



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

Teaching and Learning the Nature of Science: A Case Study of a Demonstration School

นามผู้วิจัย นางสาววัลลพัญญ์ ทิพแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มทาวิตยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

Teaching and Learning the Nature of Science: A Case Study of a Demonstration School

โดย

นางสาวขวัญหญิง ทิพแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขวัญหญิง ทิพแก้ว 2555: การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ประ.ด. 171 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู
วิทยาศาสตร์ และศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ รูปแบบการวิจัยเป็น
กรณีศึกษา โดยกรณีศึกษา คือ ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จำนวน 2 ห้องเรียน (n=98) เป็นระยะเวลา 6 เดือน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสังเกตการสอนอย่างมี
ส่วนร่วม การสัมภาษณ์ครูและนักเรียน และแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
(VNOS-C) พัฒนาโดย Lederman และคณะ ซึ่งใช้วัดหลังการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีการตรวจสอบ
ข้อมูลแบบสามเส้า วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และการวิเคราะห์เชิงอุปนัย

ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 คน ส่วนใหญ่มีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย
เน้นการสอนเนื้อหาและการเรียนเพื่อสอบแข่งขันเป็นสำคัญ ซึ่งมีครูวิทยาศาสตร์ 1 คน ที่มีการสอนด้วย
การสาธิตการทดลองในเนื้อหาที่สามารถทำการทดลองได้ เป็นบางครั้ง และไม่มีการสอดแทรก
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในส่วนของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่ครูมีมุมมอง
ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เกือบทุกประเด็น ยกเว้น 1) ประเด็นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การสังเกต
ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 4) มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของ
วิทยาศาสตร์ และ 5) ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ (IV)
และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) ยกเว้นในประเด็น 1) ทฤษฎีและกฎ
ทางวิทยาศาสตร์ 2) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ที่มี
มุมมองที่ไม่สอดคล้อง (NV) เพื่อให้มองเห็นภาพรวมมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกประเด็นของ
นักเรียนแต่ละบุคคล ผู้วิจัยให้คะแนนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ทำให้ได้คะแนน
เต็ม 30 คะแนน พบว่านักเรียน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 47.95 (N=98) มีคะแนนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป

Khwanying Tipkaew 2012: Teaching and Learning the Nature of Science: A Case Study of a Demonstration School. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Pongprapan Pongsophon, Ph.D. 171 pages.

The aims of this research were 1) to study teachers' Views of nature of science and practice of teaching nature of science and 2) to investigate the ninth grade students' views of nature of science (NOS) after formal instruction at a demonstration school in Bangkok. This project is a qualitative study and employs a case study as a research design which took six months in the field. The participants included two science teachers and two classes of grade 9 students (n=98). The data gathering techniques/tools included participant observations, interviewing teachers and students and probing students' view of nature of science by View of Nature of Science (Form C) developed by Lederman *et al.* Data was analyzed by content and inductive analysis. To increase trustworthiness, data triangulation was employed.

The results indicate that both science teachers generally employed lecturing in their teaching. The lessons were influenced by national test and university examination. One teacher occasionally used a demonstration. They notably put emphasis on the content rather than nature of science. In regard to the view of nature of science, the teachers held Transitional Views on all aspects of nature of science except 1) Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge 2) Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge 3) Observation, Inference and Theoretical Entities in Science 4) Social and cultural Embeddedness of Scientific Knowledge and 5) Tentative Nature of Scientific Knowledge that they held the Informed Views. The majority of the students held Transitional Views on all aspects except 1) Scientific Theories and Laws 2) Myth of Scientific Method and 3) Social and cultural Embeddedness of Scientific Knowledge that they held the Uninformed Views. To get the whole picture of the individual students' view of nature of science, corresponding scores were given to all categories of NOS views making a total score of 30. It found that 47 students or 47.97 percent (N=98) passed the test at the criterion of 60 percent.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณด้วยความซาบซึ้ง และสำนึกในความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันมีคุณค่ายิ่งในการวิพากษ์วิจารณ์ และสะท้อนความคิดเห็นต่องานวิจัยอย่างสร้างสรรค์ นับตั้งแต่การคัดเลือกกำหนดปัญหาการวิจัย การดำเนินงาน การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และการเขียนรายงานวิจัย

กราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ และครูวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้โรงเรียนสาธิตแห่งนี้เป็นสถานที่ในการเก็บข้อมูลวิจัย และผู้วิจัยสำนึกในความเสียสละเวลา ความเป็นมิตร ความร่วมมือ และความมีจิตใจที่เปิดกว้างต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย

ขอบคณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งนี้ที่ตั้งใจทำกิจกรรมอย่างพากเพียร และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอบคณน้องสาว เพื่อนสนิทของผู้วิจัย และพี่ ๆ นิสิตสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ให้อำนาจกำลังใจ และคอยช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ของผู้วิจัยที่ให้การสนับสนุนส่งเสริม และให้อำนาจกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขวัญหญิง ทิพแก้ว

พฤษภาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามของการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ข้อตกลงเบื้องต้น	8
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	9
มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	10
การสอนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	29
การศึกษา และการรวบรวมข้อมูลก่อนลงภาคสนาม	31
การเริ่มต้นเข้าสู่สนาม	39
การปฏิบัติงานเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม	39
การตรวจสอบ การตีความหมายกับแหล่งข้อมูล	45
จริยธรรมและคุณธรรมการวิจัย	45
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	46
ตอนที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน	47
ตอนที่ 2 การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู	60
ตอนที่ 3 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน	103

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	126
สรุปผลการวิจัย	129
ข้อเสนอแนะ	133
ข้อจำกัดในงานวิจัย	136
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	138
ภาคผนวก	145
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ	146
ภาคผนวก ข ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือ	148
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	150
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	171

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางกำหนดรายละเอียดข้อสอบ VNOS C (Table of Specification of VNOS C) โดย Lederman และ คณะ (2002)	36
2	เกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู	42
3	การเข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ของครูคนที่ 1	70
4	การเข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ของครูคนที่ 2	72
5	การสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	75
6	ตารางสรุปมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในแต่ละประเด็น	103
7	ความถี่ และร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น	110
8	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นรายห้อง	123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	กรอบทฤษฎีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	159
2	กรอบทฤษฎีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	167



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแสดงบริเวณโรงเรียน	51
2	บริเวณ โรงเรียนและอาคารเรียน	52
3	แผนผังห้องเรียนบรรยายของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	53
4	บริเวณนอกห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	54
5	ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	55
6	ครูคนที่ 1 สานิตการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน (10 ม.ค. 2555)	77
7	ครูคนที่ 1 สานิตการทดลอง เรื่อง รอกพวงในระบบต่าง ๆ (31 ม.ค. 2555)	79
8	ครูคนที่ 1 ใช้สื่อ Power Point สอนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (20 ธ.ค. 2554)	82
9	ครูคนที่ 1 เปิดคลิป V.D.O การเคลื่อนที่ของเครื่องบิน Zero G จากการสอนเรื่อง สภาพไร้น้ำหนัก (27 ธ.ค. 2554)	84
10	ครูคนที่ 2 สอนบรรยาย เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก (19 ธ.ค. 2554)	92
11	บรรยากาศในห้องเรียน นักเรียนตั้งใจทำแบบฝึกหัด และ จดบันทึกตามที่ครูสอน	93
12	ครูคนที่ 2 สอนบรรยาย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (22 ธ.ค. 2554)	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

13

ตัวอย่างภาพวาดบนกระดานของครู เรื่อง
การลอยการจม กรณีที่ 1 วัตถุลอยพ้นของเหลว

99



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะขององค์ความรู้ กระบวนการ และกิจการของวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นคำนิยาม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายที่ระบุว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์คือใคร ทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม (McComas *et al.*, 2000) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จุดเริ่มต้นของการตั้งปัญหาเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิธีการแสวงหาความรู้ และคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ นอกจากนี้การเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจลักษณะ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เข้าใจผลกระทบของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อสังคม ซึ่งการเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณลักษณะด้านหนึ่งของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ได้อีกด้วย (National Research Council [NRC], 1996) ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551) จึงได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดอยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นอีกสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีมาตรฐานการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน และมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนในทุกระดับชั้นได้เรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2548; กาญจนา มหาลี, 2553; สุทธิดา จำรัส, 2552; Moss and Robb, 2001) โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่เข้าใจว่า

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และไม่เข้าใจว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สุทธิดา จำรัส, 2552; สิริธนา กิจเกื้อกูล, 2548) ในประเด็นเรื่องการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์อย่างไร และในประเด็นเรื่องกิจการหรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร และคนในสังคมสามารถมีส่วนร่วมในกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (กาญจนา มหาลี, 2553; Murcia and Schibeci, 1999)

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว อาจเป็นเพราะนักเรียนมีปัจจัยบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิมของนักเรียนที่คลาดเคลื่อน อิทธิพลของความเชื่อจากสังคม ศาสนา และวัฒนธรรม อิทธิพลจากสื่อต่าง ๆ หรือการไม่ได้รับโอกาสในการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่มาจากครูผู้สอนก็ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้เช่นกัน ซึ่งครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับบทบาทของจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ต่อการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบทของสังคม (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000)

จากการรายงานผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เน้นกระบวนการการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจแนวทางวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนแบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit teaching approaches) หรือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานไปกับสิ่งอื่น ๆ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง (สุธาวัลย์ มีศรี, 2550) ซึ่งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง ในบางงานวิจัย พบว่าไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่ประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 1998 และ Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) ดังนั้น ควรจะมีการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ให้มีมุมมองธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในวิธีการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเช่นกัน (Abell and Smith, 1994; Lakin and Wellington, 1994)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนทั่วไปในประเทศไทย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มักจะสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการบรรยาย ไม่ได้เน้นทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และไม่ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2550; พวงผกา สุทธกุล, 2551) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอาจมีเจตคติด้านลบต่อวิทยาศาสตร์ได้ (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, 2553)

แต่ยังมีบางโรงเรียนที่นักเรียนมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์โดดเด่น โดยเฉพาะกลุ่มโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนสาธิต (ผกาพันธ์ อินตะแก้ว, 2553) ซึ่งโรงเรียนสาธิตมีการจัดการศึกษาที่มีลักษณะพิเศษต่างจากโรงเรียนทั่วไป มีจุดมุ่งหมายในการก่อตั้งเพื่อเป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพฝึกปฏิบัติของบัณฑิตในการสอนสาธิต ทดลองด้านการเรียนการสอน พัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ดังนั้นโรงเรียนสาธิตจึงเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในทุก ๆ ด้าน นอกจากนี้โรงเรียนสาธิตยังมีบุคลากรทางการศึกษาที่มีความสามารถ ซึ่งจะต้องสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโทเป็นอย่างน้อย และต้องมีเกรดเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี ในบางโรงเรียนสาธิต จะมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ จากมหาวิทยาลัยที่โรงเรียนสังกัดมาเป็นอาจารย์พิเศษในการสอนวิชาต่าง ๆ ให้นักเรียนอีกด้วย (สมศักดิ์ ลิลา, 2550) ในด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมักจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองอยู่เสมอ ส่งผลให้นักเรียนมีความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ โดยจะทราบได้จากผลงานทางวิชาการของนักเรียนที่ได้สร้างผลงานให้แก่โรงเรียน และการจัดงานสาธิตวิชาการของกลุ่มโรงเรียนสาธิตในทุก ๆ 2 ปี เพื่อนำเสนอนวัตกรรมทางการศึกษา การเรียนการสอนที่น่าสนใจ และการจัดกิจกรรมของนักเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตที่แสดงความสามารถในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมทั้งการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (แนวหน้า, 2553) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าโรงเรียนสาธิตมีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาว่าครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิตจะมีวิธีการสอนที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร และครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนในโรงเรียนสาธิตจะมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

คำถามของการวิจัย

1. ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
2. ครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย

โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐบาลแห่งหนึ่งในภาคกลาง

2. ระยะเวลาในการวิจัย

เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555

3. กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 98 คน และครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

4. ประเด็นที่ศึกษา

วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

5. เนื้อหาที่ศึกษา

ศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นประชาคมติของประชาคมวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิด Lederman *et al.* (2002) ซึ่งประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ คือ

1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Empirical Nature of Scientific Knowledge)
2. การสังเกต ลงความเห็นและความคิดตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Observations, Inference and Theoretical Entities in Science)
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theories and Laws)
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge)
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge)
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (The Social and cultural Embeddedness of Scientific Knowledge)
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Myth of Scientific Method)

8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Tentative Nature of Scientific Knowledge)

นิยามศัพท์เฉพาะ

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องหรือบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสังเกต สังเกตการสอนในห้องเรียน การจัดกิจกรรม การใช้สื่อการสอน การใช้คำถาม และใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1. ไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยไม่มีการกล่าวถึงหรืออ้างถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ คือ ครูไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีวิธีการสอนแบบบรรยาย ให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยในระหว่างที่ครูสอนบรรยาย ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) หมายถึง การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานไปกับสิ่งอื่น ๆ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การสอนแบบสาธิตการทดลอง โดยนักเรียนถูกมุ่งหวังว่าจะต้องเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ดังนั้นในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนจึงไม่มีการบูรณาการเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด

พฤติกรรมที่บ่งชี้ คือ ครูไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมในรูปแบบของทักษะกระบวนการ หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ โดยในระหว่างที่จัดกิจกรรม ครูไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม และไม่ได้บ่งชี้ว่า สิ่งที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด

3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องสอดคล้องกับประชาคมของประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง สามารถสอนได้ทั้งแบบแยกส่วน คือ การสอนเป็นอภิรายวิชาเพิ่มเติม หรือการสอนแบบบูรณาการ คือ บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะจัดโดยวิธีการใดก็ได้ แต่ในระหว่างการทำกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ คือ ครูมีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ โดยในระหว่างที่จัดกิจกรรม ครูมีการบ่งชี้ เชื่อมโยงเหตุการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น และมีการอภิปราย ได้ข้อสรุป เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การเขียนอนุทิน และมีการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้คำถามของครู

การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งได้แก่ การแสดงความคิดเห็น ทักษะคิด หรือความสามารถของครูและนักเรียน ในการอธิบายขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ตามกรอบมุมมองของ Lederman *et al.* (2002) สามารถวัดได้โดยการใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แปลมาจาก VNOS-C ของ Lederman *et al.* (2002) ซึ่งให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และให้เหตุผล พร้อมยกตัวอย่างประกอบการแสดงความคิดเห็น

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการศึกษามุมมองธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ผู้วิจัยมีการตัดสินใจ และวิเคราะห์ข้อมูล โดยยึดตามกรอบแนวคิด
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman *et al.* (2002)



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการทำงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับเนื้อหา ดังนี้

1. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 กรอบแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3 การวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.4 ปัจจัยส่งเสริมหรือขัดขวางมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

3.3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โดยมีรายละเอียดดังนี้

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย ดังนี้ ความหมายแรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ ในหลายด้าน เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนกระบวนการทำงาน อย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิกริยาอย่างไรต่อความพยายามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; Lonsbury and Eill, 2002) ซึ่งมีความสอดคล้องกับความหมายที่สอง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนของลักษณะเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ว่าวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำอะไรให้กับสังคม และวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร โดยทั้งสองความหมาย จะให้ความสำคัญเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม (Promkatkeaw, 2007; สุกกาญจน์ รัตนกร, 2552) ส่วนความหมายที่สาม ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ อ้างอิงถึงสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานแบบกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม และอ้างอิงถึงค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งการศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ (ปริณดา ลิปานนท์, 2547) ซึ่งอาจมีบางประเด็นที่แตกต่างจากความหมายก่อนหน้านี้ โดยจะมีการกล่าวถึงค่านิยม ความเชื่อ และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษามีมุมมองที่แตกต่างกันเกี่ยวกับความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น ซึ่งเมื่อพิจารณาในรายละเอียด ทำให้ทราบว่า มีหลายประเด็นที่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงขอสรุปความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการศึกษาทางสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ญาณวิทยา รวมถึงค่านิยม และความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะทำให้เข้าใจได้ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นอย่างไร และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับสังคมอย่างไร

2. กรอบแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยแนวคิดเกี่ยวกับตัววิทยาศาสตร์อยู่หลายแนวคิด ซึ่งในที่นี้อาจจัดหมวดหมู่ของแนวคิดเหล่านั้นได้เป็น 3 องค์ประกอบตามการจัดของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993) ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

องค์ประกอบที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

องค์ประกอบที่ 3 องค์การทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

องค์ประกอบที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

1.1 โลก คือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปแบบ (pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบ ซึ่งร่วมกับการใช้ประสาทสัมผัส และเครื่องมือต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ สามารถทำความเข้าใจได้และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ไม่มีความเข้าใจใดที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นอย่างช้า ๆ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ และตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากประชาคมวิทยาศาสตร์ (Scientific Community)

1.4 ทฤษฎี และกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน ทั้งกฎ และทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน

1.5 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม หลายสิ่งหลายอย่างในโลกไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัย มากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูล นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมากกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือ “การทำการทดลอง” ที่มักถูกจำกัดให้ทำเป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัว และการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อยืนยันความถูกต้อง และได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุ และหลีกเลี่ยงความลำเอียง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากความลำเอียง อันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ การ

ตีความหมาย หรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ เป็นต้น

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (Authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหน ไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่า อะไรคือความจริง เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

องค์ประกอบที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมของมนุษยชาติ (Human activity) ซึ่งมีมิติในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่าง ๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม

3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้ว ไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่าง ๆ โดยสิ้นเชิง

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethical norms of science)

3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และประชาชน

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้ เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้ เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

นอกจาก American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993) ได้อธิบายความหมาย และองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนแล้ว ยังมีนักการศึกษาได้อธิบายองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

Lederman *et al.* (2002) ได้อธิบายองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Empirical Nature of Scientific Knowledge) หมายถึง วิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสามารถขยายขอบเขตของการสังเกต โดยการสร้างเครื่องมือขึ้นเพื่อช่วยขยายขอบเขตในการสังเกตได้ โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

2. การสังเกต การลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ (Observation, Inference and Theoretical Entities in Science) หมายถึง การสังเกต และการลงข้อสรุป มีความแตกต่างกัน การสังเกต คือ การบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การปล่อยวัตถุตกลงสู่พื้น แต่การลงข้อสรุปไม่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การที่วัตถุตกลงสู่พื้น เป็นเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก การที่เข้าใจความแตกต่างของทั้งสองสิ่ง จะทำให้เข้าใจ ข้อสรุปต่าง ๆ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์

3. ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theories and Laws) ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ (Law) คือ ข้อสรุปทั่วไป เป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้ ส่วนทฤษฎี (Theory) คือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ ทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี ทั้งสองเป็นประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน

4. ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถเฉพาะตัวของมนุษย์แต่ละคน ทำให้การแปลความหมายสิ่งเดียวกันของแต่ละคนแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้

5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge)

วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพล และถูกขับเคลื่อนโดยทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับการยอมรับในเวลาใดเวลาหนึ่ง ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปภายใต้กรอบแนวคิดเดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถูกเหนี่ยวนำ ทำให้นักวิทยาศาสตร์มอง คิดหรือตัดสินใจตามกรอบ ยกเว้นมีการตีความข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างจากเดิม การถูกเหนี่ยวนำและชักจูงโดยทฤษฎีนี้ ทำให้การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัยแฝงอยู่อย่างไม่รู้ตัว สิ่งนี้นักวิทยาศาสตร์เห็นจึงมักเจือด้วยกรอบความคิด ความเชื่อหรือค่านิยมของเขาด้วย

6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (The Social and cultural Embeddedness of Scientific Knowledge)

วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคม และวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ ค่านิยมและความคาดหวังของวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความข้อมูล และสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Myth of Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มี

ขั้นตอนแน่นอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตามลำดับก่อนหลังในการทำงานวิจัยจริง ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวถึงนี้คือ เริ่มจาก ขั้นที่1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่4 ทำการทดลอง ขั้นที่5 ทดสอบสมมติฐาน และขั้นที่6 ลงข้อสรุป โดยในความเป็นจริงการทำงานวิจัยอาจมีการย้อนกลับไปที่กลับมาข้ามขั้นตอนหรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะการทดลองเพียงอย่างเดียว อาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอ โหมดความคิด แม้กระทั่งความบังเอิญ เป็นต้น

8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Tentative Nature of Scientific Knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่จากสังเกตหรือการแปลความใหม่จากชุดข้อมูลเดิม คุณลักษณะอื่น ๆ ทั้งหมดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นเหตุผลของความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นเป็นสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสิ่งที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้งกรอบแนวคิดของ AAAS (1993) และกรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) มีความสอดคล้องกัน โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษาองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) เพราะองค์ประกอบนี้มีความชัดเจน ครอบคลุมในองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ และสอดคล้องกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1993) ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ C (View of Nature of Science Questionnaire: VNOS-Form C) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพ โดยผู้วิจัยเลือกใช้งานวิจัยครั้งนี้ด้วย

3. การวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่มีการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงด้านเดียว เช่น Nature of scientific Knowledge Scale (NSKS) ของ Rubba (1981) ซึ่งวัดเกี่ยวกับลักษณะองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ Nature of Science Survey ของ Lederman and O'Malley (1990) วัดเกี่ยวกับความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือที่วัดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลายด้าน เช่น Test on Understanding Science (TOUS) วัดเกี่ยวกับความเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ กระบวนการ และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และมีจำนวนมากที่วัดได้ค่อนข้างครอบคลุมในทุกประเด็น อาทิ แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS) ของ Lederman (2002) หรือ Views on science technology society (VOSTS) ของ Aikenhead (1989) นอกจากนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยังมีหลากหลายวิธีการในการวัดประเมินความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้แบบสอบถามความเข้าใจซึ่งมีหลายรูปแบบ อาทิ การให้เลือกตอบ และแสดงเหตุผล หรือ แบบให้เลือกตอบเพียงอย่างเดียว โดยอาจมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายในลักษณะของความสำเร็จหรือการใช้สถิติบรรยาย จำแนก และจัดกลุ่มแนวคิด (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, 2553)

อย่างไรก็ตามการวัด และประเมินผลนักเรียนด้านความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ควรเป็นลักษณะของข้อสอบแบบตัวเลือกที่เป็นความคิดรวบยอดหลัก ตรงตัว เนื่องจากจะทำให้ นักเรียนเรียนรู้โดยการท่องจำ แต่ควรประเมินผลโดยการขยายแนวคิด โดยการให้ตัวอย่างใหม่ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน (Johnston and Southerland, 2002) และควรประเมินโดยเลือกใช้วิธีการ และเครื่องมือที่หลากหลาย ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีลักษณะของเครื่องมือดังต่อไปนี้ (Lederman *et al.*, 1998; Abd-El-Khalick, 2002)

