นที่กล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของเวียงชัย แสงทอง, ชาตรี ฝ่ายคำตา และ นฤมล ยุตาคม (2553: 142-154) ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์คือความรู้ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่ จะช่วยอธิบายเรื่องต่าง ๆ รอบตัวเรามากกว่าที่จะเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการ แสวงหา ความรู้ โดยมีนักเรียนเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์กรหนึ่งของสังคมที่มี

การใช้ความรู้และวิธีการแสวงหาความรู้โดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นสมาชิก นักศึกษาคคนหนึ่งมีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายทุกสิ่งทุกอย่างได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553) ที่พบว่านักศึกษาคครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถให้คำอธิบายและตอบคำถามได้ทุกเรื่อง

ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ตนเอง และทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน (Alternative) คือ นักศึกษามีทัศนคติว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากการทดลอง วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานจากผลการทดลองเป็นสำคัญสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000a: 1057-1095) ทำการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและนักศึกษาคครูพบว่าทั้งนักเรียนและนักศึกษามีทัศนคติว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นเฉพาะ การทดลองมีไว้สำหรับการพิสูจน์และตรวจสอบกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Buaraphan (2009: 561-581) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาคครู และครูวิทยาศาสตร์เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีมาจากการอื่นอีกด้วย นอกจากนี้นักศึกษายังมีทัศนคติอีกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำตามลำดับขั้นตอนเท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา มหาลี (2553) ที่พบว่านักเรียนมีทัศนคติว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากการทดลองที่ต้องทำตามขั้นตอนที่แน่นอนของนักวิทยาศาสตร์ มีนักศึกษาคคนหนึ่งกล่าวว่าจินตนาการมีส่วนในการสร้างความรู้ และนักศึกษาคอีกหนึ่งคนกล่าวว่าจินตนาการว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ต้องมีการยืนยันด้วยหลักฐาน จากการทดลอง ในประเด็นที่มาของกฎกับทฤษฎี นักศึกษามีทัศนคติที่แตกต่างกันว่า กฎนั้นได้ผลมาจากการทดลองบ้าง กฎมาจากทฤษฎีบ้าง ส่วนทฤษฎีได้จากความคิดของนักวิทยาศาสตร์บ้าง มาจากการทดลองบ้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabiha and Omer (2011: 9-24) ที่พบว่านักศึกษาไม่สามารถบอกความแตกต่างของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น กฎ ทฤษฎี และสมมติฐานได้ ซึ่งมีนักศึกษาเพียงคนเดียวที่สามารถอธิบายแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่มาและลักษณะของกฎ ทฤษฎี ได้สอดคล้องกับแนวคิดการสร้างองค์ความรู้มากที่สุด

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์นักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมากที่สุดจากทั้งสามด้าน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Akerson et al. (2000: 295-317) ที่ศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในระดับชั้นประถมศึกษาพบว่าครู มีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด นักศึกษามีทัศนคติในประเด็นลักษณะนักวิทยาศาสตร์ว่าเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด มีความขยัน อดทน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับคำตอบในข้ออื่นที่

นักศึกษามีทรรศนะว่าจินตนาการมีส่วนสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีเพียงคนเดียวที่มองว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานตามหลักจรรยาบรรณ และต้องคำนึงค่านิยมทางสังคมในการทำงาน นักศึกษา 2 ใน 3 คนเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานคนเดียวมากกว่าการทำงานกลุ่ม และนักศึกษาไม่ได้กล่าวถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานโดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติเลย นอกจากนี้นักศึกษามีความเห็นที่เห็นว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี และสังคม คือวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างเทคโนโลยี ทำให้เทคโนโลยีทันสมัย วิทยาศาสตร์ต้องคิดเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี ขณะเดียวกันเทคโนโลยีที่พัฒนาก็ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์มีเครื่องมือในการค้นคว้า สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม ทั้งในด้านดีและไม่ดี และเห็นว่าสังคมมีผลต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงสังคมว่าสังคมยอมรับในสิ่งที่วิทยาศาสตร์กำลังทำอยู่หรือไม่ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพยายามค้นคว้า สร้างสรรค์ในสิ่งที่สังคมต้องการซึ่งสอดคล้องกับ McComas (2004: 24-27) ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถให้ทั้งผลดีและผลเสียกับสังคมและงานวิจัยของสุรยศทรัพย์ประกอบ (2553) และ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553: 115-131) พบว่านิสิตนักศึกษาครูมองว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ และเทคโนโลยีก็ช่วยส่งเสริมให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้า ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Haidar (1999: 807-822) และสุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551: 228-239) ที่พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีมองว่าผลที่ได้จากการทดลองจะไม่เกี่ยวข้องกับสังคมหรือวัฒนธรรม และความเชื่อของสังคมหรือวัฒนธรรมไม่มีผลต่อวิทยาศาสตร์

นักศึกษามีทรรศนะที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Alternative) ร่วมกับทรรศนะสับสนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Ambiguous) โดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนคือนักศึกษามองว่า นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ เพื่อให้จำได้ เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการคิดวิเคราะห์ การคิดต่อยอด โดยมีความจำเป็นพื้นฐาน นักเรียนเรียนรู้ผ่านการอ่าน การฟัง การสืบค้นและการทดลอง ในประเด็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักศึกษามีทรรศนะว่าต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่นักศึกษابอก หรืออธิบายให้นักเรียนทำตามขั้นตอน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000a: 1057-1095) นักศึกษาจะใช้คำถาม เพื่อถามให้นักเรียนเกิดการคิด การอ่านและการฟัง การให้นักเรียนไปสืบค้น แสวงหาความรู้ จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักศึกษายังมีทรรศนะในประเด็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือนักศึกษามองถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เฉพาะของเนื้อหาความรู้ ส่วนของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทรรศนะเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้ไม่ครบทุกด้าน และขาดการใช้เครื่องมือที่หลากหลาย คือ นักศึกษาจะทำการทดสอบ การทำแบบฝึกหัดและ

การสังเกตนักเรียนในการประเมินผล ซึ่งงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman, 2000b: 665-701; Lederman, 1992: 331-359) กล่าวว่าหากครูวิทยาศาสตร์มีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาจเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สิ่งที่ปรากฏในการจัดการเรียนรู้ คือนักศึกษาจะจัดการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหามากกว่าการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสอนของนักศึกษาจัดเป็นการสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic no NOS) ผสมกับการสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic implicit NOS) ที่นักศึกษาใช้การบรรยายและการใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ซึ่งมีทั้งการบรรยายเป็นหลัก ประกอบกับการใช้คำถาม และการบรรยายประกอบกับ การใช้คำถาม และการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติโดยการสอนของนักศึกษาเป็นการเน้นที่เนื้อหาวิชา สอดคล้องกับที่ Abell and Smith (1994: 475-487) เสนอว่าอาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครุขาดความเข้าใจในความหมายที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากนิสิตนักศึกษาครุเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเพียงเนื้อหา การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีการแทรกเข้าไปในการจัดการเรียนรู้มากที่สุด แม้ว่าจะเป็นที่ที่นักศึกษายังมีความคลาดเคลื่อน นักศึกษาน่าเสนอขั้นตอนการทดลองเป็นลำดับให้นักเรียนปฏิบัติตาม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของครูที่เชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนโดยอาศัยการสังเกต การทดลอง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง ขณะที่อาจารย์นิเทศก์มีทัศนคติที่ต่างไปว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีการไม่เฉพาะแต่การทดลองเท่านั้น และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้นักศึกษาถามเกี่ยวกับผลการทดลองที่เกิดขึ้นและหลักฐานที่แสดงผลจากการทดลองนั้น โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับที่มาของปัญหา การตั้งสมมติฐาน การอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป นอกเหนือจากการทดลองแล้วนักศึกษาก็ใช้วิธีการบรรยาย ร่วมกับการใช้คำถาม นักศึกษาเน้นให้นักเรียนอ่านหนังสือเรียนเพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ก็ใช้การวาดภาพแสดงโครงสร้างอะตอม และการจัดเรียงอิเล็กตรอน หรือนักศึกษาใช้ภาพโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยที่ไม่ได้ยกประเด็นเกี่ยวกับการจินตนาการเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักศึกษาสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwartz and Lederman (2001: 205-236) ที่ศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในการสอนปีการศึกษาแรกพบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับสาระวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการเรียนรู้และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้อุทศาสตร์ในชั้นเรียนของนักศึกษานอกจากด้าน แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว การยกประเด็นที่เกี่ยวกับด้านการมองโลกแบบ วิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์หรือแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนี้ใน การสอนพบได้น้อยมาก นักศึกษาสอนโดยการบรรยายเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันเพียงเท่านั้น แต่ไม่ได้มีการอภิปรายหรืออธิบายประเด็นนี้ในชั้นเรียน ซึ่งครูที่เลี้ยง มองว่าการสอนของนักศึกษาเน้นเนื้อหาในบทเรียน ให้นักเรียนทำการทดลอง ค้นคว้าความรู้ และใช้คำถาม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ครูที่เลี้ยงมองว่าเป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lederman (1999: 916-929) ที่ทำการ วิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้งครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ ไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากครูที่มี ประสบการณ์มีความคิดเห็นว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มีความยากไม่เหมาะสมกับ นักเรียนมัธยม และครูใหม่ต้องการดำเนินการสอนเช่นเดียวกับครูที่มีประสบการณ์ ขณะที่อาจารย์ นิเทศก์มีทฤษฎีที่ต่างไปว่านักศึกษาไม่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือแทรกเข้าไปใน การสอนน้อยมาก จะพบก็เพียงนักศึกษาให้นักเรียนทำการทดลองซึ่งก็ยังไม่สอดคล้องกับ ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาได้ระบุธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ แต่ไม่ได้แทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในจุดประสงค์ การเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่พบในเนื้อหาวิชานั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick *et al.* (1998: 417-436) ที่ศึกษาการวางแผนการสอนและการปฏิบัติการสอนของครูก่อนประจำการ พบว่ากลุ่มที่ศึกษา ไม่ให้ความสำคัญต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Akerson *et al.* (2000: 295-317) เสนอแนะว่ากระบวนการสร้างบทเรียนที่ชัดเจน คือ การตั้งเป้าหมายในการสอนไว้ว่าจะสอนธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในเรื่องใด แล้วจึงใช้วิธีการสอนและกิจกรรมต่างๆ เป็นเครื่องมือเพื่อให้นักเรียน ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่ตั้งไว้