1. Paper and Pencil Test

เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถาม ให้แสดงความคิดเห็น (เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย) หรือเป็นข้อความให้เลือกตอบว่าถูกหรือผิด หรือเป็นตัวเลือกให้เลือกมากกว่า 2 ตัวเลือก (multiple choice items) บางครั้งอาจจะเป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นข้อความ และให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น ในหลายระดับ (Likert-type) โดยเครื่องมือลักษณะดังกล่าวนี้ มีข้อจำกัดในการใช้วัดความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประการด้วยกัน (Lederman *et al.*, 2002) ประการแรก เครื่องมือชนิดนี้ ได้ข้อมูลที่มาจากการสันนิษฐานว่าผู้ตอบมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจ เข้าใจมากหรือน้อย แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเข้าใจอย่างไร ประการที่ 2 คุณภาพของเครื่องมือชนิดนี้ยังเป็นที่ตั้งข้อสงสัย ของนักการศึกษาทั่วไป เนื่องจากกระบวนการสร้าง และการตรวจสอบคุณภาพทำโดยผู้วิจัย และ ประการที่ 3 เครื่องมือชนิดนี้ไม่สามารถให้ข้อมูลที่จะนำมาใช้อธิบายมุมมองหรือความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้ และผู้วิจัยอธิบายไม่ได้ว่าความเข้าใจในระดับต่าง ๆ นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไร และมีเกณฑ์ใดในการบ่งชี้ว่าเป็นไปตามเกณฑ์นั้น โดยปราศจากการอคติ หรือความลำเอียงของผู้ตอบ แต่เครื่องมือชนิดนี้สามารถศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมทุกประเด็น

2. View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form A)

เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึกที่ผู้วิจัยใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด มักใช้คู่กับการสัมภาษณ์แบบ กึ่งโครงสร้าง โดย Lederman and O'Malley พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990 ประกอบด้วยข้อคำถาม 7 ข้อ ใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกัน เพื่อ นำมาใช้อธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ศึกษามุมมองธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในประเด็นดังนี้ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและการลง

ข้อสรุป จิตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ และความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

3. View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form B)

เป็นเครื่องมือที่ Abd-El-Khalick *et al.* ได้ปรับปรุง View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form A) เป็น View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form B) ในปี ค.ศ. 1998 เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการปรับข้อคำถามของ VNOS-Form A ซึ่ง VNOS-Form B จะประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 7 ข้อ เป็นการพยายามสร้างข้อคำถามที่สามารถศึกษามุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถาม สร้างในบริบทที่กว้างขวาง สามารถนำมาอธิบายได้ นักวิจัยมักใช้ VNOS-Form B ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึก และทำให้สามารถอธิบายข้อคำถามที่ผู้ตอบไม่เข้าใจได้

4. View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form C)

เมื่อทำการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือ VNOS-Form A และ VNOS-Form B โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ไม่มี ความชำนาญในเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า มีบางข้อคำถามที่ยังไม่สามารถ อภิปรายสรุปได้ ในปี 1998 Abd-El-Khalick *et al.* จึงได้ปรับปรุงข้อคำถามจาก VNOS-Form B โดยการขยายความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเพิ่มข้อคำถาม 3 ข้อ เพื่อให้สามารถวัดมุมมองเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ ร่วมกันตรวจสอบจนได้ข้อคำถามที่สมบูรณ์ จำนวน 10 ข้อ โดย ประเด็นที่เพิ่มเข้ามา คือ วิทยาศาสตร์กับสังคมวัฒนธรรม และในปี ค.ศ. 2002 Lederman *et al.* (2002) ได้ติดตามการพัฒนาแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C ของ Abd-El-Khalick *et al.* (1998) และได้ปรับปรุงข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ชัดเจน และสอดคล้องกับ ประเด็นคำถามในแบบวัด เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้วิจัยยิ่งขึ้น ซึ่ง สามารถใช้ได้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรี และครูผู้สอน

5. View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form D)

หลังจากได้เครื่องมือ VNOS-Form C แล้ว ต่อมาได้มีการปรับปรุงเครื่องมือให้สามารถนำไปใช้วัดมุมมองความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย (Elementary) และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Middle School) โดยปรับปรุงให้มีข้อคำถามปลายเปิดเป็น 7 ข้อใหญ่ ซึ่งมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง และการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกฎและทฤษฎี และความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม VNOS-Form D เป็นข้อคำถามที่เข้าใจง่าย ไม่สับสน เหมาะสมกับนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6. View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form E)

Lederman *et al.* (2001) ได้ปรับปรุงเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น โดยมีข้อคำถามปลายเปิด 7 ข้อใหญ่ มีประเด็นของข้อคำถามคล้ายกับ VNOS-Form D แต่จะเป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์ และมีการเพิ่มเติมรูปภาพ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น แต่ข้อจำกัดของ VNOS-Form E คือ การนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลค่อนข้างจะยุ่งยาก เพราะนักเรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่ยังเด็ก เขียนหนังสือได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจะต้องมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือ คือ View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form C) เพื่อวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่ง VNOS-Form C เป็นรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) ได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมกับการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของกฎและทฤษฎี ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-Form C) สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะนักเรียนมีวุฒิประสบการณ์ความรู้ทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งได้เรียนรู้เกี่ยวกับกฎและทฤษฎีมาบ้างแล้ว

4. ปัจจัยส่งเสริมหรือขัดขวางมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

งานวิจัยส่วนใหญ่จะกล่าวถึงปัจจัยส่งเสริมหรือขัดขวางมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประชาคมของประชาคมวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการอภิปรายผลการวิจัยหรือข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นการอภิปรายผล และเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น การอภิปรายผลการวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ที่กล่าวว่า ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ลักษณะ ข้อจำกัด และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการ การคิด และการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ควรให้ความสำคัญกับการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธิดา จำรัส (2552) ที่กล่าวว่า สิ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น คือ การสอนวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอประเด็นที่หลากหลาย เช่น การเปิดโอกาสให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการสอนเพื่อให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรม และชีวิตประจำวัน การนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่สนใจของสังคมมาบูรณาการกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมุมมองมากขึ้น รวมทั้งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit approach) และ Abd-El-Khalick *et al.* (1997) ได้เสนอแนะไว้ว่า นอกจากการจัดการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยอีกทางหนึ่ง

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ส่งเสริมมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ วิธีการสอนของครูที่จะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง และให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในส่วนของปัจจัยที่ขัดขวางความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อาจมาจากการที่ครูไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และครูบางคนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลง

ได้ และต้องท่องจำเพื่อนำไปใช้ นับเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดร่วมสมัยในปัจจุบัน (Abell and Smith, 1994; Tobin and McRobbie, 1997) ทำให้น่าเชื่อว่าครูอาจจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนท่องจำแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการสอนให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรืออาจสอนให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพียงเพื่อสนับสนุนแนวคิด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องในประเด็นต่าง ๆ ได้ และนอกจากนี้ Bell *et al.* (2003) ได้แสดงความคิดในประเด็นที่นักเรียนมีมุมมองที่ไม่สอดคล้องไว้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนเชื่อว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่สามารถสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เชื่อว่ากฎทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์และทฤษฎีเท่านั้น หรือเชื่อว่าการตีความของข้อมูลที่แตกต่างกันไม่ได้มาจากข้อมูลชุดเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งอาจมาจากภูมิหลังของนักเรียนหรือแนวคิดเดิมที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายใต้การปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งการประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติศาสตร์ เพื่อสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจแก่การทดลอง อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการบูรณาการ อาจช่วยให้นักเรียนซาบซึ้งและตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จนนำมาซึ่งความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองต่อไป (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2548)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยนักการศึกษาพยายามที่จะแก้ปัญหา และพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น (Murcia and Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Bell *et al.*, 2003; Khishfe, 2008) โดยศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งวิธีการสอนที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์สนใจศึกษาอย่างมากมายมี 3 วิธี แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการสอนโดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวกับประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สอนร่วมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Irwin, 1998; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Din-yan Yip, 2006) โดยเฉพาะในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจลักษณะการทำงานและการค้นพบความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือ วิธีการนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะประเด็นการค้นหาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002 อ้างถึงใน Klopfer and Cooley, 1963) ซึ่งการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เป็นอีกวิธีที่ทำให้นักเรียนทราบว่าวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นอย่างไร โดยนักเรียนควรได้รับการปลูกฝังว่าความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหลายนั้น เป็นการสั่งสมความรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไปอย่างยาวนาน ซึ่งการสอนประวัติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั้น ไม่ใช่ให้จดจำเนื้อหาประวัติความเป็นมา แต่ต้องเน้นเนื้อหาที่ต่อเนื่อง การแก้ไข ข้อค้นพบที่ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเรียกว่าเป็นการปูพื้นฐานธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอาศัยการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์นั่นเอง (AAAS, 1993)

2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานไปกับสิ่งอื่น ๆ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยวิธีนี้ได้ผลดีเมื่อใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) (Akerson *et al.*, 2000) การจัดการเรียนรู้แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit) นักเรียนถูกมุ่งหวังว่าจะต้องเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ผ่านประสบการณ์ในการสร้างข้อมูลเป็นทฤษฎี โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อธิบายปัญหาบางอย่าง และเปรียบเทียบกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่คาดว่านักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนจึงไม่มีการบูรณาการเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด ซึ่งการเรียนรู้วิธีนี้ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ (สุชาวัลย์ มีศรี, 2550)

3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องสอดคล้องกับประชาคมของประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะจัดโดยวิธีการใดก็ได้ แต่ในระหว่างการทำกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Abd-El-Khalick and Lederman, 1997; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008) โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ตลอดจนมีการประเมินผลจากการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Schwartz and Lederman, 2002; Schwartz *et al.*, 2004)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูเคยสอนนั้น จะช่วยเชื่อมโยงความสอดคล้องระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้สาระนั้นมีความสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูไม่ต้องเพิ่มภาระงานจากบทเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ครูควรทำความเข้าใจกับนักเรียนตั้งแต่ต้นว่า มีลักษณะธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ด้านใดที่จะต้องเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความตระหนักว่าการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ และควรให้ความสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์ (Schwartz and Lederman, 2002; Johnston and Southerland, 2002)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ ผลที่ได้จากการศึกษาส่วนใหญ่ พบว่า ผู้เรียนมีมุมมองหรือความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประเพณีของประชาคมวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Irwin, 1998; กาญจนาน มาหาลี, 2553 และสุรยศ ททรัพย์ประกอบ, 2553) ยกตัวอย่างงานวิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ งานวิจัยของ Moss and Robb (2001) ที่สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) พบว่านักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านของความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคน และพรทิพย์ ไชยโส (2552) ที่สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถบอกลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและลงข้อสรุป แต่พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน อาจเป็นเพราะความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่มาจากครูผู้สอน หรือนักเรียนไม่ได้รับโอกาสในการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (Moss and Robb, 2001) เช่นเดียวกับ สิริินภา กิจเกื้อกูล นฤมล ยุตาคน และอรุณี อิงคากุล (2548) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับบทสรุปของ Moss and Robb (2001) และ สุทธิดา จำรัส, นฤมล ชูตากม และพรทิพย์ ไชยโส (2552) แต่แตกต่างจากงานวิจัยของปราโมทย์ อินทรบำรุง (2544) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่านักเรียนจะมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านอื่น ๆ

2. งานวิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

จากการรายงานผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ขาดแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ร่วมสมัย ชัดเจน และถูกต้องเหมาะสม และละเอียดที่จะสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ครูส่วนใหญ่มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน เกี่ยวกับบทบาทของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ต่อการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบทของสังคม (พวงผกา สุทธิกุล, 2551; Abell and Smith, 1994; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Lakin and Wellington, 1994)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว (2550) ที่พบว่า แนวคิดของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม อาจเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ วรณทิพา รอดแรงกล้า (2552) พบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีทั้งแนวคิดดั้งเดิมและแนวคิดร่วมสมัยผสมกันในด้านทฤษฎี และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากครูสอนหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายในระหว่างการบรรยายของครู แสดงว่าครูมีทฤษฎีตามแนวคิดดั้งเดิมว่า วิทยาศาสตร์ คือองค์ความรู้ที่เป็นจริงแท้แน่นอน แต่ถ้าครูไม่เพียงแต่สอนหลักการและกฎเท่านั้น แต่ยังสอนถึงกรณีตัวอย่างที่แสดงถึงการโต้แย้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าครูมีทฤษฎีตามแนวคิดร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเห็นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2550)

จะเห็นได้ว่าครูวิทยาศาสตร์ยังมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน และอาจจะส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองที่คลาดเคลื่อนได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาครูให้มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง ร่วมกับการพัฒนาด้านการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูมีความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปสอนให้นักเรียนมีความเข้าใจได้ด้วยเช่นกัน

3. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพราะเชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างยาก และสามารถพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในบางองค์ประกอบเท่านั้น ซึ่งถือว่าไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนามุมมองหรือความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยมาก (Welch and Walberg, 1972; Irwin, 1998; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) แตกต่างจากงานวิจัยของ Allchin *et al.* (1999) ที่ได้ประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติวิทยาศาสตร์ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาปฏิบัติการ โดยนำประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (science-technology-society) ที่เกิดขึ้นในอดีตมาชี้ให้นักเรียนวิเคราะห์ อภิปราย และวางแผนสำรวจแนวคิดนั้น ๆ แล้วลงมือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ด้วยตนเอง ผลการปรับปรุงครั้งนี้พบว่า นักเรียน

ร่วมทำปฏิบัติการ และทำคะแนนสอบได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนคิดว่าการลงปฏิบัติการช่วยให้พวกเขาเข้าใจถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง พบว่า การสอนแบบไม่ชัดแจ้ง ไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากขึ้น เมื่อผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพราะนักเรียนไม่สามารถทราบได้ด้วยตนเองว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษานั้น จะมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใด สอดแทรกอยู่ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนแบบชัดแจ้งและการสะท้อนกลับความรู้เปรียบเทียบกับผลของการสอนแบบไม่ชัดแจ้งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาที่มีต่อความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่สอนแบบชัดแจ้งและให้สะท้อนกลับความรู้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และกลุ่มนักเรียนที่สอนแบบไม่ชัดแจ้งในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด และการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสอนแบบชัดแจ้งและได้สะท้อนกลับความรู้ มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องตามประชาคมติของประชาคมวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสอนแบบไม่ชัดแจ้ง

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนเห็นประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจบางส่วน และมีความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในทุกประเด็นที่

ศึกษา ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นหรือบูรณาการเกี่ยวกับ
 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
 ประเด็นที่สำคัญให้ชัดเจน (กาญจนา มหาดี, 2553; Jurarat, 2009; Khishfe, 2008)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการ
 สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 ได้ดีกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์
 และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้ทราบถึงประเด็นต่าง ๆ
 ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และได้ร่วมอภิปรายสะท้อนความเข้าใจในธรรมชาติ
 ของวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนดังกล่าวจะสอนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้พื้นฐาน ซึ่งจะ
 ทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับการเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นกรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งเป็นการวิจัยที่ศึกษาในวงแคบ แต่มุ่งศึกษาให้รายละเอียดลึกซึ้งจนหาข้อสรุปได้ชัดเจน (รัตนะ บัวสนธ์, 2551) โดยจะศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับสภาพบริบทของโรงเรียน มุมมองความเชื่อ ทักษะคติต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในการศึกษาเป็นรายกรณี จะทำให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนว่าครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิต มีเทคนิค วิธีการสอนที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร และนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสาธิตมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดบ้าง

ผู้วิจัยเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 มีกลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน โดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และมีหัวข้อการสอนที่เหมือนกัน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 98 คน ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นระดับสุดท้ายของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งได้รับมวลประสบการณ์ความรู้ ทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และกระบวนการต่าง ๆ จากการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากการสังเกตบริบทต่าง ๆ ของโรงเรียน ศึกษาคู่มือเอกสาร การเรียนของนักเรียน ศึกษาการปฏิบัติการสอนของครู โดยใช้แบบสังเกตการสอน และศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมีการสัมภาษณ์ครู และนักเรียน ซึ่งนำเสนอรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษา และการรวบรวมข้อมูลก่อนลงภาคสนาม

1.1 การเลือกกรณีศึกษาที่ใช้ในการวิจัย

1.2 การกำหนดกรอบแนวคิดและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

1.4 กำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การเริ่มต้นเข้าสู่สนาม

3. การปฏิบัติงานเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

การดำเนินการวิจัยมีดังนี้

ในการศึกษาการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์ครูก่อนการสังเกตการสอน โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งสัมภาษณ์ในประเด็นข้อมูลส่วนบุคคลเกี่ยวกับประวัติทางด้านการศึกษาและการทำงาน มุมมองความเชื่อ ทักษะคิดต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจึงเข้าสังเกตการสอนในห้องเรียน โดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อครูมีการสอนเสร็จสิ้นในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสอนของครู เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ข้อมูลที่เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และจัดกลุ่มแนวคิด ส่วนข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการสอน วิเคราะห์โดยการสร้างข้อสรุปอุปนัย

ส่วนการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-Form C) พัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) วัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อศึกษาการแสดงความคิดเห็น ทักษะคิด การอธิบายขยายความ และการตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และจัดกลุ่มแนวคิด รวมทั้งมีการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละบุคคล

โดยมีขั้นตอน และรายละเอียด ดังนี้

การศึกษา และการรวบรวมข้อมูลก่อนลงภาคสนาม

1. การเลือกกรณีศึกษาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารายกรณี ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงเรียนที่นักเรียนมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ คือ โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยรัฐบาลจำนวน 1 โรงเรียน โดยคัดเลือกโรงเรียนจากคะแนนการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่มีคะแนนติดอันดับ 1 ใน 10 อันดับแรกของประเทศ จากการสอบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 4 ปี (ปีการศึกษา 2548-2552) และผลงานวิชาการต่าง ๆ ของนักเรียนที่สร้างชื่อเสียงให้แก่โรงเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ (O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยศึกษาจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ผ่านทางเว็บไซต์ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ซึ่งมีการจัดอันดับโรงเรียนเก่งต่อเนื่องติดต่อกัน 4 ปี (ปีการศึกษา 2548-2552) โดยโรงเรียนสาธิตแห่งนี้ มีคะแนนการสอบ O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ ติดอยู่ในอันดับ 1 ใน 5 ของประเทศ

1.2 ตรวจสอบผลงานวิชาการ และความภาคภูมิใจของโรงเรียน โดยตรวจสอบได้จากอินเทอร์เน็ต ผ่านทางเว็บไซต์ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ซึ่งในเว็บไซค์มีข้อมูลผลงานความภาคภูมิใจของโรงเรียนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2554

1.3 กำหนดกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ($n = 98$) และครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 2 คน ตามความสมัครใจของครูผู้สอน

การได้มาในกลุ่มที่ศึกษา

ก่อนที่ผู้วิจัยจะได้กลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะศึกษาการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-ม.3) แต่เนื่องจากข้อจำกัดของทางโรงเรียนสาริดแห่งนี้ ที่ให้นิสิตชั้นปีที่ 5 ของการเรียนวิชาชีพครูจากมหาวิทยาลัยที่โรงเรียนสังกัด มาฝึกประสบการณ์สอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งหากผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนิสิตฝึกประสบการณ์สอน อาจจะทำให้เกิดความกีดกันในการสอนจากผู้วิจัยได้ เพราะนิสิตยังไม่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นการศึกษามวลประสบการณ์ความรู้ทั้งหมดที่นักเรียนได้รับมาจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเลือกสังเกตการสอนในรายวิชาที่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งมีครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในรายวิชานี้ 3 คน ด้วยข้อจำกัดของความสมัครใจในการเก็บรวบรวมข้อมูล จึงมีครูวิทยาศาสตร์ เพียง 2 คนที่ให้ความสมัครใจในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งการสัมภาษณ์ การสังเกตการสอน และการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน ด้วยเหตุผลนี้ ผู้วิจัยจึงได้กลุ่มที่ศึกษา เป็นครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ($n = 98$)

2. การกำหนดกรอบแนวคิดและการเก็บรวบรวมข้อมูล

มีการกำหนดกรอบแนวคิด ดังนี้

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียน ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง ประวัติของโรงเรียน วิสัยทัศน์ พันธกิจ แผนผังของโรงเรียน สภาพทั่วไปของห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการสังเกตเป็นหลัก

2.2 ข้อมูลของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับประวัติของครู ความเชื่อ ทศนคติเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในการสอน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

2.3 ข้อมูลของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะศึกษามุมมอง
 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียน (V-NOS C) พัฒนาโดย Lederman และคณะ ซึ่งใช้วัดหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มี 3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างของครู
 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ เกี่ยวกับความเชื่อ ทศนคติเกี่ยวกับการ
 การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมุมมอง
 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ครูได้แสดงความคิดเห็น ความเชื่อ
 เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดย
 ลักษณะของเครื่องมือเป็นคำถามปลายเปิด มี 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคลของครู
 วิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 และความเข้าใจในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง โดยการกำหนดประเด็น และข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์
 จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อขอข้อเสนอแนะ
 และนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา โดย
 หลังจากการทดลองใช้ พบว่า เมื่อผู้วิจัยถามครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ว่า “ครูมีวิธีการสอนธรรมชาติ
 ของวิทยาศาสตร์อย่างไร” ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์บางคนไม่เข้าใจคำถามนี้ ผู้วิจัยจึงปรับแก้ข้อคำถาม
 ใหม่เป็น “ครูเข้าใจเกี่ยวกับสาระที่ 8 ของมาตรฐานกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หรือไม่ และมีวิธีการ
 สอนในสาระที่ 8 นี้อย่างไร” นอกจากนี้ยังมีคำถามเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่ง
 ในครั้งแรกข้อคำถามมีไม่ครบทุกประเด็น ผู้วิจัยจึงเพิ่มข้อคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 ให้ครบทุกประเด็น และจากการทดลองใช้แบบสัมภาษณ์ พบว่า ใช้เวลาในการสัมภาษณ์กับ
 ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์แต่ละคน คนละประมาณ 40 นาที จากนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงข้อคำถาม และ
 กำหนดระยะเวลาในการสัมภาษณ์แต่ละครั้ง ประมาณ 40 นาที

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน เป็นการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับแผนผังห้องเรียน และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในห้องเรียน ตอนที่ 2 ลักษณะการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบทเรียน เป็นแบบบันทึกภาคสนามที่มีหัวข้อในประเด็นต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมของครูและนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดประเมินผล เป็นต้น และตอนที่ 3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในบทเรียน เป็นการบันทึกว่าในขณะที่ครูสอน มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดบ้าง

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสังเกต โดยการกำหนดประเด็นที่ใช้ในการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อขอข้อเสนอแนะ โดยหลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ในแบบสังเกตตอนที่ 2 ควรเป็นบันทึกภาคสนาม (Field note) ที่ผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเอง ไม่ควรมีการกำหนดหัวข้อกำหนดในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากกว่า จากนั้นจึงค่อยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาคสนามดังกล่าว มาเขียนบันทึกแบบยึดในแบบบันทึกภาคสนามที่มีหัวข้อประเด็นต่าง ๆ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป ผู้วิจัยจึงปรับปรุงเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง

3. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (V-NOS C) พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี 2002

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ โดยวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน คือ การอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจผิดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะข้อคำถามเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ด้าน

ผู้วิจัยได้แปลแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (V-NOS C) จากต้นฉบับ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของภาษา จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อประมาณเวลา การสื่อความหมายของข้อคำถาม และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ โดยศึกษากับนักเรียนกลุ่มย่อย ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนหรือคล้ายกับกลุ่มที่ศึกษา หลังจากการทดลองใช้ ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจในข้อคำถามบางข้อ ซึ่งเป็นคำถามที่ถามหลายคำถามใน 1 ข้อ และภาษาที่ใช้ก็ยากที่นักเรียนจะเข้าใจ เช่น คำว่าบรรทัดฐานทางความคิด ผู้วิจัยจึงปรับแก้ข้อคำถามให้เป็นสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จึงนำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีตารางการวิเคราะห์ข้อคำถามแต่ละข้อ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางกำหนดรายละเอียดข้อสอบ VNOS C (Table of Specification of VNOS C) โดย Lederman และ คณะ (2002)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย	ข้อที่วัด
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งมีหลักฐานที่ตรวจสอบได้	1
2. การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทั้งการสังเกตและการลงความเห็น ข้อมูลจากการสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือผ่านเครื่องมือ การลงความเห็นเป็นการแปลความจากการสังเกตเหล่านั้น ซึ่งมุมมองจากหลาย ๆ แหล่ง จะช่วยให้การแปลความจากการสังเกตนั้นถูกต้องมากขึ้น ความเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการลงความเห็นจะทำให้เข้าใจความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่อาจใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่เกินขีดจำกัดของประสาทสัมผัสที่มนุษย์ แต่มนุษย์เชื่อว่ามีสิ่งนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม	4, 7 (6, 9, 10)
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ (law) คือข้อสรุปทั่วไป เป็นการบรรยายรูปแบบ หรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้ ส่วนทฤษฎี (theory) คือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ ทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี	5

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย	ข้อที่วัด
4. จินตนาการและความคิด สร้างสรรค์ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การ สร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความคิด สร้างสรรค์เป็นความสามารถเฉพาะตัวของมนุษย์แต่ละคน ทำให้การแปลความหมายสิ่งเดียวกันของ แต่ละคนแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม ออกแบบการหาคำตอบ การทดลอง ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล	8 (3, 4, 6, 7, 9, 10)
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับการยอมรับใน เวลาใดเวลาหนึ่ง ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปภายใต้กรอบแนวคิดเดิมเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถูก เหนี่ยวนำ ทำให้นักวิทยาศาสตร์มองหรือคิด หรือตัดสินใจตามกรอบ ยกเว้นมีการตีความข้อมูลจาก มุมมองที่แตกต่างจากเดิม การถูกเหนี่ยวนำและชักจูงโดยทฤษฎีนี้ทำให้การสืบเสาะหาความรู้ของ นักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตตนิยมแฝงอยู่อย่างไม่รู้ตัว สิ่งนี้นักวิทยาศาสตร์เห็นจึงมักเจอด้วยกรอบ ความคิด ความเชื่อหรือค่านิยมของเขาด้วย	9 (3, 6, 7, 10)
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของ วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการ โดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม ซึ่ง นักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ ค่านิยมและความคาดหวังของวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความข้อมูล และสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ	10 (6, 9)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย	ข้อที่วัด
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตามลำดับก่อนหลังในการทำงานวิจัยจริง ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวถึงนี้ คือ เริ่มจาก ขั้นที่1 ระบุปัญหา ขั้นที่2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่3 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่4 ทำการทดลอง ขั้นที่5 ทดสอบสมมติฐาน และขั้นที่6 ลงข้อสรุป โดยในความเป็นจริงการทำงานวิจัยอาจมีการย้อนกลับไปกลับมา ข้ามขั้นตอนหรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะการทดลองเพียงอย่างเดียว อาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอโมเดลความคิดแม้กระทั่งความบังเอิญ เป็นต้น	2, 3
8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่จากสังเกตหรือการแปลความใหม่จากชุดข้อมูลเดิม คุณลักษณะอื่นๆทั้งหมดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นเหตุผลของความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6 (9, 10)

หมายเหตุ: หมายเลขข้อที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง ข้อที่มีความเชื่อมโยง และสามารถวัดด้านนั้น ๆ ได้

ในส่วนของการศึกษาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามแนวคิดในงานวิจัยของ จริยาพร สังขรัตน์, 2551 โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

การเริ่มต้นเข้าสู่สนาม

ผู้วิจัยติดต่อกับรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อขออนุญาตในการสังเกตการสอน การสัมภาษณ์ และขอตารางสอน เพื่อจัดทำตารางการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นผู้วิจัยทำหนังสือราชการจากภาควิชา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอความ อนุเคราะห์เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

การปฏิบัติงานเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

1. การสำรวจข้อมูลและสภาพทั่วไปของโรงเรียน เช่น ที่ตั้ง สภาพแวดล้อมชุมชน จำนวน อาคารเรียน แผนผังของโรงเรียน และสภาพแวดล้อมของห้องเรียนวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ ทางวิทยาศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์

2.1 การสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้ครูได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 40 นาที

2.2 การบันทึกการสัมภาษณ์ ก่อนที่ผู้วิจัยจะบันทึกการสัมภาษณ์จะมีการขออนุญาตทุก ครั้ง ผู้วิจัยทำการบันทึกผลการสัมภาษณ์ทันทีในเครื่องบันทึกเสียง และทำการบันทึกลงแบบบันทึก การสัมภาษณ์ภายหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

2.3 การสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครู โดย เลือกสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน 10 คน (ห้องละ 5 คน) ใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการ

สนทนา เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครู โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 10 นาที

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ในการสังเกต เพื่อสังเกตวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการสอนที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากบรรยากาศในห้องเรียน การจัดกิจกรรม การใช้สื่อการสอน และลักษณะการใช้คำถามของครู ผู้วิจัยสังเกตการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบสังเกตการสอนร่วมกับการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม เป็นระยะเวลา 3 เดือน (เดือนธันวาคม 2554 – เดือนกุมภาพันธ์ 2555)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (V-NOS C) ที่พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี ค.ศ. 2002 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

5. การตรวจสอบข้อมูล จะกระทำไปพร้อม ๆ กับการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Methodological triangulation) เพื่อพิสูจน์ว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ โดยตรวจสอบได้จากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน การสังเกตการสอน และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน เพื่อรวบรวมข้อมูลในเรื่องเดียวกัน หากข้อมูลจากทั้งสามแหล่งไม่มีความแตกต่างก็จะสามารถสรุปข้อมูลได้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยนำมาวิเคราะห์สร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (Analytic Induction) ซึ่งการวิเคราะห์สรุปแบบอุปนัยคือการวิเคราะห์เพื่อสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมให้ได้ข้อสรุปเป็นเชิงนามธรรมมากขึ้น โดยจะทำการวิเคราะห์ได้ก็ต่อเมื่อต้องมีข้อมูลเชิงรูปธรรมที่เก็บรวบรวมได้มาตั้งแต่สองชุดขึ้นไป (รัตนะ บัวสนธ์, 2551) และนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความ โดยจัดหาข้อความหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาใส่ เพื่อสนับสนุนข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ส่วนข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน จะใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มีการ

สัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 คน คือ ครูคนที่ 1 และครูคนที่ 2 ก่อนการสังเกตการสอน และ สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสอนของครู ซึ่งในแต่ละครั้งของการสังเกตการสอนจะขออนุญาตบันทึกภาพบรรยากาศใน ห้องเรียน และบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกภาคสนาม ในประเด็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการสังเกตจากกิจกรรมในห้องเรียนว่ามีการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร สังเกตจากพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรม ของนักเรียน บทสนทนา เนื้อหาที่สอน และลักษณะการใช้คำถามของครู ว่าเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร หรือครูมีการสอนแบบชัดแจ้งหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้ข้อมูลจาก การสังเกตการสอน และการสัมภาษณ์ จะเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ โดยการถอดเทปบันทึก บทสนทนา และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหารูปแบบการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสร้าง ข้อสรุปทั่วไปเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยข้อสรุปทั่วไป ก็คือครูมีการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ซึ่งอาจจะไม่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรืออาจจะ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้งผ่านการทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หรือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง

ในการสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์การตัดสินการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู สังเกตพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ครูปฏิบัติการสอนใน ห้องเรียน ร่วมกับการทำ Inter-rater reliability คือ หาค่าความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ข้อมูล โดย ให้นิสิตปริญญาโท ซึ่งมีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในการสอนธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน เป็นผู้ประเมินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ตามเกณฑ์ การตัดสินที่ผู้วิจัยกำหนด โดยประเมินจากเสียงบันทึกการสอนของครู และแบบบันทึกภาคสนามที่ ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตการสอน หากพบพฤติกรรมบ่งชี้ที่กำหนดตามเกณฑ์ ผู้วิจัยจึงจะสามารถตัดสิน ได้ว่าครูมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะใด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

ประเภทการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้
ไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	- ไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ - สอนแบบบรรยาย ให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ - ในระหว่างที่ครูสอนบรรยาย ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม
สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach)	- ไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - มีการจัดกิจกรรมในรูปแบบของทักษะกระบวนการ - มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การทำการศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ - ในระหว่างที่จัดกิจกรรม ครูไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม - ครูไม่ได้บ่งชี้ว่า สิ่งที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประเภทการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้
สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบชัดแจ้ง (Explicit approach)	- มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การทำการศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ - ในระหว่างที่จัดกิจกรรม ครูมีการบ่งชี้ เชื่อมโยงเหตุการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - มีการอภิปราย ได้ข้อสรุป เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ - มีการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การเขียนอนุทิน - มีการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้คำถามของครู

หมายเหตุ: การสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ในการตัดสินจะใช้ตามกรอบของ Lederman *et al.* (2002) หากพบว่าครูมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกรอบอื่น ผู้วิจัยก็จะตัดสินให้มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นกัน

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบแบบวัด อ่านคำตอบ และการอธิบายคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้ออย่างละเอียด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มคำตอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Ho-Wisniewski (2008) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ 1) ไม่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ (Not categorized: NC) 2) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) ซึ่งเป็นมุมมองที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด 3) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ มุมมองที่ถูกต้องบางส่วนเพียงอย่างเดียว และมีทั้งมุมมองที่ถูกต้องบางส่วน และมุมมองที่คลาดเคลื่อน และ 4) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) จากนั้นหาความถี่ และรายงานโดยใช้คำร้อยละ เพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่ม

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำ Inter-rater reliability คือ หาค่าความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสุ่มคำตอบของนักเรียนจำนวน 10 เปอร์เซนต์ และให้นิสิตปริญญาโท ซึ่งมีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในเนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 3 คน เป็นผู้ตรวจอย่างอิสระ โดยวิเคราะห์ทีละข้อ อ่านอย่างละเอียด ในคำตอบของนักเรียนทุกคน และพิจารณาความสอดคล้อง ในกรณีที่ไม่สอดคล้องกันจะอภิปรายเพื่อให้ได้มติ และใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลือต่อไป

6.3 การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละบุคคล ซึ่งแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถาม 10 ข้อ มุมมองที่มีคะแนนมากที่สุด (IV) จะมีค่าเท่ากับ 3 คะแนน ดังนั้นแบบวัดจึงมีคะแนนสูงสุด คือ 30 คะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดการให้คะแนนการแสดงความคิดเห็นของแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อเป็นรายบุคคลดังต่อไปนี้

มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) เท่ากับ 3 คะแนน

มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) เท่ากับ 2 คะแนน

มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) เท่ากับ 1 คะแนน

มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC) เท่ากับ 0 คะแนน

จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป เป็นรายชื่อ

การตรวจสอบ การตีความหมายกับแหล่งข้อมูล

ในส่วนของการสัมภาษณ์ หลังจากมีการเขียนรายงานการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้ผู้ให้ข้อมูล ตรวจสอบการถอดเทป และการแปลความหมายข้อมูล เพื่อความถูกต้องของข้อมูล และความเข้าใจ ตรงกันกับผู้วิจัย โดยตรวจสอบข้อมูลในประเด็นข้อมูลส่วนบุคคลของครู และตรวจสอบการ ตีความหมายในประเด็นความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูทั้งสองคนได้ตรวจสอบ ข้อมูล และการตีความของผู้วิจัย พบว่าผู้วิจัยตีความหมายได้ตรงกับการแสดงความคิดเห็นของครู ทั้งสองคน

จริยธรรมและคุณธรรมการวิจัย

ในรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยใช้รหัสเพื่ออ้างถึงนักเรียน โดยตัวอักษร M3/1 และ M3/2 แทน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ส่วนตัวเลขด้านหลังแทนเลขที่ของนักเรียนใน ห้องนั้น เช่น (M3/1.09) หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 เลขที่ 9 นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้นาม สมมติกับชื่อโรงเรียน อาคาร สถานที่ และหากเป็นภาพที่ปรากฏไปหน้าจะแสดงภาพไม่ชัดเจน ซึ่ง จะไม่เปิดเผยตัวบุคคลที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยขอความสมัครใจในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอคำยินยอมจากผู้อำนวยการ โรงเรียน และครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้นามสมมติแทนชื่อครูวิทยาศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง” ในครั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน

1.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน

1.2 พื้นที่ใช้สอยภายในบริเวณโรงเรียน

1.3 สภาพห้องเรียนวิทยาศาสตร์

1.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกรณีศึกษา

ตอนที่ 2 การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

2.1 การสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

2.2 การสังเกตการสอนในห้องเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการสอน

ของครู

ตอนที่ 3 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

3.2 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน

สถานศึกษาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐบาล แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร มีรายละเอียดเกี่ยวกับสถานศึกษาดังต่อไปนี้ (ศูนย์เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียน)

1. ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน

เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,854 คน มีฐานะเทียบเท่าภาควิชาหนึ่งของคณะศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ บริเวณโรงเรียนติดกับสถานศึกษา และชุมชนขนาดใหญ่ ก่อตั้งเป็นเวลา 50 กว่าปี เป็นโรงเรียนที่มีคะแนนการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้น พื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ติดอันดับ 1 ใน 10 อันดับแรกของประเทศ จากการสอบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 4 ปี (ปีการศึกษา 2548-2552) (สทศ., 2553)

หลักในการยึดถือปฏิบัติของโรงเรียน

โรงเรียนมีความมุ่งมั่นในการสอนและอบรมให้นักเรียนมีความรู้ และได้ใช้ความรู้ความสามารถของตนอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ พร้อมทั้งมีเหตุผลที่เที่ยงตรง และคำนึงถึงประโยชน์ในทางสร้างสรรค์แก่ส่วนรวมเป็นสำคัญ อยู่บนพื้นฐานแห่งคุณธรรม และวัฒนธรรมอันดีงาม มีบุคลิกภาพของความเป็นผู้นำ และผู้ร่วมงานที่ดี มีวินัย กล้าคิด กล้าทำ กล้านำเสนอด้วยเหตุผล รู้จักวางแผน และดำเนินงานอย่างเป็นระบบ มีความสามารถในการพัฒนาตนเอง ประพฤติปฏิบัติตน ให้บังเกิดผลดีต่อการดำเนินชีวิต เพื่อความเจริญก้าวหน้าเป็นประโยชน์สุขแก่สังคม และประสบความสำเร็จดังที่มุ่งหวัง

ปรัชญา

การศึกษาเป็นการสร้างองค์ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาสังคมให้อยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข มีคุณภาพ และสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนมีชีวิตอยู่ในสังคมด้วยภูมิปัญญาอันเป็นความเจริญงอกงามโดยส่วนบุคคล และโดยส่วนรวมของสังคม

วิสัยทัศน์

เป็นสถานศึกษาที่ดำเนินการด้านการค้นคว้า วิจัย สร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนให้มีคุณภาพ คุณธรรม มีความเป็นสากลบนพื้นฐานของความเป็นไทย แล้วเผยแพร่สู่สังคม พร้อมทั้งฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้แก่ผู้เรียน เพื่อความเป็นครูคุณภาพที่ทันเทคโนโลยีและกระแสโลกาภิวัตน์

พันธกิจ

1. พัฒนาผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีความเป็นเลิศทางวิชาการและกิจกรรม เพื่อพัฒนา บุคลิกภาพให้มีความพร้อม และทันต่อความเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก
2. พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ คุณธรรม มีสุขภาพดี และมีความเป็นสากลบนพื้นฐานของความเป็นไทยรักษาระบบชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

3. มุ่งวิจัย สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ และเผยแพร่สู่สังคม
4. ร่วมมือกับสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เพื่อเสริมสร้าง ความเป็นครูคุณภาพ
5. ส่งเสริม และร่วมมือกับชุมชน เพื่อเพิ่มพูนพัฒนาการด้านวิชาการและการประกอบอาชีพให้แก่ประชาคม
6. ทำนุบำรุง และเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมไทย
7. สร้างความร่วมมือด้านวิชาการ กีฬา และศิลปวัฒนธรรมในระดับนานาชาติ

ผลงานทางวิชาการของนักเรียน

นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ สามารถผ่านการแข่งขันทางวิชาการในระดับประเทศ และต่างประเทศ นำชื่อเสียงมาสู่โรงเรียนมากมาย ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่เกี่ยวกับทางด้านวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปี 2551 – 2554 ได้แก่

1. รางวัลเหรียญทอง จากการแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระหว่างประเทศ จากประเทศอินเดีย
2. รางวัลจากการแข่งขันดาราศาสตร์และฟิสิกส์ดาราศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ จากประเทศอินโดนีเซีย
3. รางวัลเหรียญทองจากการแข่งขันวิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (IJSO)
4. รางวัลเหรียญเงิน จากการแข่งขัน Asian Science Camp จากประเทศญี่ปุ่น
5. รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 จากการแข่งขันโครงการทดสอบองค์ความรู้วิทยาศาสตร์

6.รางวัลเหรียญเงิน จากการแข่งขันโลกและดาราศาสตร์โลก จากประเทศไต้หวัน

7. รางวัลชนะเลิศ จากการแข่งขันวิทยาศาสตร์เพชรยอดมงกุฏ

8. รางวัลเหรียญเงิน จากการแข่งขันฟิสิกส์เอเชีย จากประเทศอิสราเอล

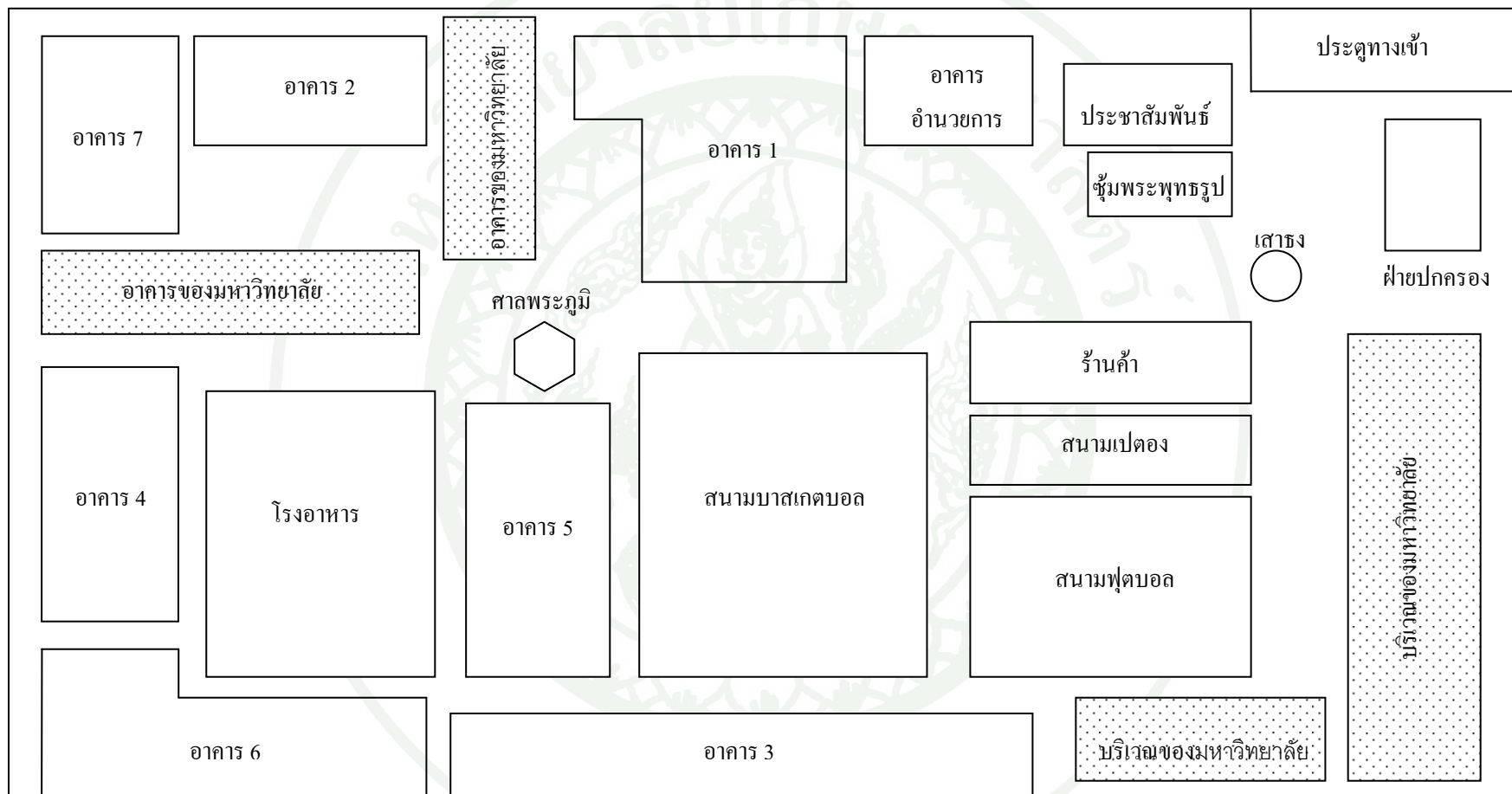
จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นเลิศ สามารถสร้างชื่อเสียงให้แก่โรงเรียนทั้งภายในประเทศ และภายนอกประเทศ