โดยสรุปจะเห็นว่า นักศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎี ที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมากที่สุดคือ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Akerson *et al.* (2000: 295-317) โดยเฉพาะในประเด็นลักษณะของ นักวิทยาศาสตร์ และประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ส่วนด้านการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษามีทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการ ยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาปัจจุบันในทุกประเด็น จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์พบว่านักศึกษาสอนโดยการบอกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดโดยการให้นักเรียนได้ทำการทดลอง สอดคล้องกับจากวิจัยของ

ปริญดา ลิมปานนท์ (2547) ที่ศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการใช้ภาพ แบบจำลองในการอธิบายตามลำดับ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักศึกษาจัดให้กับนักเรียนนั้นสอดคล้องกับทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ส่วนด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาแทรกเข้าไปในการจัดการเรียนรู้น้อยมากแม้ว่าจะเป็นประเด็นที่นักศึกษามีทฤษฎีสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551: 228-239)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษา

1. จากผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) มีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมากที่สุด ส่วนทฤษฎีในด้านอื่น ๆ ก็ยังมีทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ สาเหตุหนึ่งอาจมาจากหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับมหาวิทยาลัยในคณะวิทยาศาสตร์ และครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ที่อาจารย์ผู้สอนไม่ได้ให้ความสำคัญและเชื่อมโยงหรือยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษามากเท่าที่ควร ดังนั้นหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีการออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาของสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันให้มากขึ้น

2. การสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉพาะบางด้าน ไม่ครอบคลุมขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดโดยเฉพาะในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ และลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพบในการสอนของนักศึกษาค่อนข้างน้อย นอกจากนี้วิธีการที่นักศึกษาใช้ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่เหมาะสม ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการวางแผนพัฒนาหลักสูตรที่จัดให้แก่นักศึกษา เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และพัฒนาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีความตระหนักในสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. จากผลการวิจัยทำให้เห็นความจำเป็นในการเน้นความสำคัญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการสอนการจัดการเรียนรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้ และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้ของนักเรียน การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรใช้วิธีการที่หลากหลายให้สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และนำประเด็นในสังคมมาบูรณาการกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นต้น อีกทั้งควรให้นักศึกษาได้ฝึกเขียนและทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพัฒนานักศึกษาด้วยวิธีการสอนที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

4. ในกระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพควรจัดหาแหล่งฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่มีคุณภาพและมีการเตรียมความพร้อมของครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ให้มีความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเองในการดูแลนักศึกษา ควรมีการเตรียมความพร้อมของครูพี่เลี้ยงให้มีทักษะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทักษะที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน มีทักษะและความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการพัฒนาความร่วมมือระหว่างครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นักศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการตรวจสอบพัฒนาการหรือการรับคำแนะนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้

5. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูควรตระหนักและคำนึงถึงความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มีการระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้เท่า ๆ กับเนื้อหาวิชา โดยไม่จำเป็นต้องแยกส่วนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกจากเนื้อหาสาระของบทเรียนปกติ โดยที่ครูไม่ต้องเพิ่มภาระการสอนให้มากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการประเมินผลทักษะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัย

1. ควรมีการศึกษาเพื่อสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้ศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาต่อไป

2. ควรมีศึกษาทัศนคติของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์ รวมถึงการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ว่าประสบการณ์ที่นักศึกษาได้รับจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพส่งผลต่อการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพและหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง

3. ควรศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ว่ามีทัศนคติอย่างไร สอดคล้อง และมีผลต่อทัศนคติของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการเพื่อพัฒนาครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

4. ควรมีการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาก่อน และระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ด้วยการสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด การจัดประชุม/สัมมนา รายเดือน หรือวิธีการอื่น ๆ ว่าส่งผลต่อทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

5. ควรมีการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับครูพี่เลี้ยงก่อนและระหว่างรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์ด้วยวิธีการสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด การจัดประชุม/สัมมนาหรือวิธีการอื่น ๆ ว่าส่งผลต่อทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร รวมถึงการให้คำแนะนำในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษา

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ทางการเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กาญจนา มหาลี. 2553. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. และชาติรี ฝ่ายคำตา. 2553. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 16 (5): 796-809.
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2550. “ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 และการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู.” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 13 (4): 596-620.
- _____. 2553. “แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” วารสารวิทยาลัยการฝึกหัดครู. 2 (1) กุมภาพันธ์ 2553: 115-131.
- จันทร์จิรา ดียิ่ง. 2543. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนพระปริยัติธรรม กลุ่มโรงเรียนที่ 11. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา และ วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2548. “ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์(สควค.).” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 11 (2): 152-163.

ชำนาญ บุญวงศ์. 2542. การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในเขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทัศนาวิจิตพจน์. 2543. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามใน 4 จังหวัดชายแดนภาคใต้. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง และ สมาน แก้วไวยุทธ. 2550. “การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง.” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 13 (4): 513-525.

นฤมล ยุตาคม. 2546. “ทัศนะเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา.” ในพรทิพย์ ไชยโส. (บรรณาธิการ). 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ประมวลบทความทางการศึกษา การจัดการศึกษาตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 87-105.

_____. และ พรทิพย์ ไชยโส. 2550. รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิบัติรูปการเรียนรู้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2552. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. 2551ก. “การรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2 (2): 35-45.

_____. 2551ข. “ความคิดเห็นและความต้องการของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 11 (1): 47-60.

ปรีณดา ลิ้มปานนท์. 2547. การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงษ์ศักดิ์ ไชยมาตย์. 2542. การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สปช) เขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรสิทธิ์ กัณามน. 2543. การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พวงผกา สุทธกุล. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา.” เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35.

เยาวลักษณ์ จินตณสถิตย์. 2544. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักศึกษานอกระบบโรงเรียนสายสามัญที่เรียนโดยวิธีเรียนแบบทางไกลระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

_____. 2552. “พรรณณะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง.” วารสารเกษตรศาสตร์(สังคม).30 (2): 113-129.

วรัญญา จิระวิบูลวรรณ. 2546. การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม: กรณีศึกษาโรงเรียนหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิลาวัณย์ จารุอรียานนท์. 2549. โครงการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี: หนทางที่สดใสหรือไร้อนาคต (Online) www.itie.org/eqi/modules.php?name=Journal&file=display&jid=424, 26 มีนาคม 2554.

วิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์. 2544. การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานการศึกษา จังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เวียงชัย แสงทอง, ชาตรี ฝ่ายคำตา และ นฤมล ยุตาคม. 2553. “พรรณณะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในประเด็นเกี่ยวข้องกับสารเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วารสารวิจัย มข. 15 (2): 142-154.

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2545. มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2552. เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมโครงการอบรมครูด้วยระบบทางไกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา หลักสูตรมาตรฐานการอบรมครู ปีที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2553. โครงการ สวค.ระยะที่ 3 (Online) www3.ipst.ac.th/psmt/assets/phase3/index.html, 5 พฤษภาคม 2553.

สมศักดิ์ วันสุดล. 2543. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษา และสาขาวิทยาศาสตร์ในสถาบันราชภัฏภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ทางการเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมมนตรี.

- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. 2548. **มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และ อรุณี อิงคากุล. 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **วารสารเกษตรศาสตร์(สังคม)**. 26 (2): 133-145.
- สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. 2551. ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี.” **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)**. 29 (3): 228-239.
- สุธาวลัย มีศรี. 2550. “ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้าน การสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” **วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว**. 2 (1): 101-110.
- สุภางค์ จันทวานิช. 2552. **การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรยศ ทรัพย์ประกอบ. 2553. **ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอน วิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิจนา ศรีวินทร. 2543. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูสอน วิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา** สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เสาวลักษณ์ โธมา. 2551. การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
 ช่วงชั้นที่ 3. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Abd-El-Khalick, F. and V. L. Akerson. 2004. "Learning as conceptual change: factors
 foliating the development of preservice elementary teachers' views of nature
 of science." *Science Education*. 88 (5): 785-810.

_____, R. L. Bell, and N. G. Lederman. 1998. "The nature of science and
 instructional practice: making the unnatural natural." *Science Education* 82(4):
 417-436.

_____. and N. G. Lederman. 2000a. "The influence of history of science courses
 on students' views of nature of science." *Journal of Research in Science
 Teaching*. 35 (10): 1057-1095.

_____. and N. G. Lederman. 2000b. "Improving science teachers' conceptions of the
 nature of science: a critical review of the literature." *International Journal
 of Science Education*, 22: 665-701.

Abell, S.K., and D. C. Smith. 1994. "What is science?: preservice elementary
 teachers' conceptions of the nature of science." *International Journal of Science
 Education*, 16 (4): 475-487.

Aikenhead, G. 1994. "What is STS Science Teaching?" in Solomon, J. and
 Aikenhead, G. (Eds.), *STS Education: International Perspective on Reform*.
 New York, USA: Teachers College Press, Columbia University. 169-186.

Akerson, V. L., F. Abd-El-Khalick, and N. G. Lederman. 2000. "Influence of
 a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions
 of nature of science." *Journal of Research in Science Teaching* 73 (4): 295-
 317.

- American Association for the Advancement of Science. 1989. *Science for All American* (Online). Washington D.C www.project2061.org/publication/sfaa/Online/chap1.htm. 21 February 2010.
- Bell, R., L. Blair, B. Crawford, and N. G. Lederman. 2003. "Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry." *Journal of Research in Science Teaching*. 40 (5): 487-509.
- Buaraphan, K. 2009. "Pre-service and in-service science teachers' responses and reasoning about the nature of science." *Educational Research and Review*, 4 (11): 561-581.
- Chamrat, S. 2009. *Exploring Thai Grade 10 Chemistry Students' Understanding of Atomic Structure Concept and the Nature of Science through the Model-based Approach*. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University. (In Thai)
- Chiappetta, E. L. and T. R. Koballa. 2004. "Quizzing students on the myth of science." *The Sciences Teacher*. 71 (9): 58-61.
- Creven, J. A. 2002. "Assessing explicit and tacit conceptions of the nature of science among preservice elementary teachers." *International Journal of Science Education*. 24 (8): 785-802.
- Driver, R., J. Leach, A. Miller, and P. Scott. 1996. *Young People Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Haidar, A. H. 1999. "Emirates pre-service and in-service teachers' views about the nature of science." *International Journal of Science Education*. 21 (8): 807-822.