2. พื้นที่ใช้สอยภายในบริเวณโรงเรียน

ตัวโรงเรียนเป็นอาคารเรียนแบบตึกจำนวน 7 หลัง ได้แก่ อาคาร 1 - อาคาร 7 มีอาคารของมหาวิทยาลัยอยู่ภายใน โรงเรียน 2 อาคาร และมีอาณาเขตติดกับบริเวณของมหาวิทยาลัย ภายในอาคารเรียนของโรงเรียนจะมีห้องพักครูประจำอยู่ทุกชั้นเรียน นอกจากนี้ยังมีอาคารอำนวยการ สนามเปตอง สนามฟุตบอล สนามบาสเกตบอล โรงอาหาร และร้านค้าที่ขายอาหารว่างให้แก่ นักเรียน

สถานที่สักการบูชา ซึ่งประกอบด้วย 1) ชุ่มพระพุทธรูปจำนวน 1 ชุ่ม และ 2) ศาลพระภูมิ จำนวน 1 หลัง

แหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียนประกอบด้วย 1) ห้องสมุด 2) ห้องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ห้อง 3) ห้องแนะแนว 4) ศูนย์ภาษาไทย 5) ศูนย์ภาษาต่างประเทศ 6) ห้องศิลปะ 7) ห้องดนตรีไทย 8) ห้องประชุม 9) ห้องพยาบาล 10) ห้องกิจกรรมและงานบ้าน 11) เรือนเกษตร 12) ห้องกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 13) สระว่ายน้ำ 14) โรงฝึกพลศึกษา ส่วนบริเวณสนามต่าง ๆ มีการจัดซุ้มม้านั่ง เพื่อให้ให้นักเรียนได้นั่งพักผ่อน ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงบริเวณโรงเรียน

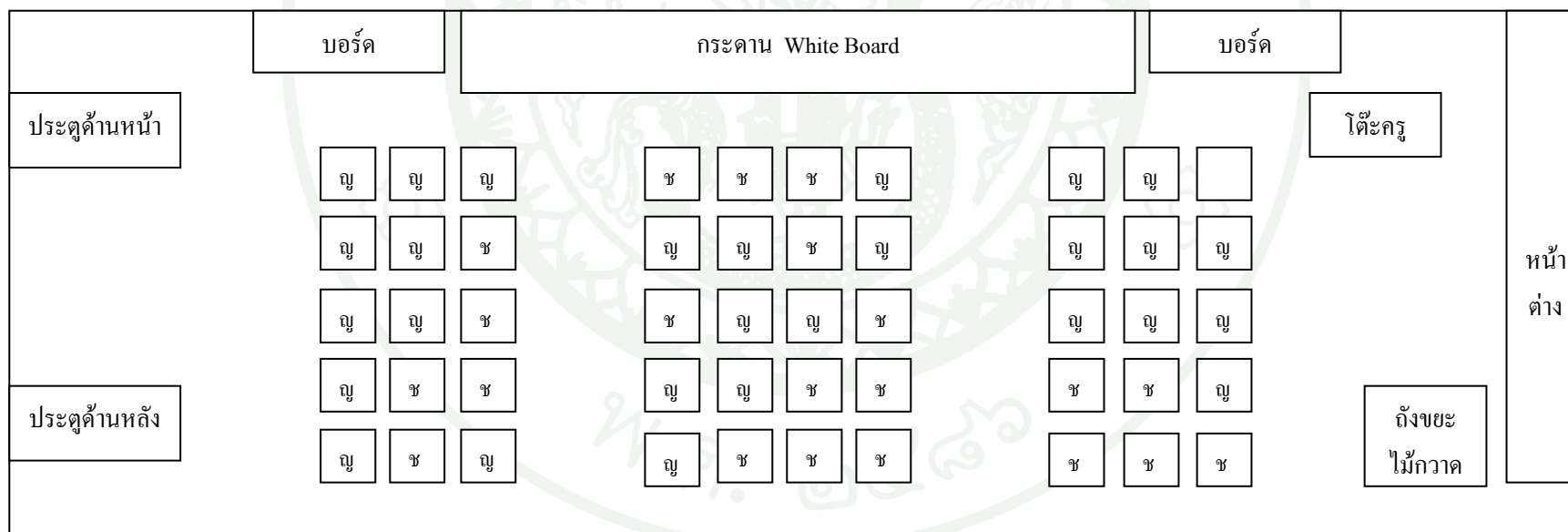


ภาพที่ 2 บริเวณโรงเรียนและอาคารเรียน

3. สภาพห้องเรียนวิทยาศาสตร์

ห้องเรียนบรรยายของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ห้องเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็นห้องเรียนแบบบรรยาย และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยห้องเรียนบรรยายจัดอยู่ที่อาคาร 4 ชั้น 2 และชั้น 4 เป็นห้องเรียนปรับอากาศ ภายในห้องเรียนมีอุปกรณ์ในการเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะของครู โปรเจกเตอร์ ไมโครโฟน ลำโพง เป็นต้น โดยมีแผนผังห้องเรียนบรรยายดังนี้



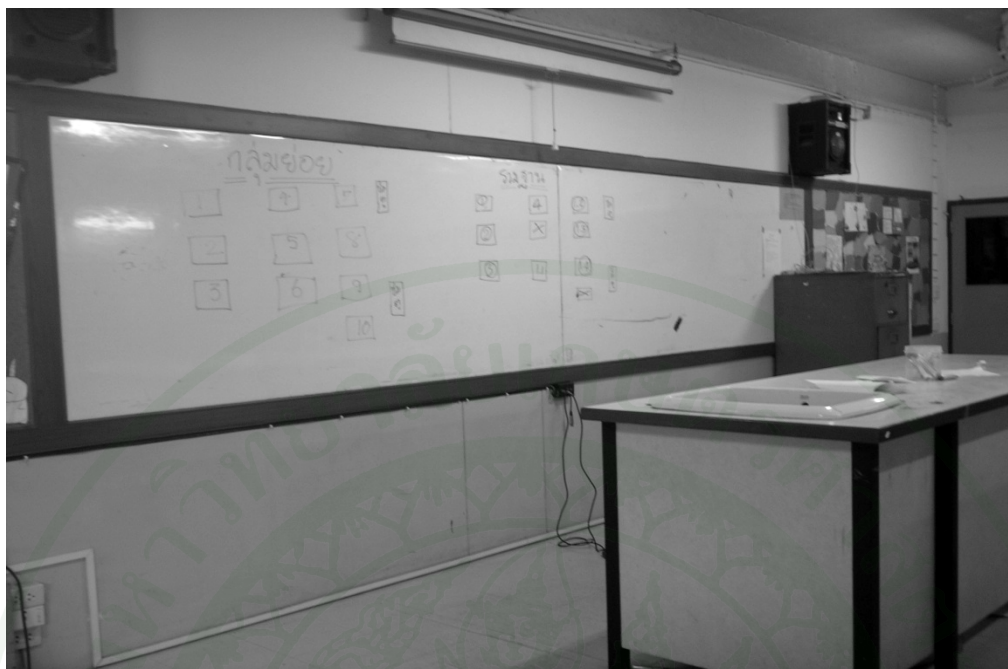
ภาพที่ 3 แผนผังห้องเรียนบรรยายของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จัดอยู่ที่อาคาร 4 ชั้น 2 โดยมี 2 ห้องอยู่ใกล้กัน มีการจัดพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการเหมือนกัน คือ ด้านหน้าห้องมีกระดานดำ และโต๊ะสาธิต โดยโต๊ะสาธิตจะเป็นแบบเคลื่อนที่ไม่ได้ และยกพื้นเวทีสูง บริเวณติดผนังห้องปฏิบัติการมี 2 ด้าน คือ ด้านซ้าย (ติดประตู) และด้านขวา (ติดหน้าต่าง) โดยด้านซ้าย มีตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ หลอดทดลอง ตะเกียงแอลกอฮอล์ สารเคมี และมีชั้นวางของ ซึ่งจัดแสดงผลงานของนักเรียน ส่วนด้านขวา มีโต๊ะยาว สำหรับใช้วางอุปกรณ์ต่าง ๆ และมีอ่างล้างมือ ด้านหลังห้องมีโต๊ะขนาดใหญ่ วางชุดทดลองต่าง ๆ ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ บริเวณกลางห้อง มีโต๊ะที่ใช้ทำการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนจำนวน 9 โต๊ะ จัดเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน และมีเก้าอี้ไม้ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 4 บริเวณนอกห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



ภาพที่ 5 ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกรณีศึกษา

1) ครูวิทยาศาสตร์ เพศชาย จำนวน 2 คน ได้แก่ ครูคนที่ 1 และครูคนที่ 2 โดยครูแต่ละคนมีประวัติ และภูมิหลังเกี่ยวกับการทำงานดังนี้

ครูคนที่ 1

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2533 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ด้านการศึกษามัธยมศึกษา สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์

ประวัติการปฏิบัติงาน

- พ.ศ. 2538 – ปัจจุบัน บรรจุรับราชการที่โรงเรียนสาธิต ตำแหน่งอาจารย์ เป็นอาจารย์ประจำชั้น และสอนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมอายุราชการ 17 ปี ปัจจุบันสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ไม่มีประสบการณ์ในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

รางวัลและผลงาน

- รับเครื่องราชอิสริยาภรณ์ช้างเผือก จากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในวันที่ 5 ธันวาคม 2546
- เขียนหนังสือเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (สารและสมบัติของสาร ม.4 - ม.6) ของสำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์

- เป็นคณะกรรมการจัดการแข่งขันตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ ระดับกรุงเทพมหานคร ในปี 2547 – 2548

- เป็นวิทยากรเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่จังหวัดศรีสะเกษ

- เป็นวิทยากรเกี่ยวกับการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ที่จังหวัดนครนายก

การเข้าร่วมอบรม สัมมนา

ครูคนที่ 1 มักเป็นตัวแทนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไปเข้าร่วมการอบรม สัมมนาในหน่วยงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการสอนวิชาเคมี จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เข้าร่วมการอบรมเรื่อง โลกและดาราศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- เข้าร่วมการอบรมการจัดทำหลักสูตรบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e - Learning) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับเทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ครูคนที่ 2

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2538 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ด้านวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
- พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

ประวัติการปฏิบัติงาน

- พ.ศ. 2542 เข้าทำงานเป็นอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนอัสสัมชัญ คอนแวนต์ เป็นเวลา 1 ปี
- พ.ศ. 2544 – ปัจจุบัน เข้าทำงานที่โรงเรียนสาธิต เป็นพนักงานของมหาวิทยาลัย เป็นอาจารย์ประจำชั้น และสอนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมประสบการณ์ในการสอน 13 ปี ปัจจุบันสอน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นหัวหน้างานด้านประกันคุณภาพของโรงเรียน
- เคยมีประสบการณ์ในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์จากการศึกษาในระดับปริญญาโท

รางวัลและผลงาน

- ได้รับรางวัลส่งเสริมการอ่านของนักเรียนดีเด่นจากทางโรงเรียน
- จัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน และชุดการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

- เป็นวิทยากรเกี่ยวกับการสอบเข้ามหาวิทยาลัยให้นักเรียน
- เป็นวิทยากรเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์ให้แก่ครูวิทยาศาสตร์ที่จังหวัดสงขลา

การเข้าร่วมอบรม สัมมนา

ครูคนที่ 2 มักเป็นตัวแทนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไปเข้าร่วมการอบรม สัมมนาในหน่วยงานต่าง ๆ มากกว่า 10 ครั้ง แต่ไม่สามารถบอกผู้วิจัยได้ครบทุกการอบรม เพราะ จำไม่ได้ จึงขอยกตัวอย่างการเข้าร่วมอบรมสัมมนา ดังนี้

- เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับผู้ประเมินและประกันคุณภาพภายในโรงเรียน จากสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
- เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์จากสมาคมฟิสิกส์แห่งประเทศไทย
- เข้าร่วมการอบรมเรื่องโลกและดาราศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 49 คน เป็นนักเรียนชาย 21 คน และนักเรียนหญิง 28 คน นักเรียนในห้องนี้มีพื้นฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์ดี มีเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งห้อง คือ 3.29

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 49 คน เป็นนักเรียนชาย 22 คน และนักเรียนหญิง 27 คน นักเรียนในห้องนี้มีพื้นฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งห้อง คือ 2.83

รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 98 คน ซึ่งโรงเรียนสาธิตแห่งนี้นำนักเรียนใน แต่ละห้อง แบบคละความสามารถ

ตอนที่ 2 การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

1. การสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 คน เกี่ยวกับ ประวัติส่วนตัว ทักษะ ความเชื่อ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งในส่วนของ การสัมภาษณ์มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คำถามในบางข้ออาจจะไม่ตรงกับคำถามในแบบ วัตถุประสงค์ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่เป็นคำถามที่ครอบคลุมในทุกประเด็นของ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบทฤษฎีที่ใช้เช่นเดียวกับแบบวัตถุประสงค์ของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยในการสัมภาษณ์ครูแต่ละครั้ง ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละประมาณ 40 นาที ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นที่ 1 ความเชื่อ และทัศนคติต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในประเด็นนี้ มีคำถาม 5 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูคนที่ 1 แสดงความคิดเห็นว่า ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว ไม่รับความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว ควรสอนให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้า และ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังคำกล่าวที่ว่า

...คิดว่าควรปล่อยให้เขาเรียนรู้ ที่มันมาจากทุก ๆ อย่าง ไม่ใช่จากตัวครูอย่างเดียว เด็ก เขาก็จะเรียนรู้ในภาษาของวัยของเขาเนะ อย่างอยู่บ้านก็อาจจะเรียนรู้ในภาษาของผู้ใหญ่ แล้ว พอไปเรียนรู้ได้จากภาษาของทุกวัย อาจจะทำให้เขาเข้าใจอะไรที่ง่ายขึ้น พยายามให้ เขา ค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตัวเอง...

(ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า สอนให้นักเรียนได้มีวิธีคิด ส่วนใหญ่สุดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ให้นักเรียนได้คิดเป็น รู้จักหน้าที่ของตนว่าควรจะมีการเรียนรู้อย่างไร และสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ได้ ดังคำกล่าวที่ว่า

...ครูเป็นคนที่สามารถสอนได้ทุกเรื่องนะ ทั้งเนื้อหาวิชาการ และการสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งคิดว่าสิ่งนี้นั้นสำคัญและจำเป็น การที่เด็กจะเรียนรู้ได้ดี เขาจะต้องรู้จากหน้าที่ ความรับผิดชอบในการเรียนของเขา ครูจะสอนให้เขาคิดเป็น และเรียนรู้จากประสบการณ์ของเขา บางครั้งครูก็ชอบไปทำความคุ้นเคยกับเด็กนะ สนทนากับเขา และเราก็จะรู้ว่าเด็กแต่ละคนเขามีการเรียนรู้ได้อย่างไร เราก็สอนเขาง่ายขึ้น...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

ครูทั้งสองคนมีความคิดเห็นต่อวิธีการสอนที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ จะต้องเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากประสบการณ์ และมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งนี้ครูทั้งสองคนยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมการสอนว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองหรือไม่ อย่างไร ซึ่งการจัดกิจกรรมดังกล่าว เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี ตามคำแนะนำการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ครูคนที่ 1 แสดงความคิดเห็นว่า จะสามารถทราบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบเป็นรายบุคคล และการถามตอบ โดยให้นักเรียนจับฉลากคำถาม และให้ตอบคำถามนั้น ดังคำกล่าวที่ว่า

...ก็จัดกิจกรรมที่สามารถทดสอบได้ที่หลัง ทดสอบเป็นรายคน แต่ต้องใช้เวลาเร็ว อย่างป็นี่ ใช้กับ ม.4 ในบางเรื่อง ก็ใช้ถามปากเปล่าที่ละคนเลย แต่เราอาจจะต้องจัดกิจกรรมที่สั้นกะทัดรัด เนื้อหาอาจจะเยอะ แล้วเราก็มีคำถามที่เราจะตรวจสอบได้ว่าเขาเข้าใจในเนื้อหาในสิ่งที่เราต้องการให้ทั้งหมด แต่เขาอาจจะต้องเดาคำถามเราว่าเราจะถามอะไร...

(ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะใช้แบบทดสอบหลังเรียน การทำการบ้าน และแบบฝึกหัด ดังคำกล่าวที่ว่า

...การประเมินนักเรียน ส่วนใหญ่ก็ทั่วไปนะ คือใช้แบบทดสอบ เพราะสอนนักเรียนเยอะ หรือใช้การบ้าน และแบบฝึกหัดต่าง ๆ ถ้าเขาทำได้ ก็แสดงว่าเขาเข้าใจที่เราสอน เกิดการเรียนรู้ได้ แต่บางครั้งก็ดูจากการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเด็ก ม.ต้น ดูยาก ยังไม่ค่อยสนิทกับนักเรียน เหมือนเด็ก ม.ปลาย...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็นของครูจะเห็นได้ว่า ครูคนที่ 1 มีการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้แบบปลายทาง เพื่อตัดสินว่านักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่ครูสอนหรือไม่อย่างไร และยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ระหว่างทางที่ครูสามารถนำผลการประเมิน ไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้ เช่น การประเมินตามสภาพจริง แฟ้มสะสมงาน การใช้นุทิน เป็นต้น ซึ่งการประเมินในระหว่างทางจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนครูคนที่ 2 มีวิธีการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงแหล่งเดียว คือ การทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้แบบปลายทาง เพื่อตัดสินนักเรียน เช่นเดียวกับครูคนที่ 1 ทั้งนี้การที่ครูทั้งสองคน ให้ความสำคัญกับการประเมินการเรียนรู้แบบปลายทาง อาจเป็นเพราะครูมีความคาดหวังให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการสอบแข่งขันได้ต่อไป

1.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอน

ครูคนที่ 1 แสดงความคิดเห็นว่าสื่อการสอนจะเน้นในกิจกรรมการทดลอง คือ อุปกรณ์การทดลอง และ Power point ประกอบคำอธิบาย ดังคำกล่าวที่ว่า “... สื่อการสอนที่ใช้ ส่วนใหญ่ก็จะเป็นอุปกรณ์ทดลองเลย ห้อยแลป Power point. . .” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า สื่อการสอนที่ใช้ คือ อุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการ เมื่อมีเนื้อหา หรือกิจกรรมที่ต้องใช้การทดลองต่าง ๆ ร่วมกับเอกสารประกอบการเรียน ดังคำกล่าวที่ว่า “...ถ้ามีเนื้อหาที่ต้องทำแลป ก็จะใช้อุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ และมีเอกสารประกอบการเรียน ใน ม.3 ส่วนใหญ่จะใช้บรรยายร่วมกับสอนจริยธรรม ปลุกฝังจิตสำนึกต่าง ๆ...” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็น พบว่า ครูทั้งสองคนมีการใช้สื่อการสอนที่ยังไม่หลากหลายเท่าที่ควร และยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอนที่เป็นตัวอย่างจริง กิจกรรมเกมต่าง ๆ หรือการประดิษฐ์สื่อการสอนด้วยตนเอง แต่มีการใช้สื่อการสอนจากอุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการ ร่วมกับเอกสารประกอบการเรียน ในส่วนของครูคนที่ 1 มีการใช้สื่อการสอนโปรแกรม Power point ประกอบคำอธิบาย ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ทั้งนี้สื่อ Power point จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ หากครูมีการใช้เพื่อประกอบการอธิบาย โดยการยกตัวอย่างรูปภาพ หรือมีภาพเคลื่อนไหว ไม่ได้มีเพียงแต่เนื้อหาที่มากเกินไป

1.4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบอื่นที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูคนที่ 1 แสดงความคิดเห็นว่า ใช้การสอนโดยการจัดอภิปรายกลุ่มย่อย โดยการให้ใบงานในแต่ละกลุ่ม และให้ระดมความคิดอภิปรายภายในกลุ่ม นักเรียนจะสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ โดยทั่วไปการสอนในห้องเรียนจะสอนแบบบรรยาย ไม่ค่อยมีกิจกรรมมากนัก เพราะกังวลการจัดการเวลาในห้องเรียน ดังคำกล่าวที่ว่า

...ก็น่าจะเป็นเรื่องของการอภิปรายในกลุ่ม คือกลุ่มก็คือ อาจจะช่วยกันดู ปรึกษากัน เพื่ออาจจะช่วยกันได้ ในภาษาของเขา ก็บางทีเราก็ให้ใบงานไป แล้วเราก็ให้ลองคุย ปรึกษากันดูว่าคุณจะอย่างไร เป็นกลุ่ม ๆ นักเรียนก็จะแสดงความคิดเห็นกัน ส่วนเกมหรือกิจกรรมไม่ค่อยได้นำมาใช้ในห้องเรียน เพราะไม่แน่ใจกับความเหมาะสมของเวลาว่าจะได้ไหม และดูจากวัยแล้วมันค่อนข้างที่ไม่อยากจะเล่นแล้วหรือกิจกรรมเราไม่สนุก...

(ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็นของครูคนที่ 1 ทำให้ทราบได้ว่า มีการใช้วิธีการสอนแบบระดมความคิด และอภิปรายกลุ่มย่อย ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง มีโอกาสแสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แต่ยังไม่ได้แสดงความ

คิดเห็นว่าการสอนด้วยวิธีดังกล่าว มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มหรือไม่ อย่างไร

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า มีการจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสไปทัศนศึกษา ดูงานนอกสถานที่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ดังคำกล่าวที่ว่า

...การสอนแบบอื่น ครูเคยจัดให้นักเรียนไปดูงานนอกสถานที่ อย่างเป็นทางการ เช่นพานักเรียนไปพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ หรืองานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เขาจัด ถ้าหากนักเรียนอยากรู้หรือสนใจอะไรเป็นพิเศษ เขาก็จะไปดู ไปศึกษา แล้วเราก็เอามาถาม พูดคุยกัน ครูว่าเขาก็น่าจะเกิดการเรียนรู้ได้นะ...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็นของครูคนที่ 2 ทำให้ทราบได้ว่า ครูมีความเชื่อว่า ถ้าหากมีการจัดให้นักเรียนไปทัศนศึกษานอกสถานที่ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นว่า นักเรียนจะมีวิธีการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร ซึ่งวิธีการสอนโดยใช้การไปทัศนศึกษา เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในเรื่องที่เรียน ได้เรียนรู้สภาพความเป็นจริง โดยจะต้องมีการสรุปผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากการไปทัศนศึกษาด้วย

1.5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่สนับสนุน และเป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูคนที่ 1 แสดงความคิดเห็นว่า ไม่มีปัจจัยที่สนับสนุน และเป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังคำกล่าวที่ว่า

...ไม่มี (หัวเราะ) ไม่มีนะ ปัจจัยไม่มี ปัญหาหรืออุปสรรค มันก็เป็นเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นธรรมชาติของเด็กที่เราต้องเจอ แต่ถ้าเกิดเรามี อย่างที่เขาบอกเรื่องปัญหาการเข้าห้องเรียน ถ้าเรามีกติกา หรือมีอะไรที่ชัดเจน มีเงื่อนไข เขาก็ไม่มีปัญหา...

(ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็นของครูคนที่ 1 ไม่พบปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้สิ่งที่น่าจะช่วยสนับสนุนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจมาจากครูผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องที่สอน การมีเทคโนโลยีสื่อการสอนที่ทันสมัย หรือการสนับสนุนจากผู้บริหารให้มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ อาจมาจากครูผู้สอนไม่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องที่สอน การคุมชั้นเรียน อุปกรณ์ และสื่อการสอนไม่เพียงพอ หรือไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารของโรงเรียน เป็นต้น

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า ปัจจัยที่สนับสนุน คือ การที่นักเรียนได้มีโอกาสทำโครงการบูรณาการ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ส่วนสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความไม่ตรงต่อเวลาของนักเรียน ซึ่งอาจจะทำให้ครูมีเวลาในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์น้อยลง ดังคำกล่าวที่ว่า

...ครูว่าสิ่งที่ช่วยให้ครูสอนได้ง่ายขึ้น คือ โครงการบูรณาการนะ เพราะเด็กเขาจะรู้ว่าการทำงานจะต้องมีวิธีการ และทักษะกระบวนการอย่างไร พอครูมาสอน เขาก็จะทำงานได้เป็นระบบมากขึ้น และก็รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ส่วนปัญหาและอุปสรรค คิดว่าน่าจะอยู่ที่ความไม่ตรงต่อเวลาของเด็ก อย่างครูสอนหลังจากคาบพัก กว่าเด็กจะเข้าห้องครบก็เกือบครึ่งชั่วโมง ครูต้องมาอบรมอีก เสียเวลาไปมาก ทำให้เสียเวลาในการสอน...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็น พบว่า ครูคนที่ 2 มีความเชื่อว่าการที่นักเรียนได้มีโอกาสในการทำโครงการบูรณาการ จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีความเชื่อว่าอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ มักมาจากความไม่ตรงต่อเวลาของนักเรียน ทั้งนี้อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้อาจไม่ได้มาจากนักเรียนเพียงอย่างเดียว แต่อาจขึ้นอยู่กับ การคุมชั้นเรียนของครูได้ด้วยเช่นกัน

ประเด็นที่ 2 ความเชื่อ และทัศนคติเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในประเด็นนี้ มีข้อคำถาม 4 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การรับรู้ และวิธีการสอนเกี่ยวกับสาระที่ 8 ของมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูคนที่ 1 ไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาระที่ 8 ของมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากไม่ทราบว่าสาระที่ 8 คืออะไร ดังคำกล่าวที่ว่า

...โอโห้ ต้องเปิดนะ ไม่ได้ดูนานละ ตอนเวลาเขียนก็จะเขียนลักษณะหลักสูตร เราก็จะเปิดว่าตรงกับสาระไหนนะ แต่จะมีความยุ่งยากในการเขียนแผนมาก ตอนปิดเทอมเราจะต้องเขียนหลักสูตร และเขียนแผนว่าเนื้อหาที่เราสอนตรงตามที่เขากำหนด แล้วก็ตรงตามหลักสูตร แล้วก็สาระใหม่ พอเขียนจบเราก็ลืม...

(ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

จะเห็นได้ว่า ครูคนที่ 1 ไม่ทราบว่าสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นสาระหนึ่งที่อยู่ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนได้

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า สาระที่ 8 คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสอดแทรกอยู่ในทุกรายวิชาที่เป็นวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาโครงงานบูรณาการหรือโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังคำกล่าวที่ว่า

...สาระที่ 8 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มันก็เกี่ยวกับพวกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การทดลอง การใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการพิสูจน์ต่าง ๆ ครูคิดว่ามันน่าจะสอดแทรกไปได้ในทุกรายวิชาที่เป็นวิทยาศาสตร์ แต่ที่ได้เรียนรู้มาก็คงจะเป็นการทำโครงงานวิทยาศาสตร์...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จากการแสดงความคิดเห็น ทำให้ทราบว่า ครูคนที่ 2 ทราบ และเข้าใจเกี่ยวกับสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การทดลอง การใช้เทคโนโลยี และการทำโครงงานบูรณาการ แต่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอนในสาระนี้ ซึ่งความเข้าใจของครูดังกล่าว อาจได้รับอิทธิพลมาจาก สื่อ หนังสือ ตำรา หรือคู่มือการสอนแบบเก่า ที่ให้ความสำคัญเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้วิธีการสอนที่เกี่ยวกับสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องศึกษาในการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู ว่ามีการสอดแทรกลงไปในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน หรือไม่ อย่างไร

2.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์

ครูคนที่ 1 ไม่ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากไม่ทราบว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร โดยให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการเรียนรู้ที่จะอยู่กับธรรมชาติ ซึ่งอาจจะทำให้ไม่เข้าใจได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนอย่างไร ดังคำกล่าวที่ว่า “...ไม่รู้ว่าถูกไหมนะ เออ ก็ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เรียนรู้ที่จะอยู่กับธรรมชาติ ไม่ใช่เรียนรู้ที่จะเอาชนะธรรมชาติ สำคัญไหม คงสำคัญนะ...” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

ครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การมีเหตุผล สามารถพิสูจน์ได้ และมีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์ต้องการเหตุผล และต้องพิสูจน์ได้ โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วย ดังคำกล่าวที่ว่า

...ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความมีเหตุผล และพิสูจน์ได้ ซึ่งครูคิดว่ามันสำคัญนะ เพราะนักเรียนจะต้องรู้ว่าลักษณะของวิชานี้จะต้องมีเหตุผล สามารถพิสูจน์ได้ มีทักษะต่าง ๆ อย่างสาระที่ 8 มันจะมีเทคโนโลยีเข้ามาด้วย ซึ่งเทคโนโลยีก็เป็นสิ่งสำคัญ มันจะไปช่วยกันกับวิทยาศาสตร์...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

ส่วนที่สะท้อนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูคนที่ 2 แสดงความเห็นว่

...การสอนสาระที่ 8 จริง ๆ มันก็สอนได้หมดทุกเรื่องนะ เพราะมันเป็นทักษะกระบวนการ ถ้าเป็นของ ม.3 จะอยู่ในรายวิชาโครงการบูรณาการเลยนะ คือเขาจะต้องคิดโครงการเอง แล้วเราก็จะสอนการคิด หรือให้คำแนะนำไป ถามว่านักเรียนได้อะไร ครูว่าเขาได้เรียนรู้ว่า โครงการทำอย่างไร เรียนรู้กระบวนการ วิธีการ และการได้ทำงานร่วมกัน...

จะเห็นได้ว่า ครูคนที่ 2 มีความเชื่อว่า วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือการสอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการทำกิจกรรมโครงการบูรณาการ ซึ่งเป็นการสอนแยก อีกรายวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองอย่าง เต็มที่ และเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่ม ในการสอนดังกล่าว ครูอาจจะมีความ คาดหวังว่าให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สำหรับครูคนที่ 2 ที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจ และการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงถามคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว โดยครูคนที่ 2 แสดงความคิดเห็นว่า ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ คือ การสนับสนุนให้นักเรียนรู้ในทุก ๆ เรื่อง กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และสร้าง จิตสำนึกที่ดีในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในทางที่ดี ดังคำกล่าวที่ว่า

...ครูไม่รู้หรอกนะว่ามันจะเป็นสิ่งที่ช่วยในการสอนหรือไม่ แต่ครูคิดว่าการศึกษาที่เร สันับสนุนให้เขารู้ในทุก ๆ เรื่อง เช่น ความรู้ทางวิชาการ เทคโนโลยี และภาษา จะช่วยให้ เขาว่าเขาสนใจอะไร และอยากจะศึกษาอะไรเป็นพิเศษ ซึ่งต่อไปมันก็จะทำให้เขารู้จักการ ค้นคว้าหาความรู้ในสิ่งที่เขาสนใจ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ และครูก็จะกระตุ้นให้นักเรียนอยาก เรียนรู้ในสิ่งที่เขาสนใจ ร่วมกับการปลูกฝังจิตสำนึก คุณธรรม จริยธรรมต่าง ๆ...

(ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

จะเห็นได้ว่า ครูคนที่ 2 มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมในการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการสนับสนุนให้นักเรียน เรียนรู้ในทุก ๆ เรื่องที่นักเรียนสนใจ ซึ่งเป็นเพียงปัจจัยที่สนับสนุนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่อาจมาจากประสบการณ์ของครูผู้สอน ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง แล้วได้สอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นให้นักเรียน หรือการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยตนเอง

2. การสังเกตการสอนในห้องเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการสอนของครู

ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของครูทั้ง 2 คน โดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการสอนของครู หลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู สังเกตพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ครูปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ร่วมกับการทำ Inter-rater reliability เพื่อหาความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดในการสังเกตการสอนของครู ดังต่อไปนี้

ครูคนที่ 1 สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สอน 3 คาบ/สัปดาห์ ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของครูคนที่ 1 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การเข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ของครูคนที่ 1

การเข้าสังเกต การสอน	เรื่อง	การจัดกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ครั้งที่ 1	แรงโน้มถ่วงของโลก	- ครูสอนอธิบายคำศัพท์ที่เข้าใจยาก เช่น มวล น้ำหนัก ปริมาตร และแรงโน้มถ่วงของโลก	20 ธ.ค.2554	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 2	การเดินทางออกสู่อวกาศ/กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	- ใช้สื่อ Power point ในการสอน - สอนที่มาของสูตร $F = mg$ และกฎต่าง ๆ ของนิวตัน	23 ธ.ค. 2554	12.30 -13.20 น.
ครั้งที่ 3	สภาพไร้น้ำหนัก	ใช้สื่อ Power point ในการสอน และการเปิด VDO แสดงตัวอย่างสภาพไร้น้ำหนัก	27 ธ.ค. 2554	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 4	การขนส่งอวกาศ และดาวเทียม	ครูอธิบาย เกี่ยวกับการขนส่งยานอวกาศ และดาวเทียม ประเภทต่าง ๆ และเรียกนักเรียนตอบคำถามทีละคน	6 ม.ค. 2555	12.30-13.20 น.
ครั้งที่ 5	แรงเสียดทาน และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	การสาธิตการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน โดยการดึง ชนบัตรที่มีขดน้ำวางทับอยู่	10 ม.ค. 2555	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 6	ทำแบบฝึกหัด เรื่อง แรงเสียดทาน	- ทบทวนสูตรการคำนวณ - นักเรียนทำโจทย์แก้ปัญหาในเอกสารประกอบการ เรียน	13 ม.ค. 2555	12.30 -13.20 น.

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การเข้าสังเกต การสอน	เรื่อง	การจัดกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ครั้งที่ 7	การขนส่งทางน้ำ และแรงลอยตัว	- สาธิตการทดลอง เรื่อง การลอยการจมของดินน้ำมัน - สอนการใช้สูตรคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหา	17 ม.ค. 2555	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 8	ทำแบบฝึกหัด เรื่อง แรงลอยตัว	- ทบทวนสูตรการคำนวณ - นักเรียนทำโจทย์แก้ปัญหในเอกสารประกอบการเรียน	20 ม.ค. 2555	12.30 – 13.20 น.
ครั้งที่ 9	ทบทวนก่อนสอบกลางภาค	ครูทบทวนเนื้อหาที่สอนผ่านมาให้แก่นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ และนำไปใช้ในการสอบกลางภาค	24 ม.ค. 2555	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 10	การขนส่งทางอากาศ/ เครื่องกล	ครูสอนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับ การขนส่งทางอากาศ และส่วนประกอบของเครื่องบิน	27 ม.ค. 2555	12.30 – 13.20 น.
ครั้งที่ 11	รอกระบบต่าง ๆ	สาธิตการทดลอง เรื่อง รอกในระบบต่าง ๆ	31 ม.ค. 2555	08.10-09.50 น.
ครั้งที่ 12	รอก และการคำนวณ เรื่อง รอก	- ทบทวนสูตรการคำนวณ - นักเรียนทำโจทย์แก้ปัญหในเอกสารประกอบการเรียน	3 ก.พ. 2555	12.30 – 13.20 น.

ครูคนที่ 2 สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สอน 4 คาบ/สัปดาห์ ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของครูคนที่ 2 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การเข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ของครูคนที่ 2

การเข้าสังเกต การสอน	เรื่อง	การจัดกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ครั้งที่ 1	แรงโน้มถ่วงของโลก	ครูอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับ แรงโน้มถ่วงของโลก และแรงดึงดูดระหว่างมวล	19 ธ.ค. 2554	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 2	กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	ครูอธิบาย เนื้อหา ที่มาของสูตรในกฎข้อต่าง ๆ ของนิวตัน	22 ธ.ค. 2554	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 3	การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	ครูอธิบายเนื้อหา และวาดภาพการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์บนกระดาน	23 ธ.ค. 2554	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 4	การเดินทางออกสู่อวกาศ	ครูอธิบายเนื้อหา	26 ธ.ค. 2554	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 5	สภาพไร้น้ำหนัก	ครูอธิบายเนื้อหา	5 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.

ตารางที่ 4 (ต่อ)

การเข้าสังเกต การสอน	เรื่อง	การจัดกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ครั้งที่ 6	การขนส่งอวกาศ และดาวเทียม	ครูอธิบายเนื้อหา	6 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 7	แรงเสียดทาน และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	ครูอธิบายเนื้อหา พร้อมวาดภาพอธิบายบนกระดาน	9 ม.ค. 2555	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 8	การขนส่งทางน้ำ และแรงลอยตัว	ครูอธิบายเนื้อหา พร้อมวาดภาพอธิบายบนกระดาน	12 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 9	การคำนวณ เรื่อง แรงลอยตัว	ครูอธิบายสูตรการคำนวณ และยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา	13 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 10	ทำแบบฝึกหัด เรื่อง แรงลอยตัว	- ทบทวนสูตรการคำนวณ - นักเรียนทำโจทย์แก้ปัญหาในเอกสารประกอบการเรียน	16 ม.ค. 2555	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 11	ทบทวนก่อนสอบกลางภาค เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก	ครูทบทวนเนื้อหาที่สอนผ่านมาให้นักเรียน และทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	20 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.

ตารางที่ 4 (ต่อ)

การเข้าสังเกต การสอน	เรื่อง	การจัดกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ครั้งที่ 12	ทบทวนก่อนสอบกลางภาค เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร	ครูทบทวนเนื้อหาที่สอนผ่านมาให้แก่นักเรียน และทำ แบบฝึกหัดเพิ่มเติม	23 ม.ค. 2555	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 13	ทบทวนก่อนสอบกลางภาค เรื่อง แรงลอยตัว	ครูทบทวนเนื้อหาที่สอนผ่านมาให้แก่นักเรียน และทำ แบบฝึกหัดเพิ่มเติม	26 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 14	ทบทวนก่อนสอบกลางภาค เรื่อง แรงเสียดทาน	ครูทบทวนเนื้อหาที่สอนผ่านมาให้แก่นักเรียน และทำ แบบฝึกหัดเพิ่มเติม	27 ม.ค. 2555	14.20 – 15.10 น.
ครั้งที่ 15	การขนส่งทางอากาศ/ เครื่องกล	ครูอธิบายเนื้อหา พร้อมวาดภาพอธิบายบนกระดาน	30 ม.ค. 2555	09.00 – 10.40 น.
ครั้งที่ 16	รอกระบบต่าง ๆ และการคำนวณ เรื่อง รอก	ครูสอนเนื้อหา และยกตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง รอก	3 ก.พ. 2555	14.20 – 15.10 น.

ผู้วิจัยสังเกตวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการใช้คำถาม การทำกิจกรรม การเล่าประสบการณ์ต่าง ๆ และพฤติกรรมที่บ่งชี้ตามเกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 การสังเกตการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิธีการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	การสังเกตการสอน																							
	ครั้งที่ 1 แรงโน้มถ่วง	ครั้งที่ 2 การ เดินทางสู่อวกาศ	ครั้งที่ 3 สภาพไร้น้ำหนัก	ครั้งที่ 4 ดาวเทียม	ครั้งที่ 5 แรงเสียดทาน	ครั้งที่ 6 ทำแบบฝึกหัด	ครั้งที่ 7 แรงลอยตัว	ครั้งที่ 8 ทำแบบฝึกหัด	ครั้งที่ 9 ทบทวน	ก่อนสอบ	ครั้งที่ 10 การ ขนส่งทางอากาศ	ครั้งที่ 11 รอกใน ระบบต่าง ๆ	ครั้งที่ 12 การ คำนวณเรื่องรอก											
	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2	ครู 1	ครู 2
ไม่มีการสอดแทรก	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
สอนแบบ ไม่ชัดแจ้ง			✓				✓			✓			✓				✓		✓					
สอนแบบ ชัดแจ้ง																								

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าครูคนที่ 1 มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง ผ่านการสาธิตการทดลอง จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่ การสอนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงเสียดทาน แรงลอยตัว การขนส่งทางอากาศ และโรคในระบบต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงกระบวนการในการทดลอง และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสาธิตการทดลองของครู ทั้งนี้ ในระหว่างที่ครูทำการสาธิตการทดลอง ครูไม่ได้มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในทางตรง และทางอ้อม ส่วนครูคนที่ 2 ไม่ปรากฏการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกครั้งที่ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอน ทั้งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบไม่ชัดแจ้ง และการสอนแบบชัดแจ้ง เนื่องจากไม่ได้ทำการสาธิตการทดลอง และไม่ได้จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีรายละเอียดการสอนของครูแต่ละคน ดังต่อไปนี้

ครูคนที่ 1 (ห้อง M 3/1)

1. ข้อสรุปทั่วไปเกี่ยวกับการสอน

จากการสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของครูคนที่ 1 จำนวน 12 ครั้ง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ส่วนใหญ่ครูคนที่ 1 มีการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย โดยมีการยกตัวอย่างประสบการณ์ เชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับเหตุการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน มีการสาธิตการทดลองสลับกับการบรรยาย ซึ่งในการสาธิตการทดลองนั้น ครูจะมีการสาธิตการทดลองในบางเรื่องที่สอน ไม่ได้มีการสาธิตการทดลองในทุกครั้ง จากที่ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของครูคนที่ 1 พบว่าครูคนที่ 1 มีการสอนแบบสาธิตการทดลอง 5 ครั้ง ซึ่งการสอนแบบสาธิตการทดลอง เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) เพราะนักเรียนได้เห็นถึงกระบวนการสืบเสาะ และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการสาธิตของครูเช่นกัน เพียงแต่นักเรียนไม่ได้ลงมือสืบเสาะด้วยตนเอง ทั้งนี้ในระหว่างการสาธิตการทดลอง ครูจะอธิบายขั้นตอน และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยไม่ได้กล่าวถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด

ยกตัวอย่างการสอนแบบสาธิตการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน

ครูมีการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียน ซึ่งให้นักเรียนลองดึงธนบัตรที่มีขดน้ำวางทับอยู่ โดยห้ามแตะต้องขดน้ำ และห้ามทำให้ขดน้ำลึกลง นักเรียนออกแรงดึงธนบัตร แต่ดึงไม่ได้ เพราะขดน้ำลึกลง ครูกระตุ้นให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันคิดว่าจะดึงธนบัตร

ได้อย่างไร สุดท้ายครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนดู โดยการเคาะเก้าอี้หรือโต๊ะไปพร้อมกับการดึงชนบัตรออกมา ซึ่งครูดึงชนบัตรออกมาได้อย่างง่ายดาย และขวดน้ำไม่ล้นลง นักเรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น และอยากรู้อย่างเป็นเพราะอะไร ครูจึงถามคำถามต่อไปว่า

ครูคนที่ 1: “นักเรียนคิดว่าทำไมครูต้องเคาะโต๊ะด้วย”

นักเรียน: “ให้ขวดน้ำมันเต็ง ๆ ครับ แล้วมันจะดึงออกมาได้ง่าย ๆ”

ครูคนที่ 1: “อืม จริง ๆ แล้ว การที่ครูเคาะโต๊ะไปพร้อมกับการดึงนั้น เป็นการลดแรงเสียดทานระหว่างขวดน้ำกับชนบัตร ทำให้เราดึงชนบัตรได้ง่ายขึ้นไง”

จะเห็นได้ว่าครูมีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการสาธิตการทดลอง พร้อมกับการถามคำถาม กระตุ้นความสนใจ แต่ไม่ได้มีการบ่งชี้ว่าการทดลองนั้น เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการหาหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งการสาธิตการทดลอง เป็นการสอนแบบสืบทอดอย่างหนึ่ง แต่อยู่ในระดับต่ำที่สุด และเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง โดยนักเรียนสามารถสังเกตเห็นถึงกระบวนการในการทดลอง และมีส่วนร่วมในการอภิปรายจากการตอบคำถามของครู ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 6 ครูคนที่ 1 สาธิตการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน (10 ม.ค. 2555)

ยกตัวอย่างการสอนแบบสาธิตการทดลอง เรื่อง รอกในระบบต่าง ๆ

ครูเริ่มต้นการสอน โดยการใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

ครูคนที่ 1: “นักเรียนคิดว่า คนในสมัยโบราณ ที่เขาสร้าง พีระมิด กำแพงเมืองจีน เขาใช้เครื่องมืออะไรในการช่วยเคลื่อนย้ายก้อนหิน หรือวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ”

นักเรียน: “ใช้แรงงานคนกับสัตว์ ครับ/ ใช้อ้อ หรือเกวียน ค่ะ”

ครูคนที่ 1: “อืม ก็ใช้ในส่วนหนึ่งนะ แต่นั่นใช้แรงงานของคนและสัตว์ แต่สิ่งที่จะต้องมีการนำเข้ามาใช้ร่วมด้วย ก็คือพวกเครื่องกลต่าง ๆ ที่ครูยกตัวอย่างไปเมื่อคาบที่แล้ว ใจยังจำกันได้ไหม มีอะไรบ้าง”

นักเรียน: “รอก ล้อ เพลา สกรู คาน พื่นเอียง ครับ/ค่ะ”

ครูคนที่ 1: “อ่าใช่ พวกนี้มีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายสิ่งของผ่อนแรงไปได้มาก ทีนี้เราจะมาดูเครื่องกล 1 อย่าง คือ รอก นักเรียนรู้จักรอกไหมว่ามันเป็นลักษณะอย่างไร”