- Hand, B., Prain, V. C. Lawrence, and L.D. Yore. 1999. A Writing in Science Framework Designed to Enhance Science Literacy. *International Journal of Science Education*. 21(10), 1021-1035.
- Khishfe, R. 2008. "The development of seventh graders' view of nature of science." *Journal of Research in Science Teaching*. 45 (4): 470-496.
- _____. and Abd-El-Khalick, F. 2002. "Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science." *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (7): 551-578.
- 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.
- _____. 1999. "Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship." *Journal of Research in Science Teaching*. 36(8): 916-929.
- _____., 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' conception of nature of science." *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (6): 497-521.
- _____. and J. S. Lederman. 2004. "Revising instruction to teach nature of science." *The Science Teacher*. 71: 36-39.
- Lin, H. S. and Chung C. C. 2002. "Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history." *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (9): 773-792.
- Matthews, M.R. 1992. "History, Philosophy, and Science Teaching: The Present Rapprochement." *Science & Education*. 1, 11-47.

McComas, W. F. 2000. *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer academic publishers.

_____. 2004. “Key to teaching the nature of science.” *The Science Teacher*. 71 (9): 24-27.

_____. and H. Almazroa. 1998a. “The nature of science in science education : an introduction.” *Science & Education*. 7: 511-532.

_____., M. P. Clough, and H. Almazroa. 1998b. “The role and character of the nature of science in science education.” In W. F. McComas (ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers: 3-39

National Research Council. 1996. *National Science Education Standards* (Online). [http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/.](http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/), March 31, 2011.

National Science Teachers Association. 2003. *Standards for Science Teacher Preparation* (Online). [www.nsta.org/pdfs/NSTASTandards2003.pdf.](http://www.nsta.org/pdfs/NSTASTandards2003.pdf), March 31, 2011.

Sabiha, S. and Omer, G. 2011. “Turkish pre-service science teachers’ views on science-technology-society issues” *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education.*, Jan (special Issue): 9-24.

Sandoval, W.A. and Morrison, K. 2003. “High school students’ ideas about theories and theory change after abiological inquiry unit.” *Journal of Research in Science Teaching*. 40 (4): 369-392.

Schwartz, R. S., and N. G. Lederman. 2001. “It’s the nature of the beast: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science.” *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (3): 205-236.

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." In T. Deborah. (ed.) *Science Teacher Education* (Online). <http://www.interscience.wiley.com>, March 1, 2011: 610-645

Tairab, H. H. 2001. "How do pre-service and in-service science teacher view the nature of science and technology ?" *Research in Science & Technological Education*. 19 (2): 235-250.

Tobin, K. 1993. *The Practice of Constructivism in Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. Inc., Publishers.

Vicente M., Maria L. B., Lorenzo J. B. and Constantino R.. 2007. "The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and teaching and learning science." *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2007 (6): 37-62.

Zeidler D. L., Walker K. A., Ackett W. A., Simmons M.L., 2002. "Tangled up in view : beliefs in the nature of science and responses to socioscientific Dilemmas." *Beliefs in the Nature of Science*. Wiley Periodicals, Inc.: 343-367.



ภาคผนวก



เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมพรรณไม้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ 1

แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ

แบบสอบถามนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

เรื่อง

ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)
2. ผู้ตอบแบบสอบถามคือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
3. แบบสอบถามฉบับนี้มี 2 ตอน
 ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 ตอนที่ 2 ทัศนคติของนักศึกษาโครงการ สควค. ในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. เมื่อตอบแบบสอบถามแล้วโปรดนำแบบสอบถามส่งคืน

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

พศุฒพร ลลิตานุกฤษ

ตอนที่ 1: สถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบ

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน และเติมคำตอบในช่องว่างให้ตรงกับสภาพและความเป็นจริง

1. เพศ หญิง ชาย
2. สาขาวิชาเอก ฟิสิกส์ เคมี
 ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ทั่วไป
3. เกรดเฉลี่ยสะสม.....
4. มหาวิทยาลัย.....