นักเรียน: “มันเป็นเหมือนล้อ หมุนได้ ครับ”

ครูคนที่ 1: “อืม รอก มีลักษณะเป็นวงล้อหมุน แล้วก็มีเชือกคล้องอยู่ตรงกลางที่มีแกน และปลายทั้งสองของแกนติดกับที่ยึด ดูตามเอกสารนะ มันก็จะมี 2 ประเภท คือ รอกเดี่ยว กับรอกพวง มาดูรอกเดี่ยวก่อน รอกเดี่ยว มันก็จะมีรอกเดี่ยวที่เคลื่อนที่ กับรอกเดี่ยวตายตัว แบบที่ครูเอามาให้ดูนี้นะ ครูถามหน่อย ว่า เสาธงที่เราเชิญธงชาติ เป็นรอกเดี่ยวแบบไหน”

นักเรียน: “รอกเดี่ยวตายตัวค่ะ เพราะรอกมันอยู่กับที่”

จากนั้นครูนำรอกเคลื่อนที่ รอกตายตัว รวมทั้งรอกพวงที่เป็นตัวอย่างจริง มาทำการสาธิตการยกสิ่งของให้นักเรียนดู ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 7 ครูคนที่ 1 สาธิตการทดลอง เรื่อง รอกพวงในระบบต่าง ๆ (31 ม.ค. 2555)

จะเห็นได้ว่า ครูมีการสาธิตการทดลอง โดยการใช้สื่ออุปกรณ์ที่เป็นตัวอย่างจริง ซึ่งช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ในขณะที่ครูทำการสาธิตการยกสิ่งของโดยรอกในระบบต่าง ๆ ครูจะมีการอธิบายเกี่ยวกับระบบการทำงานของรอก การไต่แรง รวมทั้งการหาค่าความได้เปรียบเชิงกลในรอกระบบต่าง ๆ โดยไม่ได้กล่าวถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจมีความคาดหวังว่า เมื่อนักเรียนได้เห็นตัวอย่างจริง และการสาธิตของครู นักเรียนจะได้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การสอนแบบสาธิตการทดลอง ครูสามารถที่จะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ในประเด็นหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือประเด็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนอาจจะยังไม่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องสมบูรณ์ หรืออาจจะไม่เข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงอาจทำให้ไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในขณะที่สอนก็เป็นได้

2. การใช้สื่อการสอน

นอกจากสื่อการสอนที่เป็นตัวอย่างจริงแล้ว ครูคนที่ 1 ยังมีการใช้สื่อการสอนอย่างอื่น ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียน โปรแกรม Power point และคลิปวิดีโอ เพื่อใช้ประกอบการอธิบาย และการบรรยายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เอกสารประกอบการเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เอกสารประกอบการเรียน ซึ่งเป็นเอกสารที่ทางโรงเรียนเป็นผู้เขียน อ้างอิงกับมาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า เป็นเอกสารประกอบการเรียนที่มีเนื้อหาที่เข้มข้น เน้นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ และเน้นการทำโจทย์ปัญหา ซึ่งไม่พบการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไป ในเอกสารประกอบการเรียน โดยเฉพาะการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ระบุแต่เพียงว่านักวิทยาศาสตร์ท่านใดเป็นผู้ค้นพบความรู้ โดยไม่ได้กล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น

- นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสชื่อ แดเนียล แบร์นูลลี ได้ค้นพบหลักการที่เรียกว่า กฎของแบร์นูลลี (Bernoulli principle) โดยหลักการนี้บอกให้ทราบว่าอากาศ และของเหลวต่าง ๆ เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น มันจะมีความดันน้อยลง ซึ่งเราสามารถอธิบายการยกตัวของปีกเครื่องบินโดยใช้หลักของแบร์นูลลีได้

จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง การขนส่งทางอากาศ

- นักวิทยาศาสตร์ ชื่อ เซอร์ไอแซค นิวตัน ได้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก โดยพบว่า เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกสู่พื้นโลก เนื่องจากโลกมีสนามโน้มถ่วง (Gravitational field) อยู่รอบโลก สนามมีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก สนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งใด ๆ บนผิวโลก มีค่าเฉลี่ยประมาณ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม (วัตถุที่มีมวล 1 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักประมาณ 10 นิวตัน)

จากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก

2.2 การใช้สื่อ Power point ครูคนที่ 1 มีการใช้สื่อ Power point ประกอบคำอธิบายบ้างเป็นบางครั้ง โดยเป็นการแสดงคำอธิบาย หรือภาพประกอบคำอธิบายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการใช้คำถาม ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นภาพตัวอย่าง และสามารถเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ยกตัวอย่างการสอนแบบบรรยายโดยใช้สื่อ Power point เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ครูมีการบรรยาย กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน ซึ่งเกี่ยวกับกฎของความเฉื่อย ก่อนจะมีการยกตัวอย่างภาพประกอบการบรรยายในสื่อ Power point

ครูคนที่ 1: “ความเฉื่อย หมายความว่าวัตถุพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ เช่น เรานั่งซ้อนมอเตอร์ไซด์ แล้วมันออกตัวไปเร็ว ๆ เราไม่ทันตั้งตัว เราก็อาจจะตกลงมาได้ หรือกรณีที่ว่าต่อไปก็คือ ถ้าเกิดเราวิ่งต่อไปเรื่อย ๆ หรือเรานั่งรถ แล้วเบรกกะทันหัน เราก็อาจจะกระเด็น ไม่ก็ทะลุกระจกรถไปได้เลย กฎของความเฉื่อยก็คือ $\sum F = 0, a = 0$ แปลว่าถ้าผลรวมของแรงเป็น 0 ความเร่งเท่ากับ 0 เช่น ถ้าวัตถุวางเฉย ๆ ความเร็วของวัตถุจะเท่าไรครับ”

นักเรียน: “เท่ากับ 0 ค่ะ”

ครูคนที่ 1: “ความเร็วเท่ากับ 0 เมตรต่อวินาที ไม่มีความเร่งด้วยนะครับ แต่ถ้าหากเปลี่ยนใหม่ เป็นวัตถุเคลื่อนที่ ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าเดิมตลอดไป เพราะไม่มีความเร่ง นักเรียนเข้าใจความเร่งกับความเร็วไหมครับ เข้าใจนะ แต่อย่างที่รักษาความเร็วสม่ำเสมอบนโลกอาจจะไม่ค่อยเห็น ถ้าไปอยู่ในอวกาศจะเห็นพวกยานอวกาศ เวลาดับเครื่องยนต์มันจะมีความเฉื่อยอยู่ แล้วมันก็จะไปถึงดาวเคราะห์ที่ต้องการโดยไม่ต้องเปิดเครื่องยนต์ เพราะฉะนั้นมันก็จะสามารถใช้ประโยชน์ในยานอวกาศได้ ตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน”

ครูยกตัวอย่างรูปภาพใน Power point ให้นักเรียนตอบว่าเกี่ยวข้องกับความเร็วหรือไม่อย่างไร เช่น ภาพนักกีฬาวิ่งมาด้วยความเร็ว ภาพรถยนต์แข่งโก้ง ภาพนักฟุตบอลวิ่งชนกัน ภาพนักกีฬาตีลูกเทนนิส เป็นต้น ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 8 ครูคนที่ 1 ใช้สื่อ Power Point สอนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (20 ธ.ค. 2554)

ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายโดยใช้สื่อ Power point ของครูคนที่ 1 เป็นการแสดงภาพประกอบคำอธิบาย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน ซึ่งในระหว่างการบรรยาย ครูไม่มีการกล่าวถึงประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาจเป็นเพราะครูให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากกว่าประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือการสอนในลักษณะเช่นนี้ อาจจะไม่เอื้อต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นได้

2.3 การใช้คลิปวิดีโอ ครูคนที่ 1 มีการเปิดคลิปวิดีโอ แสดงตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เป็นการประกอบคำอธิบาย นักเรียนสามารถเห็นตัวอย่างที่เกิดขึ้นจริง ผ่านคลิปวิดีโอ ซึ่งอาจช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นอีกทางหนึ่ง

ยกตัวอย่างการสอนแบบบรรยาย โดยการใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง สภาพไร้น้ำหนัก

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการถามคำถาม จากนั้นจึงเริ่มต้นการสอน โดยมีการใช้คลิปวิดีโอ ยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันประกอบคำอธิบาย

ครูคนที่ 1: “นักเรียนรู้จักสภาพไร้น้ำหนักหรือเปล่า รู้ไหมว่าคืออะไร”

นักเรียน: “รู้จักค่ะ เป็นสภาพที่ไม่มีแรงโน้มถ่วง”

ครูคนที่ 1: “เก่งมาก เป็นสภาพที่ไม่มีแรงโน้มถ่วงมากกระทำ แต่สภาพที่เราเจอบนโลก เป็นแค่สภาพเหมือนไร้น้ำหนัก นักเรียนเคยพบเจอกันบ้างหรือเปล่า อย่างเวลาที่เรานั่งเครื่องบินที่มันหล่นลงมาเร็ว ๆ เช่น บันจี้จัม มันจะตกลงมา และจะรู้สึกว่ามันไม่มีแรงอะไรมากระทำ จะเรียกว่าสภาพเหมือนไร้น้ำหนัก เพราะเรายังอยู่บนโลก ยังไงโลกก็ยังมีความโน้มถ่วงมากกระทำ เรายังไม่เจอสภาพไร้น้ำหนักจริง ๆ ถ้าเป็นสภาพไร้น้ำหนักจริง ๆ จะต้องไม่มีแรงโน้มถ่วงมากกระทำ แต่อย่างเวลาเรากระโดดบันจี้จัมลงมา ตัวเราจะรู้สึกหวี ๆ เสียว ๆ ท้อง นั้นแหละเป็นสภาพเหมือนไร้น้ำหนัก แล้วนักเรียนคนไหนยังไม่เคยเจอสภาพเหมือนไร้น้ำหนักบ้าง”

นักเรียน: (นักเรียนบางคนยกมือ)

ครูคนที่ 1: “อย่างเวลาที่เรานั่งจักรยานไถ เคยไหมจักรยานขึ้นสะพานเร็ว ๆ พอลงคอสะพาน เราจะดังลดยออกจากเบาะนั่งนิดหน่อย เราจะเสียว ๆ ท้อง นั้นแหละเราก็จะเหมือนอยู่ใน

สภาพเหมือนไร่น้ำหนัก หรือเล่นเครื่องเล่นในสวนสนุกอย่างเรือไวกิ้ง ก็จะมีผู้สื่กได้เหมือนกัน แต่ถ้าหากมีเงินเยอะ ๆ ไปขึ้นเครื่องบินลำหนึ่ง ชื่อ Zero Gravity หรือ Zero G มันเป็นเครื่องเล่นของคนมีเงิน เครื่องบินนี้จะบินไปตรง ๆ แนวตั้ง แล้วพอลงถึงจุด ๆ หนึ่ง มันจะปล่อยเครื่องบินตกอย่างอิสระ ประมาณ 22 วินาที จะปล่อยแบบตกลงมาเลย คนที่อยู่ในเครื่องบินก็จะลอยได้ แล้วเขาก็จะมีคนสอนก่อนขึ้นเครื่องบินว่าจะต้องเดินอย่างไร หรือยืนอย่างไร ถึงจะลอยได้ในเครื่องบิน เดี่ยวครูจะลองให้นักเรียนดูคลิปจาก youtube ว่าเขาจะมีสภาพในเครื่องบินอย่างไร นักเรียนตั้งใจดูนะ” จากนั้นครูจึงเปิดคลิปวิดีโอให้นักเรียนดู ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 9 ครูคนที่ 1 เปิดคลิป V.D.O การเคลื่อนที่ของเครื่องบิน Zero G จากการสอนเรื่อง สภาพไร่น้ำหนัก (27 ธ.ค. 2554)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนห้อง M3/1 จำนวน 5 คน เกี่ยวกับการใช้สื่อการสอนของครูคนที่ 1 หลังจากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนบางคนไม่ชอบการสอนแบบบรรยาย และการใช้สื่อโปรแกรม Power point ของครู เพราะเป็นการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างจะน่าเบื่อ โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

“ผมชอบที่อาจารย์สอนแบบอธิบาย วาดภาพบนกระดาน แล้วเล่าเรื่องแปลก ๆ มากกว่าใช้ Power point หรือว่าเอกสารประกอบการเรียนครับ เพราะสอนด้วย Power point ผมว่ามันน่าเบื่อ”

(M3/1.27, 17 ม.ค. 55)

“อาจารย์เขามีอะไรมาให้ดูอยู่บ่อย ๆ ค่ะ บางทีก็มาทดลองให้ดู มีวิดีโอมาให้ดู แต่หนูไม่ค่อยชอบเวลาอาจารย์เขาสอนกับ Power point หรือว่าอธิบายเฉย ๆ ค่ะ เพราะว่ามันไม่มีอะไรน่าสนใจเท่าไรค่ะ”

(M3/1.16, 31 ม.ค. 55)

ส่วนนักเรียนอีก 3 คน มีการแสดงความคิดเห็นว่า ชอบที่ครูมีการนำตัวอย่างจริง มาสาธิต การทดลอง และชอบที่ครูมีการใช้คำถามที่เชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับเหตุการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เพราะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยแสดงความคิดเห็น ดังนี้

“หนูเข้าใจมากขึ้น เวลาที่อาจารย์ถามว่า กฎข้อนี้เกี่ยวกับอะไรในชีวิตประจำวัน แล้วเราก็ตอบไป พอเราตอบผิด อาจารย์เขาก็จะอธิบาย ยกตัวอย่างเพิ่มให้ ทำให้เรานึกภาพออกได้เลยค่ะ”

(M3/1.19, 17 ม.ค. 55)

“จริง ๆ หนูก็อยากให้อาจารย์เขามีเกมมาให้เล่นบ้าง หรือว่าให้ทำการทดลองบ้าง บางทีเวลามันคงไม่พอ แต่ที่อาจารย์เขามาทดลองให้ดู หนูก็เข้าใจมากขึ้นนะคะ”

(M3/1.29, 31 ม.ค. 55)

“วิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 ยากกว่า ม.1 กับ ม.2 มากครับ มันจำสูตร แล้วต้องคำนวณเยอะ ผมอยากให้อาจารย์เอาอุปกรณ์มาให้ทดลองเองครับ แต่ที่อาจารย์เขาทำให้อ่านหน้าห้อง เอาของจริงมาให้ดู ผมก็ชอบนะ มันไม่น่าเบื่อดี”

(M3/1.10, 31 ม.ค. 55)

3. การประเมินการเรียนรู้

ส่วนใหญ่ครูคนที่ 1 จะมีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้แบบปลายทาง และมีบางครั้งที่ใช้คำถาม เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือไม่ ทั้งนี้จากการสังเกตการสอนของครู ผู้วิจัยไม่พบวิธีการประเมินที่เกี่ยวข้องกับการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากครูไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน

ยกตัวอย่างการสอน และการประเมินของครู โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังการเรียนเรื่อง แรงเสียดทาน

ครูสอนประเภทของแรงเสียดทาน การคำนวณค่าแรงเสียดทาน โดยอธิบายการใช้สูตร และที่มาของตัวแปรต่าง ๆ เช่น

ครูคนที่ 1: “แรงเสียดทานมี 2 ประเภท ได้แก่ แรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์ นักเรียนดูในเอกสารที่ครูแจกให้ตามไปด้วยนะ แรงเสียดทานสถิต วัตถุอยู่นิ่ง ส่วนแรงเสียดทานจลน์วัตถุเคลื่อนที่”

ครูอธิบายและเขียนสูตรต่าง ๆ บนกระดาน ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็จะจดตามที่ครูเขียนบนกระดาน เช่น สูตรการหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์ตามลำดับ

$$\mu_{s \max} = \frac{fs}{N} \quad \text{และ} \quad \mu_k = \frac{fk}{N}$$

ครูคนที่ 1: “การคันรถที่จอดขวางทางเข้าออกบ้านของเรา เราจะออกแรงผลักมากจนถึงจุด $f_{s \max}$ ที่วัตถุกำลังจะเคลื่อนที่ พอรถเคลื่อนที่ไปเราจะออกแรงน้อยลง ซึ่งจะเป็นแรงเสียดทานจลน์ f_k คือวัตถุเคลื่อนที่ไปแล้ว ดังนั้น แรงเสียดทานจลน์ (f_k) จะมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิต ($f_{s \max}$)”

จากนั้นครูแสดงตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาที่อยู่ในเอกสารประกอบการเรียนบนกระดาน 1 ข้อ และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน และส่งแบบฝึกหัดหลังหมดเวลาเรียน

ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่อยู่ในเอกสารประกอบการเรียน

- แผ่นไม้มวล 5 kg วางบนพื้นไม้ เมื่อออกแรง 20 นิวตัน ลากวัตถุทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ถ้านำก้อนหินหนัก 500 นิวตันวางทับแผ่นไม้ จะต้องออกแรงเท่าใดจึงสามารถลากแผ่นไม้ให้เคลื่อนที่ได้

- รถคันหนึ่งมวล 1200 kg จอดอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตสูงสุดเป็น 0.6 และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์เป็น 0.35 เราจะต้องออกแรงดันรถเท่าใด รถจึงจะเคลื่อนที่

- ออกแรงลากวัตถุที่วางไว้บนพื้นขนาด 480 N ทำให้วัตถุพอดีที่จะเคลื่อนที่ วัตถุก่อนหน้านี้มีมวลเท่าใด และถ้าวัตถุเคลื่อนที่แล้วจะมีแรงเสียดทานจลน์มีค่าเท่าใด กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตสูงสุดระหว่างพื้นกับวัตถุมีค่า 0.4 และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่า 0.2

- จงหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างท่อนไม้กับพื้น เมื่อออกแรง 5 นิวตัน ลากท่อนไม้มวล 2.5 กิโลกรัม ไปตามพื้น เพื่อให้ท่อนไม้เคลื่อนที่ได้พอดี

- ออกแรงภายนอกขนาด 1N, 2N, 5N, 10N และ 15N ตามลำดับ กระทำวัตถุมวล 5 กิโลกรัมที่วางอยู่บนพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.1 และ 0.2 จงหาแรงเสียดทานที่เกิดจากแรงภายนอก

- มวลของวัตถุจะต้องมีค่าเท่าใด จึงจะสามารถออกแรงขนาด 66 N ลากวัตถุไปบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์เท่ากับ 0.6 จนวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

จะเห็นได้ว่าโจทย์การคำนวณ จะเน้นการใช้สูตรที่ครูสอน ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และสูตรการคำนวณต่าง ๆ ของนักเรียน โดยไม่ได้เป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และไม่พบการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในโจทย์ปัญหา

จากการสัมภาษณ์นักเรียนห้อง M3/1 จำนวน 5 คน เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ของครู พบว่านักเรียน 3 คน ชอบวิธีการประเมินโดยการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสนในการฝึกฝนการทำแบบฝึกหัดที่เป็นการคำนวณ โดยใช้กฎต่าง ๆ ที่ครูสอน และช่วยให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดไปใช้ในการสอบ โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

“เนื้อหาฟิสิกส์ยากค่ะ มีแต่ให้ทำโจทย์ อาจารย์เขาก็สอนให้ทำแบบฝึกหัด พอทำยากก็จะให้ลองทำแบบฝึกหัด แล้วก็เฉลยในห้อง ทำให้เข้าใจวิธีการคิดค่ะ”

(M3/1.19, 17 ม.ค. 55)

“หนูว่าเนื้อหามันยากอะค่ะ ถ้าเรียนฟิสิกส์ในม.ปลายคงยากกว่านี้ หนูชอบที่ได้ทำแบบฝึกหัดนะค่ะ พอสอบจะได้ทำได้ เรียนตอน ม.ปลายก็จะได้รู้เรื่อง”

(M3/1.29, 31 ม.ค. 55)

“อาจารย์ให้ลองทำแบบฝึกหัดตอนท้ายคาบ ก็ดีนะครับได้ฝึกไปด้วย ทำให้เข้าใจดีครับ บางโจทย์ก็ยาก แต่บางโจทย์ผมก็ทำได้ครับ”

(M3/1.10, 31 ม.ค. 55)

ครูคนที่ 2 (ห้อง M 3/2)

1. ข้อสรุปทั่วไปเกี่ยวกับการสอน

จากการสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของครูคนที่ 2 จำนวน 16 ครั้ง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ส่วนใหญ่ครูคนที่ 2 มีการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย โดยให้ความสำคัญต่อการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการอธิบายการทำโจทย์แก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ก่อนข้างมาก มีการทบทวนเนื้อหา และการทำแบบฝึกหัดก่อนการสอบอยู่หลายครั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถนำเนื้อหาความรู้ไปใช้ในการสอบได้ จากการสังเกตไม่พบการสอนแบบสาธิตการทดลอง หากมีการอธิบายเกี่ยวกับการลาวัณธุหรือการผูกมัดในระบบต่าง ๆ ครูจะใช้การวาดภาพบนกระดานประกอบคำอธิบาย และไม่พบการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งไม่ปรากฏการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ก่อนการสอนแต่ละครั้ง ครูคนที่ 2 มักจะมีการอบรม คุณธรรม จริยธรรม ให้แก่นักเรียน เพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนดี แต่งกายให้ถูกระเบียบ มีมารยาทในการฟัง และการพูดอีกด้วย

ยกตัวอย่างการสอนแบบบรรยายที่ให้ความสำคัญต่อการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงโน้มถ่วง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ครูพูดคุย อบรมนักเรียนเกี่ยวกับการไม่ตรงต่อเวลา การงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และการแต่งกายให้เรียบร้อย จากนั้นแจกเอกสารประกอบการเรียนให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนเปิดเอกสารในหัวข้อเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลก และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ครูกล่าวถึงผลงานของไอแซค นิวตัน และบรรยายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยไม่ได้กล่าวถึงประวัติวิธีการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิวตัน และไม่ได้สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สอดคล้องได้ เช่น ประเด็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ครูคนที่ 2: “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ใครเป็นผู้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก”

นักเรียน: “นิวตัน ครับ/ค่ะ”