ตอนที่ 2 : แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ มีข้อความที่แสดงทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความ 2 ข้อความ มี 3 ระดับ คือ เห็นด้วยกับข้อความทางซ้ายมือ ไม่แน่ใจ และเห็นด้วยกับข้อความทางขวามือ

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียวเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม

ข้อที่	ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
0	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้	✓			ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว

จากตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องเห็นด้วยกับข้อความด้านซ้าย หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นตรงกับข้อความว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้

ตารางผนวกที่ 1 แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย	ทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1	ทฤษฎีเก่าที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นจริงจะไม่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาเพื่อค้นหาความรู้ใหม่เกี่ยวกับเรื่องนั้นอีก				ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นทฤษฎีเก่าก็ยังเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อยู่
2	ทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง เนื่องจากสมมติฐานต้องใช้การทดสอบเชิงประจักษ์ และเมื่อได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง สมมติฐานจะเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎี				ทฤษฎีคือการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ได้มาจากจินตนาการ ความคิด และเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ จากการพิสูจน์ หรือการทดลอง
3	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (เช่น แบบจำลองอะตอม และเซลล์ประสาท)เป็นการคัดลอกความจริงในธรรมชาติ				แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้บรรยายถึงความจริงในธรรมชาติ แต่เป็นแบบจำลองทางความคิดหรือการคาดเดาอย่างมีเหตุผล
4	นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์				นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น เขาอาจจะใช้จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างความรู้
5	นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวในการทำงาน				ปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิม ความเป็นเหตุผล ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	พรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็น ด้วย	พรรณนาเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์
6	นักวิทยาศาสตร์รายงาน ข้อมูลตรงกับผลการ ทดลองจริงไม่บิดเบือน ข้อมูล				ความรู้เดิม ความเชื่อที่ยึดถือ มีอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูล ของนักวิทยาศาสตร์
7	นักวิทยาศาสตร์ทำงานคน เดียวเพื่อให้ได้ความจริงที่ สมบูรณ์				นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายใน ชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหา วิธีที่ดีที่สุดเพื่ออธิบาย ธรรมชาติ
8	นักวิทยาศาสตร์แสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สัตว์ทำการทดลอง แทนมนุษย์จริงๆ				นักวิทยาศาสตร์ทำการ ทดลองกับสัตว์ทดลองโดย คำนึงถึงผลกระทบต่อสัตว์ ทดลองเท่า ๆ กับความรู้ที่จะ ได้รับ
9	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความจริงที่เกิดขึ้นใน ธรรมชาติ				ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น คำอธิบายของมนุษย์เพื่อทำ ความเข้าใจธรรมชาติ แต่อาจไม่ใช่ความจริงอย่าง ที่เป็น
10	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความจริงแท้ที่ไม่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้				ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น ความจริงชั่วคราว สามารถ เปลี่ยนแปลงได้
11	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องได้มาจากวิธีการทาง วิทยาศาสตร์				ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจ ได้มาจากวิธีการทาง วิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ ก็ได้
12	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูก สร้างขึ้นโดยอาศัยการ สังเกต สืบสวนตรวจสอบ หรือการทดลอง				ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจ ถูกสร้างขึ้นโดยจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	พรรณษะเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็น ด้วย	พรรณษะเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์
13	นักวิทยาศาสตร์แสวงหา ความรู้ที่มีอยู่แล้วใน ธรรมชาติ				นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ เพื่อใช้อธิบายธรรมชาติ
14	กฎทางวิทยาศาสตร์ได้รับการ พิสูจน์ว่าเป็นความจริง ที่สมบูรณ์				กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นความ พยายามของนักวิทยาศาสตร์ ในการอธิบายธรรมชาติ
15	การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นไป ตามวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ที่มีลำดับ ขั้นตอนแน่นอน				การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้อง ทำตามลำดับขั้นตอนทาง วิทยาศาสตร์
16	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ ใช้อธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติและโลกรอบตัว				วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ นำมาใช้ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกระบวนการในการ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ และการ ทำงานของสิ่งนั้นในธรรมชาติ
17	นักวิทยาศาสตร์ทำงานใน ห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษา สิ่งที่ตนเองสนใจ				กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่ง ที่เป็นความต้องการของ สังคม
18	นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดย ไม่ต้องคำนึงถึงจริยธรรม และค่านิยมทางสังคม				วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมีผล ต่อสังคมและสังคมก็มีผลต่อ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นกัน

เครื่องมือที่ 2

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

1. ตามความเข้าใจของท่านคิดว่า วิทยาศาสตร์ คืออะไร
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนหรือแตกต่างจากความรู้สาขาวิชาอื่น ๆ หรือไม่อย่างไร
3. ท่านคิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร
4. ขอให้ท่านยกตัวอย่างกฎ หรือทฤษฎี วิทยาศาสตร์มา 1 อย่าง
5. กฎกับทฤษฎีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร กฎหรือทฤษฎีนั้นได้มาอย่างไร
6. ท่านคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร
7. ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างไร
8. นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการทำงานอย่างไรเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
9. ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะอย่างไร
10. ท่านคิดว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่ อย่างไร

เครื่องมือที่ 3

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

1. ท่านคิดว่าเป้าหมายของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง
2. ท่านคิดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร
3. ท่านจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ท่านต้องการ
4. หากท่านต้องการให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ท่านจะมีวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร จงยกตัวอย่าง
5. ท่านจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ท่านสอน
6. ท่านจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ท่านสอน

เครื่องมือที่ 4

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างอาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ในทรงสนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ สควค.

1. อาจารย์คิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร
2. ตามความเข้าใจของอาจารย์คิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คืออะไร
3. ตามความคิดของอาจารย์ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไร
4. นิสิต/นักศึกษา (ชื่อ) มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
5. อาจารย์คิดว่าการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของนิสิต/นักศึกษาได้บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
6. นิสิต/นักศึกษา (ชื่อ) ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ของนิสิต/นักศึกษาหรือไม่ อย่างไร
7. อาจารย์ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนของนิสิต/นักศึกษาในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
8. อาจารย์คิดว่าการสอนของนิสิต/นักศึกษาเป็นอย่างไร ประสบความสำเร็จหรือไม่ มากน้อย เพียงใด
9. จากการสอนของนิสิต/นักศึกษาอาจารย์พบปัญหา/อุปสรรคในการสอนของนิสิต/นักศึกษาหรือไม่ อย่างไร หากมีปัญหา อาจารย์ให้ข้อเสนอแนะแก่นิสิต/นักศึกษาอย่างไร

เครื่องมือที่ 5

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

บันทึกภาคสนามครั้งที่.....

วันที่.....เวลา.....สถานที่.....

กิจกรรม.....

สิ่งที่สังเกตได้	ความคิดเห็น (การลงความเห็น)

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีหัวข้อในการสังเกตดังนี้

1. ลักษณะกายภาพของสถานที่

1.1 สถานที่/ห้องเรียน

1.2 การจัดชั้นเรียน

1.3 อุปกรณ์การเรียนวิทยาศาสตร์

2. บุคลิกของนักศึกษาในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.1 การใช้ภาษาพูด/น้ำเสียง

2.2 การใช้ภาษากาย

3. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 ขั้นตอนการสอนสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

ก. การสร้างสถานการณ์กระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น

ของนักเรียน

ข. การนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน/ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์/ประวัติ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนเข้าสู่บทเรียน

ค. การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

3.1.2 ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ก. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหา/กิจกรรมของนักเรียน

ข. การให้โอกาสแก่นักเรียนในการวางแผนการค้นหาคำตอบ/
แสวงหาความรู้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ค. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ
ด้วยตนเอง

ง. การให้นักเรียนทำงานกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม

3.1.3 ชั้นการสรุปทเรียน

ก. การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยน
ความคิดกับผู้อื่น

ข. การเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่
เกี่ยวข้องกับบทเรียนหลัง/ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้

ค. การให้นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วกับสิ่ง
ที่เรียนรู้ในวันนี้

ง. การนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ อภิปรายผลกระทบเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนกับสังคมและสิ่งแวดล้อม

3.2 บรรยากาศในการสอน/พฤติกรรมการสอนโดยทั่วไป

3.2.1 การส่งเสริมและยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน

3.2.2 การส่งเสริมและยอมรับจินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของ
นักเรียน

3.2.3 การส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ/
แสวงหาความรู้

3.2.4 การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน
บทเรียน

3.2.5 การเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายสรุปแนวคิดที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.6 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การให้ความสนใจกับนักเรียน

3.2.7 การใช้สื่อ/อุปกรณ์การสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.3 การประเมินผล

3.3.1 วิธีการประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.3.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวพศุภพร ลลิตานุรักษ์
วัน เดือน ปีที่เกิด	18 ตุลาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