ครูคนที่ 2: “ใช่แล้ว เซอร์ ไอแซค นิวตัน พบว่าโลกของเรามีแรงโน้มถ่วง ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กของโลก หรือสนามโน้มถ่วงนะ นอกจากนี้ยังค้นพบกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล ในเรื่องของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล นิวตันกล่าวว่า แรงดึงดูดจะแปรผันตรงกับผลคูณของมวลทั้งสอง และแปรผกผันกับระยะห่างยกกำลังสอง ดังนั้นเราสรุปได้ว่า กฎของนิวตันครับ เป็นกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล ถ้าครูออกข้อสอบครูจะออกข้อสอบอะไรได้บ้าง เรามาดูนะแล้วหนูจะรู้ว่าหนูจะต้องอ่านหนังสือยังงัย เช่น ข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างมวล ก.วัตถุที่มีมวลมากสามารถทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างมวลมาก ถูกหรือผิด ถูกนะ เพราะว่ามันแปรผันตรง ข.ถ้าวางวัตถุไว้ใกล้กันแรงดึงดูดจะน้อย ถ้าวางวัตถุไว้ห่างกันแรงดึงดูดจะมาก ผิดนะ ถ้าระยะห่างมีค่ามากขึ้น คูณระยะคานะ ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งคู่มีค่ามากขึ้น F จะมีค่าน้อยลง ถ้า R เข้าสู่อินฟินิตี้ R เป็นระยะห่าง เมื่อ R เข้าสู่อินฟินิตี้ F จะมีค่าเข้าสู่ 0 ดังนั้นในเรื่องของแรงดึงดูดระหว่างมวล จินตนาการได้ ง่าย ๆ ว่า แม่เหล็กสองแท่งอยู่ใกล้กัน แรงดึงดูดมากขึ้น ถ้าวางห่างกันแรงดึงดูดก็จะน้อยลงไปเรื่อย ๆ จนไม่มีแรงดึงดูด เมื่อ F เข้าสู่ 0 มันจะมีศัพท์คำหนึ่งที่หนูต้องรู้ คำว่าสภาพไร้น้ำหนัก คือสภาพที่ไม่มีแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่ใด ๆ เช่น นักเรียนยืนอยู่ที่โลก มีมวล 120 กิโลกรัม ดังนั้นนักเรียนคนนี้จะมามีค่าที่แรงดึงดูดของโลกกระทำค่าหนึ่ง เมื่อเอานักเรียนคนเดิมไปอยู่ที่สูงจากโลกมากขึ้นเรื่อย ๆ แรงดึงดูดก็จะมามีค่าน้อยลง จนไปอยู่ที่หนึ่งที่ไม่มีแรงดึงดูดระหว่างนักเรียนกับโลกแล้ว นักเรียนคนนั้นก็จะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก ดังนั้นเวลาคำนวณ เราจะได้ว่า แรงดึงดูดระหว่างมวลจะมีค่าเท่ากับ $\frac{GM_1M_2}{r^2}$ เราจะได้ค่าคงที่มา 1 ค่าเสมอ ค่าคงที่ตรงนี้ครับ เราจะเรียกมันว่า ค่าจีโน้มถ่วงสากล ค่า g นะ ซึ่งจะมีค่า เท่ากับ 6.673×10^{-11} นิวตันตารางเมตรส่วนด้วย กิโลกรัมยกกำลังสอง ส่วน M_1 หรือ M_2 คือมวลของวัตถุ ในระบบ SI เราจะใช้หน่วยเป็นกิโลกรัม ถ้าโจทย์ให้หน่วยเป็นกรัมหรือเป็นอะไรมา นักเรียนจะต้องเปลี่ยนเป็นกิโลกรัมนะ ต่อไป r เป็นระยะห่างระหว่างวัตถุ เวลาวัดระยะห่าง เราจะต้องวัดจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งคู่ ใช้หน่วยเป็นเมตร ในเรื่องของแรงดึงดูดระหว่างมวล ถ้าเราไปเทียบกับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ อย่างเช่นโลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ เราจะเรียกแรงดึงดูดระหว่างมวลอีกอย่างหนึ่งว่าแรงโน้มถ่วง ระหว่างวัตถุกับโลก เราจะเรียกว่า แรงโน้มถ่วง ทำให้มองได้ง่ายขึ้น มวลของโลกมีค่าเท่ากับ 6×10^{24} กิโลกรัม รัศมีของโลก มีค่าเท่ากับ 6370 กิโลเมตร เวลาคำนวณเราจะใช้ค่านี้ในการคำนวณ”

จะเห็นได้ว่า ครูคนที่ 2 เน้นการสอนบรรยายเนื้อหาที่เข้มข้น และสอนตัวแปรที่อยู่ในสูตรต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้รับความรู้จากครูผู้สอนเท่านั้น อาจมีคำถามบ้าง โดยคำถามไม่ได้เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่เป็นคำถามที่ถามความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน ยกตัวอย่างเช่น

ครูคนที่ 2: “กฎของนิวตันเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า $\sum F = 0$ หมายความว่าแรงลัพธ์เท่ากับ 0 ที่นักเรียนเคยเรียนมา แรงเป็นปริมาณอะไร”

นักเรียน: “ปริมาณเวกเตอร์ค่ะ”

ครูคนที่ 2: “ถูกต้อง ดังนั้นในการรวมแรงจะต้องรวมเป็นปริมาณเวกเตอร์ เราเรียนมาแล้วต้องเข้าใจนะ ว่าแรงที่อยู่ในทิศเดียวกันนำมาบวกกัน ส่วนแรงที่อยู่ในทิศตรงข้ามนำมาลบกัน ดังนั้นจากรูปเขียนเป็นสมการได้ว่า $F_1 + (-F_2) = 0$ หรือ $\sum F = 0$ ถ้าผลรวมของแรงเท่ากับ 0 สิ่งตามมา คือ วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่”

ครูคนที่ 2: “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่คืออะไร”

นักเรียน: “ไม่เหมือนเดิม เปลี่ยนลักษณะในการเคลื่อนที่ครับ”

ครูคนที่ 2: “การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่เพิ่มขึ้นและลดลง หรือเรียกว่า ความเร่ง ($\vec{a}$)”

ครูคนที่ 2: “นักเรียนคิดว่ากฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ของนิวตันต่างกันตรงไหน”

นักเรียน: “มีตัว a เพิ่มขึ้นครับ”

ครูคนที่ 2: “อืม a ที่เพิ่มขึ้น ก็คือ ความเร่ง ซึ่งหมายถึงความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่ง เขียนเป็นสมการ คือ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ เผลอคำ คือความเร็วที่เปลี่ยนไป”

ทั้งนี้จากการสังเกตการสอนของครูคนที่ 2 พบว่าบรรยากาศในการเรียน และวิธีการเรียนของนักเรียน มักจะเป็นการจดบันทึกตามเนื้อหาที่ครูสอน หรือสิ่งที่ครูเขียนอธิบายบนกระดาน ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 10 ครูคนที่ 2 สอนบรรยาย เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก (19 ธ.ค. 2554)



ภาพที่ 11 บรรยากาศในการเรียน นักเรียนตั้งใจทำแบบฝึกหัด และจดบันทึกตามที่ครูสอน

2. การใช้สื่อการสอน

ครูคนที่ 2 มีการใช้เอกสารประกอบการเรียน และการวาดภาพประกอบคำอธิบายบนกระดาน ไม่มีการนำสื่อที่เป็นตัวอย่างจริงมาสาธิตการทดลอง และไม่ได้นำโปรแกรม Power point ในการสอนบรรยาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เอกสารประกอบการเรียน ครูคนที่ 2 มีการใช้เอกสารประกอบการเรียนชุดเดียวกับครูคนที่ 1 เนื่องจากเป็นการสอนในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อมีการอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียน ครูมักจะบอกให้นักเรียนเปิดเอกสารประกอบการเรียน เพื่อให้นักเรียนศึกษาภาพตัวอย่างในเอกสารประกอบการเรียน ร่วมกับการอธิบายจากครู

ยกตัวอย่างการสอนแบบบรรยาย โดยการใช้เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง การขนส่งทางอากาศ และเครื่องกล

ครูเริ่มต้นการสอนเนื้อหา โดยการใช้คำถาม

ครูคนที่ 2: “นักเรียนรู้จักนักวิทยาศาสตร์ที่ชื่อ แดเนียล แบร์นูลลี ไหม ว่าเกี่ยวข้องกับอะไรกับการขนส่งทางอากาศ”

นักเรียน: “ไม่รู้จักค่ะ”

ครูคนที่ 2: “แดเนียล แบร์นูลลี เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ค้นพบหลักการที่เรียกว่า กฎของแบร์นูลลี ที่ทำให้รู้ว่าอากาศและของเหลวต่าง ๆ เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น มันจะมีความดันน้อยลง นักเรียนดูภาพตามในเอกสารหน้า 9 นะ ลักษณะมันจะคล้าย ๆ ปีกนก ซึ่งปีกนกก็มีหลักการทำงานเหมือนกับในรูปภาพนี้แหละ อากาศด้านล่างจะพุ่ง ยกให้ปีกลอยขึ้นได้ ปีกของเครื่องบินก็ใช้หลักการของแบร์นูลลี ส่วนประกอบที่ช่วยในการบินของเครื่องบิน ครูให้นักเรียนไปอ่านมาตามเอกสารนี้เลย และก็ทำให้ได้ด้วยนะว่า ส่วนไหนทำหน้าที่อะไร ทีนี้เรามารู้จักเครื่องกลกันนะ นักเรียนคิดว่า เครื่องกล คืออะไร”

นักเรียน: “เครื่องมือ ช่วยในการขนของต่าง ๆ ค่ะ”

ครูคนที่ 2: “อิม เครื่องกล คือ เครื่องมือที่ใช้ในการผ่อนแรงในการทำงานนะ เช่น รอก คาน พื้นเอียง ลิ่ม สกรู ล้อ และเพลา พวกนี้เอามาช่วยผ่อนแรง ทำให้เวลาเราเคลื่อนย้ายสิ่งของทำได้ง่ายขึ้น แล้วก็ออกแรงไม่ต้องมากนัก ในการเรียนเรื่องเครื่องกลของพวกเรา เราจะเรียนในตัวของ รอกนะ นักเรียนรู้จักรอกไหม รอกคืออะไร”

นักเรียน: “รอก เป็นเหมือนล้อคะ มันหมุน ๆ ได้”

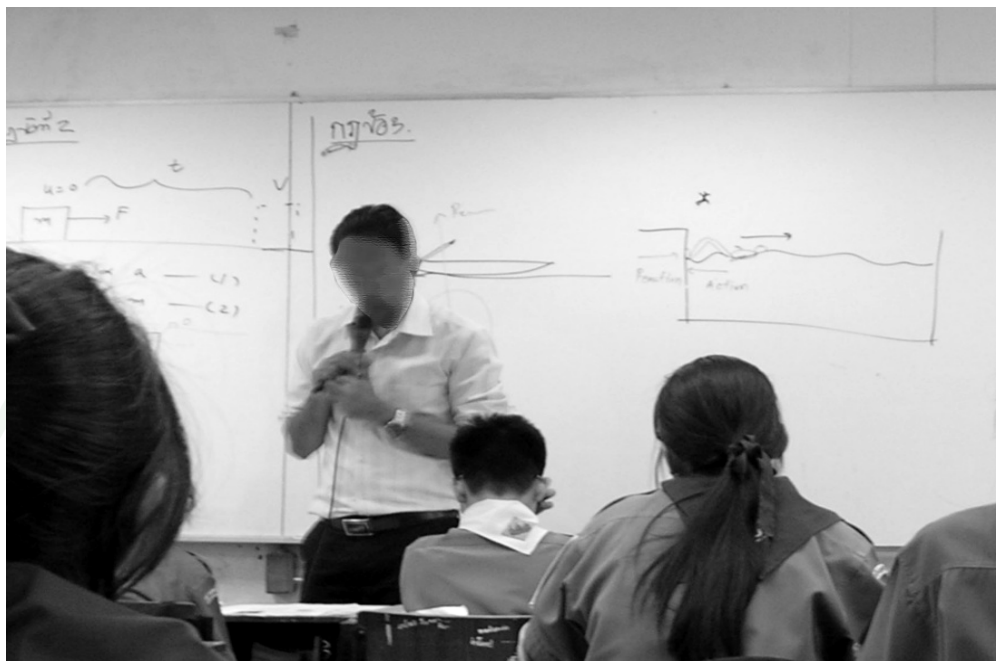
ครูคนที่ 2: “ก็ใช่นะ รอก เป็นเครื่องกลช่วยผ่อนแรง มีลักษณะเป็นวงล้อหมุนได้คล่อง อาจจะทำด้วยไม้ หรือว่าโลหะ แล้วก็จะมีรอกอยู่รอบ ๆ วงล้อ รอกนี้ใช้สำหรับคล้องเชือกตรงกลางมี แกน และปลายทั้งสองของแกนติดกับที่ เดี๋ยวครูจะให้ดูภาพ นักเรียนเปิดเอกสารประกอบไปได้เลย หน้าที่ 11 นะ รอกมันก็จะจะมี 2 ชนิด คือ รอกเดี่ยว กับรอกพวง ในส่วนของรอกเดี่ยว เป็นรอกในระบบที่มีรอกตัวเดียวนะ ก็จะมีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ กับรอกเดี่ยวตายตัว ส่วนรอกพวง ก็จะมีรอกเดี่ยว 2 ตัวขึ้นไป รอกพวงจะมี 3 ระบบ”

จะเห็นว่าครูมีการใช้เอกสารประกอบการเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพตัวอย่าง รวมไปถึงการอธิบาย ซึ่งครูอาจมีความคาดหวังให้นักเรียนได้เห็นตัวจากรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น จึงอาจจะไม่ได้มีการนำตัวอย่างจริงมาทำการสาธิตการทดลองให้นักเรียน ได้ศึกษาอย่างครูคนที่ 1 ทั้งนี้ในระหว่างที่ครูสอนบรรยาย ครูไม่ได้มีการกล่าวถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะไม่เอื้อต่อการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นได้

2.2 การวาดภาพบนกระดานประกอบคำอธิบาย โดยส่วนใหญ่ครูคนที่ 2 มักจะเขียน อธิบายสูตร หรือกฎต่าง ๆ บนกระดาน รวมทั้งมีการวาดภาพประกอบคำอธิบาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ซึ่งนักเรียนจะมีการจดบันทึกตามสิ่งที่ครูเขียนบนกระดานลงใน เอกสารประกอบการเรียน

ยกตัวอย่างการสอนแบบบรรยาย โดยการวาดภาพบนกระดานประกอบคำอธิบาย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ครูวาดภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งบนกระดาน พร้อมกับการอธิบายตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสมการของกฎแต่ละข้อ ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 12 ครูคนที่ 2 สอนบรรยาย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (22 ธ.ค. 2554)

จากนั้นครูจะมีการใช้คำถามเป็นระยะ ๆ โดยคำถามที่ใช้ ส่วนใหญ่จะเป็นการถามคำถามในเนื้อหาที่สอน เช่น

ครูคนที่ 2: “กฎของนิวตันเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า $\sum F = 0$ หมายความว่า แรงลัพธ์ เท่ากับ 0 ที่นักเรียนเคยเรียนมา แรงเป็นปริมาณอะไร”

นักเรียน: “ปริมาณเวกเตอร์ค่ะ”

ครูคนที่ 2: “ถูกต้อง ดังนั้นในการรวมแรงจะต้องรวมเป็นปริมาณเวกเตอร์ เราเรียนมาแล้ว ต้องเข้าใจนะ ว่าแรงที่อยู่ในทิศเดียวกันนำมาบวกกัน ส่วนแรงที่อยู่ในทิศตรงข้ามนำมาลบกัน ดังนั้นจากรูปเขียนเป็นสมการได้ว่า $F_1 + (-F_2) = 0$ หรือ $\sum F = 0$ ถ้าผลรวมของแรงเท่ากับ 0 สิ่งที่มาตาม คือ วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่”

ครูคนที่ 2: “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่คืออะไร”

นักเรียน: “ไม่เหมือนเดิม เปลี่ยนลักษณะในการเคลื่อนที่ครับ”

ครูคนที่ 2: “การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่เพิ่มขึ้นและลดลง หรือเรียกว่า ความเร่ง (a)”

ครูคนที่ 2: “นักเรียนคิดว่ากฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ของนิวตันต่างกันตรงไหน”

นักเรียน: “มีตัว a เพิ่มขึ้นครับ”

ครูคนที่ 2: “อิม a ที่เพิ่มขึ้น ก็คือ ความเร่ง ซึ่งหมายถึงความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่ง เขียนเป็นสมการ คือ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ เดลต้า คือความเร็วที่เปลี่ยนไป

จากการสัมภาษณ์นักเรียนห้อง M3/2 จำนวน 5 คน เกี่ยวกับการใช้สื่อการสอนของครู หลังจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนบางคนไม่ชอบการสอนแบบบรรยาย หรือการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน เพราะเป็นการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างจะน่าเบื่อ และอยากให้ครูสอนโดยการจัดกิจกรรมต่าง ๆ หรือมีการทดลองบ้าง เพื่อให้เห็นจากตัวอย่างจริง ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

“อาจารย์เขาสอนแต่เนื้อหาอย่างเดียว บางครั้งมันก็น่าเบื่อ เข้าใจยากครับ ผมอยากให้มีความตัวอย่างให้ดูชัด ๆ ผมว่ามันจะเข้าใจง่ายขึ้น”

(M3/2.06, 22 ธ.ค. 54)

“อาจารย์สอนดีค่ะ เนื้อหาเป๊ะ แต่บางครั้งก็น่าเบื่อบ้างค่ะ อยากให้เล่นเกม หรือทดลองบ้างก็น่าจะดีกว่านี้ค่ะ”

(M3/2.16, 22 ธ.ค. 54)

“อาจารย์จะสอนจากเอกสารประกอบการเรียน และก็อธิบายเพิ่มเติม เนื้อหาอาจารย์สอนได้ดีมากค่ะ แต่ก็อยากให้อาจารย์มีอะไรใหม่ ๆ มาให้ทำ หรือว่าเอาอะไรมาให้อ่านบ้างก็คงจะดีค่ะ”

(M3/2.04, 12 ม.ค. 55)

3. การประเมินการเรียนรู้

ส่วนใหญ่ครูคนที่ 2 จะมีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้แบบปลายทาง โดยจะให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนเกือบทุกครั้งที่มีการสอนเนื้อหาเสร็จสิ้น ทั้งนี้จากการสังเกตการสอนของครู ผู้วิจัยไม่พบวิธีการประเมินที่เกี่ยวกับการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากครูไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนเช่นเดียวกับครูคนที่ 1

ยกตัวอย่างการสอน และการประเมินของครู โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังการเรียนรู้เรื่อง แรงลอยตัว

ครูสอนเกี่ยวกับแรงลอยตัว โดยการบรรยายเนื้อหา พร้อมกับเขียนอธิบายบนกระดาน

ครูคนที่ 2: “แรงลอยตัว คือ แรงที่ของเหลวพยุงวัตถุไว้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้านำวัตถุมาก่อนหนึ่ง ที่มีมวลมากกว่า 5 กิโลกรัม ถ้านำตาชั่งสปริงมาชั่งบนอากาศจะอ่านค่าได้ 50 นิวตัน เราจะเรียกว่าน้ำหนักของวัตถุในอากาศ ถ้านำวัตถุก้อนนี้โยนลงไปในน้ำ วัตถุก้อนนี้จะจมลงไปเรื่อย ๆ แสดงว่าความหนาแน่นของวัตถุจะมากกว่าความหนาแน่นของน้ำ ถ้านำตาชั่งสปริงไปเกาะกับวัตถุก้อนนี้ในขณะที่อยู่ในน้ำ ตาชั่งสปริงจะอ่านค่าได้ไม่เท่ากับ 50 นิวตัน สมมติอ่านค่าได้ 40 นิวตัน แล้วอีก 10 นิวตันหายไปไหนครับ”

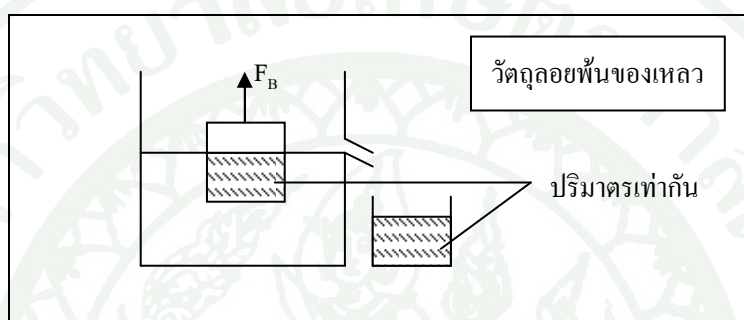
นักเรียน: “อยู่ในน้ำครับ”

ครูคนที่ 2: “เป็นแรงที่ของเหลวพยุงวัตถุก้อนนี้ไว้ไง ซึ่งแรงที่ของเหลวพยุงวัตถุก้อนนี้ไว้เราเรียกมันว่า แรงลอยตัว”

จะเห็นได้ว่าครูมีการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับที่มาของแรงลอยตัว โดยการอธิบายการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และเห็นภาพการทดลองดังกล่าว แต่ไม่มีการสาธิตการทดลองจากอุปกรณ์จริง หรือให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง

จากนั้นครูจึงสอนการลอย การจม ที่เกิดขึ้นได้ 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 วัตถุลอยพิน้ำ
กรณีที่ 2 วัตถุลอยปริ่มน้ำ และกรณีที่ 3 วัตถุจมในของเหลว โดยการวาดภาพบนกระดาน และ
อธิบายการลอยการจมในแต่ละกรณี พร้อมกับการสอนสูตรการคำนวณที่อยู่ในการลอยการจมใน
กรณีต่าง ๆ เช่น

ครูวาดภาพการลอยการจม กรณีที่ 1 บนกระดาน ดังนี้



ภาพที่ 13 ตัวอย่างภาพวาดบนกระดานของครู เรื่อง การลอยการจม กรณีที่ 1 วัตถุลอยพินของเหลว

ครูคนที่ 2: “ในกรณีที่ 1 วัตถุลอยพิน้ำ แสดงว่า ความหนาแน่นของของเหลวมากกว่า
ความหนาแน่นของวัตถุ คือ $D_{\text{เหลว}} > D_{\text{วัตถุ}}$ และ $V_{\text{จม}} = V_{\text{น้ำขึ้น}}$ และ $W_{\text{น้ำขึ้น}} = \text{แรงลอยตัว } (F_B)$ ซึ่งหลัก
ของอาร์คิมิดีส คือ แรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำขึ้น เขียนเป็นกฎ คือ $F_B = W_{\text{น้ำขึ้น}}$ ซึ่งเรา
ต้องทราบค่ามวลของน้ำก่อน โดยใช้สูตร $m_{\text{น้ำ}} = D_{\text{น้ำ}} V_{\text{น้ำ}}$ นักเรียนต้องจำค่าคงที่ของความ
หนาแน่นของน้ำให้ได้ คือ $D_{\text{น้ำ}} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1,000 \text{ kg/m}^3$ และความหนาแน่นของปรอท คือ
 $D_{\text{ปรอท}} = 13.6 \text{ g/cm}^3 = 13,600 \text{ kg/m}^3$ ”

จากนั้นครูสอน สูตรและการคำนวณหาแรงลอยตัวในกรณีต่าง ๆ และให้นักเรียนทำ
แบบฝึกหัดที่อยู่ในเอกสารประกอบการเรียน และส่งแบบฝึกหัดให้ครูหลังหมดคาบเรียน

ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงลอยตัวที่อยู่ในเอกสารประกอบการเรียน

- แท่งไม้ลูกบาศก์ยาวด้านละ 10 cm มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 ถ้านำไปลอยในภาชนะ
ที่มีน้ำเกลือเต็มพอดี น้ำเกลือที่ล้นออกมามีปริมาตรกี่ cm^3 กำหนดความหนาแน่นของเกลือเท่ากับ
 1.2 g/cm^3

- กระป๋องโลหะทรงกระบอกสูง 30 cm พื้นที่หน้าตัดภายนอก 400 cm^2 นำไปลอยตั้งตรงในน้ำ พบว่าส่วนที่ลอยพ้นน้ำสูง 10 cm ความหนาแน่นของโลหะ และน้ำเป็น 8 และ 1 g/cm^3 ตามลำดับ จงหาว่าเนื้อโลหะที่ใช้ทำกระป๋องมีปริมาตรกี่ cm^3

- เรือบรรทุกขนาดใหญ่มีปริมาตร $5,000 \text{ m}^3$ ขณะเรือเปล่าจะจมในน้ำทะเล 20 cm^3 ถ้าน้ำทะเลมีความหนาแน่น 1.2 g/cm^3 จงหาน้ำหนักของเรือ และเรือนี้จะสามารถบรรทุกของได้มากที่สุดกี่ตัน เรือจึงจะลอยปริ่มน้ำพอดี

- วัตถุมีปริมาตร 500 cm^3 จมในน้ำ $3/5$ ของปริมาตรวัตถุ จงหาค่าแรงลอยตัว และค่าความหนาแน่นของวัตถุ และถ้านำวัตถุนี้ไปลอยในของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2 วัตถุจะลอยสูงขึ้นจากที่ลอยในน้ำกี่ cm^3

- น้ำแข็งมีความหนาแน่น 0.92 g/cm^3 ลอยในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น 1.04 g/cm^3 น้ำแข็งจมน้ำทะเลเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์

- หีบใบหนึ่งมีขนาด $5 \times 12 \times 4 \text{ m}^3$ กำลังลอยอยู่ในน้ำจืดโดยจมนลงไปครึ่งหนึ่งพอดี ถ้านำน้ำทะเลมีความหนาแน่น 1200 kg/m^3 มาเติมลงในหีบอีก $84,000 \text{ kg}$ หีบจะเปลี่ยนไปกินน้ำลึกเท่าใด

จะเห็นได้ว่าโจทย์การคำนวณ เป็นโจทย์ที่ค่อนข้างยาก จะเน้นการใช้สูตรที่ครูสอน และเป็นโจทย์ที่นักเรียนสามารถนำไปทบทวนก่อนสอบได้ ซึ่งไม่ได้เป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นเหมือนสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่โจทย์ถาม

จากการสัมภาษณ์นักเรียนห้อง M3/2 จำนวน 5 คน เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ของครู ซึ่งเป็นการตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับการสอนของครู พบว่า นักเรียนบางคน แสดงความคิดเห็นว่าการที่ครูสอนบรรยาย อาจเนื่องมาจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก จึงอาจจะต้องมีการทำแบบฝึกหัดให้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนชอบวิธีการประเมินโดยการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยให้ นักเรียนได้มีโอกาสในการฝึกฝนการทำแบบฝึกหัดที่เป็น การคำนวณ โดยใช้กฎต่าง ๆ ที่ครูสอน และช่วยให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เพื่อ นำความรู้ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดไปใช้ในการสอบ โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

“หนูก็โอเคนะคะ เข้าใจที่อาจารย์สอนแต่เนื้อหา ก็เนื้อหาวิทยาศาสตร์มันก็เป็นแบบนี้ คำนวณเยอะ อาจารย์เขาสอนให้ทำโจทย์ที่ดีนะ ได้ฝึกการทำแบบฝึกหัดเยอะ ๆ จะได้เอาไปสอบ”

(M3/2.16, 22 ธ.ค. 54)

“เนื้อหาฟิสิกส์เป็นอะไรที่ยากมาก เข้าใจยาก อาจารย์เขาก็เลยต้องสอนเน้นเนื้อหาให้มาก ๆ แล้วก็ทำแบบฝึกหัดให้มาก หนูว่าก็ดีนะ จะได้เอาไปใช้ทำข้อสอบให้ได้คะแนนดี ๆ”

(M3/2.04, 12 ม.ค. 55)

“ทำแบบฝึกหัดดีนะครับ แต่ไม่ค่อยชอบที่อาจารย์ให้เอากลับไปทำเป็นการบ้าน ชอบที่ให้ทำในห้อง แล้วเฉลยมากกว่าครับ เพราะจะได้รู้วิธีที่ถูก แล้วค่อยเอาไปอ่านเองที่บ้านดีกว่าครับ”

(M3/2.06, 12 ม.ค. 55)

ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ครูทั้ง 2 คน มีความคาดหวังให้นักเรียนได้เข้าใจ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ สูตรการคำนวณ และทักษะในการทำโจทย์แก้ปัญหา โดยไม่มีการประเมินผล การเรียนรู้ระหว่างทาง และไม่ได้คาดหวังให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนในห้อง M 3/1 อาจจะซึมซับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้บ้าง จากการสอนของครูคนที่ 1 ที่มีการสอนแบบสาธิตการทดลองก่อนการสอนเนื้อหา ซึ่งครูไม่ได้ชี้ให้เห็นถึงการต้องการ หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง หรือวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการสาธิต การทดลองครูจะอธิบายถึงขั้นตอนการทดลอง และผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง นักเรียนจึงเป็นผู้ สังเกต และเห็นถึงกระบวนการทดลองจากครูด้วยตนเอง

นอกจากนี้ครูทั้ง 2 คน ยังมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ รวมทั้งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผ่านการทำกิจกรรมโครงงานบูรณาการ โดยใน ภาคเรียนที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะต้องเรียนในรายวิชาโครงงานบูรณาการ เป็น การสอนสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบแยกส่วน เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอน เป็นการทำงานเป็นกลุ่ม เน้นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ โดยครูจะเป็นผู้สอนการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และประเมินนักเรียน ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งไม่ได้บ่งชี้หรืออภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องให้นักเรียน เข้าใจ นักเรียนจึงมีหน้าที่ในการคิดโครงงาน สืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติการ และ นำเสนอความก้าวหน้าของโครงงานในทุกสัปดาห์

การสอนกิจกรรมโครงการบูรณาการ อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่อาจจะทำให้ครูทั้งสองคน มีความเชื่อว่านักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จึงอาจจะทำให้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครูในห้องเรียนโดยส่วนใหญ่ เป็นการสอนแบบบรรยาย และไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในห้องเรียน เพราะเชื่อว่านักเรียนได้เรียนรู้จากการทำโครงการบูรณาการแล้วนั่นเอง ดังคำกล่าวของครูที่ว่า

...ครูเป็นคณะกรรมการในการตรวจโครงการบูรณาการ เวล่านักเรียนเขามานำเสนอ ความก้าวหน้าของโครงการ เราจะเห็นวิธีการคิดทางวิทยาศาสตร์ของเขา ซึ่งมันเห็นเป็นระบบมากขึ้น มีทิศทางในการทำโครงการ ซึ่งครูจะตรวจในส่วนของการเขียนรายงาน โครงการนะ ก็เห็นว่าเขาเขียนได้ มีการคิดที่เป็นระบบ โดยส่วนตัวก็คิดว่าเด็กได้อะไรเยอะจากการทำโครงการ เช่น ได้การทำงานเป็นกลุ่ม เห็นคุณค่าของเพื่อน รู้จุดประสงค์ของการทำงาน รู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และก็เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เราไม่ได้ไปบอกให้เขารู้ ไม่ได้สอนเขาในห้องเรียน แต่เขาจะรู้ได้ด้วยตนเอง...

(ครูคนที่ 2, 24 ม.ค. 2555)

ตอนที่ 3 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน

1. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

จากการสัมภาษณ์มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ผลการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ผู้วิจัยได้แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ตารางสรุปมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในแต่ละประเด็น

ประเด็น NOS	ครูคนที่ 1				ครูคนที่ 2			
	IV*	TV*	NV*	NC*	IV*	TV*	NV*	NC*
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์		✓				✓		
2. การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์		✓			✓			
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์		✓				✓		
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓					✓		
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓					✓		
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์		✓			✓			
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์		✓				✓		
8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์		✓			✓			

* หมายเหตุ: IV = มุมมองสอดคล้องสมบูรณ์, TV = มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน, NV = มุมมองที่ไม่สอดคล้อง, NC = ไม่สามารถจัดกลุ่มได้

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่ครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งสามารถแสดงความคิดเห็นได้ถูกต้องบางส่วน และมีบางประเด็นที่ครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องสมบูรณ์ โดยครูคนที่ 1 มีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ ในประเด็นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูคนที่ 2 มุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ในประเด็นการสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และประเด็นความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ประเด็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบสัมภาษณ์ของครู ข้อคำถามบางข้ออาจไม่ตรงกับข้อคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่เป็นข้อคำถามที่ครอบคลุมในทุกประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถวัดได้ในทุกประเด็นเช่นกัน โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังนี้

1.1 ประเด็นที่ 1 การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ให้คำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ สิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น คือ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเป็นเหตุเป็นผล มีหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถวัดได้ ตรวจสอบได้ ทำซ้ำได้ และมีการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการอยู่เสมอ ซึ่งพบว่าครูทั้งสอง 2 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยแสดงความคิดเห็นว่า “วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้ที่ทำให้เรามีเหตุผลขึ้น ให้เรามีเหตุผล แต่ว่าอย่าไปทำลายความเชื่อของคนอื่น เพราะเราเป็นวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์มันมีเหตุผล ต่างจากวิชาอื่นที่มันเป็นเหตุเป็นผล” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) และ “วิทยาศาสตร์ คือ ธรรมชาติ มันทำให้เราปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติ ถ้าเราเรียนวิทยาศาสตร์ เราไม่ควรเอาชนะธรรมชาติ แต่เราต้องเรียนรู้การปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติมากที่สุด จะว่าไปวิทยาศาสตร์ มันก็คือทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา อยู่ที่มุมมองของเราที่จะกระตือรือร้นที่จะศึกษา

ครูว่ามัน วิทยาศาสตร์ต่างตรงที่มันมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันได้ในทุกสถานการณ์” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.2 ประเด็นที่ 2 การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: อะไรคือลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกฎ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของทั้งการสังเกต การลงความเห็น และการมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม ซึ่งครูคนที่ 2 มุมมองที่สอดคล้องเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงความคิดเห็นว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็อย่างพวกข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกฎ พวกนี้มันก็ต้องมีการพิสูจน์ มีการทดลอง หลักฐาน แล้วก็สรุปไปเป็นความรู้ต่าง ๆ อย่างที่ว่ามานะ” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 1 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งสามารถแสดงความคิดเห็นได้ว่า ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการการพิสูจน์ และหลักฐาน แต่ไม่สามารถยกตัวอย่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “ก็ต้องการการพิสูจน์ หลักฐาน แต่บางครั้งมองหรือดูเอาที่รู้ ไม่ต้องการการพิสูจน์ วิทยาศาสตร์มันคือสิ่งที่เป็นจริง” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554)

1.3 ประเด็นที่ 3 ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์

คำถาม : กฎ และทฤษฎี คืออะไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ กฎและทฤษฎีแตกต่างกัน เพราะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ คือข้อสรุปทั่วไป เป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน โดยทฤษฎีสามารถให้คำอธิบายกฎ และสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ และทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี ซึ่งครูคนที่ 1 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาพิสูจน์ แต่ไม่เข้าใจว่าทฤษฎีจะไม่กลายเป็นกฎ โดยแสดงความคิดเห็น

คิดเห็นว่า “กฎสามารถทดลองแล้วพิสูจน์ให้เห็นจริง มีคำอธิบาย พิสูจน์ให้เห็นได้ชัดเจนกว่าทฤษฎี แต่ถ้าทฤษฎีในอนาคตอาจจะมีเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นที่เราจะสามารถไปพิสูจน์ทฤษฎีนี้ได้ ทฤษฎีที่ถูกพิสูจน์จนชัดเจนน่าจะเปลี่ยนแปลง และกลายเป็นกฎ ตามความเข้าใจนะ” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 2 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยนเช่นกัน ซึ่งสามารถบอกได้ว่าทฤษฎีกับกฎต่างกัน มีความสัมพันธ์กัน แต่ให้เหตุผลที่ยังไม่สอดคล้องในบางส่วน โดยแสดงความคิดเห็นว่า “ทฤษฎีกับกฎต่างกันนะ ทฤษฎี การยอมรับโดยทั่วไปยังไม่มากพอ ส่วนกฎผ่านการพิสูจน์มาแล้ว ไม่น่าจะเปลี่ยนแปลงอีกแล้ว ซึ่งครูคิดว่าทฤษฎีกับกฎ มันสัมพันธ์กันนะ คือในทฤษฎีก็มีกฎในการอธิบายได้ ทำให้ทฤษฎีน่าเชื่อถือมากขึ้น ส่วนในกฎก็มีทฤษฎีอธิบายเหมือนกัน” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.4 ประเด็นที่ 4 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: ในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม ออกแบบการหาคำตอบ การทดลอง ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมาย และการนำเสนอข้อมูล ซึ่งครูคนที่ 1 มีมุมมองที่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า “การแสวงหาความรู้ อย่างการทดลอง อาจจะต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ วางแผนการทดลอง ออกแบบว่าจะทดลองอย่างไร ให้ได้ผลที่ดีที่สุด การลงมือทดลองก็อาจจะใช้จินตนาการเข้าช่วยเหมือนกัน อย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี เราก็ต้องคิดละว่ามันเกิดสียแบบนี้เพราะอะไรนะ บางครั้งก็จะต้องใช้จินตนาการเสนอผลการทดลอง” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 2 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งสามารถบอกได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในบางขั้นตอน โดยแสดงความคิดเห็นว่า “จะใช้ในการออกแบบ วางแผนการทดลอง อย่างการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เราจะออกแบบการทดลอง ก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.5 ประเด็นที่ 5 การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: ถ้านักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลจากแหล่งเดียวกัน มีหลักฐานเหมือนกัน นักวิทยาศาสตร์จะยังคงตั้งสมมติฐานต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ แม้ว่า นักวิทยาศาสตร์จะสังเกตและลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน แต่สามารถสร้างสมมติฐานที่แตกต่างกันได้ เนื่องจากค่านิยม ความเชื่อ ประสบการณ์เดิม ความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ตลอดจนผลกระทบของค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมที่ต่างกัน ก็ทำให้ตีความหมายข้อมูลแตกต่างกันได้ ซึ่งครูคนที่ 1 มีมุมมองที่สอดคล้อง โดยสามารถบอกได้ว่าความคิดที่ต่างกัน อาจมาจากความเชื่อของแต่ละคน ดังที่แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “น่าจะต่างกันนะ นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องมีความคิดที่ต่างออกไป ความคิดของใครของมัน ครูว่าน่าจะมาจากความเชื่อ และสิ่งที่เขาเคยพบเจอมาด้วย ทำให้มีความคิดต่างออกไปได้ ซึ่งก็ไม่ผิดนะ แล้วแต่ว่าจะต้องเอาหลักฐานมาคุยกัน” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 2 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่ามีความคิดที่ต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าความคิดที่ต่างกันนั้น มีอิทธิพลมาจากสิ่งใด ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “ครูว่าต่างกัน ความคิดของคนเราไม่เหมือนกัน แล้วแต่ใครจะคิด หรือใครจะมองยังไง” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.6 ประเด็นที่ 6 มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

คำถาม: วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี วัฒนธรรม และสังคมอย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ความเชื่อทางศาสนา สังคม และวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์ที่ปฏิบัติในบริบทของสังคม และวัฒนธรรมที่กว้างกว่า วิธีปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากค่านิยม ความเชื่อที่ยึดถือในสังคม และวัฒนธรรมนั้น ๆ ซึ่งครูคนที่ 1 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน แต่ไม่ได้บอกว่าสังคม และวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “มีผลมาก โลกเราเปลี่ยนแปลง ปัจจุบันนี้ เพราะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มากขึ้นทุกวัน” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 2 มีมุมมองที่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า “มีความสัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์

มันเกี่ยวข้องกับสังคมแน่นอน ช่วยให้เกิดเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ทำให้คนเราสบายมากขึ้น อย่าง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ กว่าจะสร้างได้ก็ต้องมีคนในสังคมมาลงประชามติ บอกข้อดีข้อเสีย ถ้าคนใน สังคมแถวนั้นไม่เห็นด้วย เขาก็สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไม่ได้ หรือไม่ก็ไปสร้างที่อื่น” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.7 ประเด็นที่ 7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: วิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตามลำดับ ก่อนหลังในการทำงานวิจัยจริง โดยอาจมีการย้อนกลับไปกลับมา ข้ามขั้นตอน หรือทำซ้ำ ซึ่ง ครูคนที่ 1 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่าวิธีการในการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นกระบวนการ เป็นการทำงานอย่างเป็นระบบ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่า การทำงานอย่างเป็นระบบนั้น เป็นการทำงานที่มีขั้นตอนไม่ตายตัว ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “น่าจะเป็นเรื่องของการทำงานอย่างเป็นระบบ แล้วก็เป็นคนช่างสังเกต แล้วก็อดทนในการหา คำตอบมา ต้องอดทนมาก” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) เช่นเดียวกับครูคนที่ 2 ที่มีมุมมองในระยะ ปรับเปลี่ยน ซึ่งสามารถบอกเกี่ยวกับขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการ ทดลอง ตรวจสอบ สมมติฐาน หรืออาจมาจากการสังเกต รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แต่ไม่สามารถบอก ได้ว่าวิธีการนั้นมีลักษณะเป็นกระบวนการ มีขั้นตอนที่ไม่ตายตัว อาจย้อนกลับหรือข้ามขั้นตอนได้ ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “ก็ทำการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อหาคำตอบ แต่บางอย่าง มันก็อาจจะมาจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ไม่ต้องทดลองก็ได้” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

1.8 ประเด็นที่ 8 ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถาม: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลใหม่จากการสังเกตหรือการแปลความใหม่จากชุดข้อมูลเดิม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทนอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยจะเปลี่ยนแปลงบนพื้นฐานของเหตุผลและประจักษ์พยาน เราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีที่มีอยู่ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ ซึ่งครูคนที่ 1 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่บอกว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และให้เหตุผลยังไม่สอดคล้อง ดังที่ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า “เปลี่ยนแปลงได้ ถ้าเทคโนโลยีมันเพิ่มขึ้น แต่กฎเห็นอยู่จริง และก็ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งกฎที่เราเรียนรู้ก่อนข้างจะแน่นอนอยู่แล้ว ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้” (ครูคนที่ 1, 26 ก.ย. 2554) ส่วนครูคนที่ 2 มีมุมมองที่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า “ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้นะ กฎบางกฎก็น่าจะเปลี่ยนแปลงได้ ในอนาคตอาจจะมีหลักฐาน หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาทำให้ค้นพบสิ่งใหม่ ที่มีความน่าเชื่อถือ มีเหตุผลมากกว่าทฤษฎีหรือกฎเดิมที่มีอยู่” (ครูคนที่ 2, 27 ก.ย. 2554)

2. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) พัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) ในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ผลการศึกษาดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ความถี่ และร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน/ร้อยละ (n = 98)			
	IV*	TV*	NV*	NC*
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 1)	1 (1.02)	85 (86.73)	12 (12.24)	0
2. การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 4)	0	80 (81.63)	12 (12.24)	6 (6.12)
(คำถามข้อ 7)	3 (3.06)	67 (68.36)	11 (11.22)	17 (17.34)
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 5)	1 (1.02)	42 (42.85)	47 (47.95)	8 (8.16)
4.จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 8)	10 (10.20)	77 (78.57)	1 (1.02)	10 (10.20)
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อที่ 9)	9 (9.18)	45 (45.91)	28 (28.57)	16 (16.32)
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 10)	13 (13.26)	32 (32.65)	36 (36.73)	17 (17.34)
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 2)	0	46 (46.93)	52 (53.06)	0
(คำถามข้อ 3)	36 (36.73)	45 (45.91)	15 (15.30)	2 (2.04)
8. ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คำถามข้อ 6)	13 (13.26)	63 (64.28)	14 (14.28)	8 (8.16)

* หมายเหตุ: IV = มุมมองสอดคล้องสมบูรณ์, TV = มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน, NV = มุมมองที่ไม่สอดคล้อง, NC = ไม่สามารถจัดกลุ่มได้

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และมีนักเรียนบางส่วนที่มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ (IV) แม้ว่าจากการสังเกตการสอนของครู ผู้วิจัยไม่ได้พบวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน แต่นักเรียนอาจจะมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่มาจากมวลประสบการณ์ความรู้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การทัศนศึกษาในสถานที่ซึ่งมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือการแข่งขันทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นต้น รวมทั้งนักเรียนอาจจะได้รับความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยได้รับประสบการณ์มา จึงอาจจะช่วยให้แก่นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องอยู่บ้าง

นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง (NV) ในประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเด็น ดังนี้

2.1 ประเด็นที่ 1 การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 1: วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์ต่างจากสาขาวิชาอื่น

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ให้คำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ สิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น คือ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเป็นเหตุเป็นผล มีหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถวัดได้ ตรวจสอบได้ ทำซ้ำได้ และมีการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการอยู่เสมอ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.73) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่สามารถบอกได้ว่า วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น คือ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ มีการทดลองและสามารถตรวจสอบได้ โดยส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นในประเด็นนี้ว่า “วิทยาศาสตร์ คือ การสังเกตสิ่งต่าง ๆ แตกต่างจากวิชาอื่น คือ วิทยาศาสตร์มีการทดลอง” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกร้อยละ 12.24 มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “วิทยาศาสตร์ คือการกระทำสิ่งที่แปลกใหม่รอบตัวเรา ไม่ใช่วิชาที่ต้องท่องจำหรือเรียนรู้สิ่งเดิม ๆ” (M3/1.41) “วิทยาศาสตร์ คือ ศาสตร์

แห่งวิทย์ ต่างที่มีสูตร” (M3/2.20) หรือ “วิทยาศาสตร์ คือ ความจริงของโลกที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้นได้ ที่แตกต่างคือมันยากกว่า จำเยอะกว่า” (M3/1.15)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก 1 คน (ร้อยละ 1.02) มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ โดยแสดงความคิดเห็นว่า “วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นเหตุและผลซึ่งกันและกัน โดยจะต้องใช้กระบวนการหลักการสังเกต รับรู้ คิดตาม และประมวลผลในการเรียน นำไปใช้อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น คือ วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ ได้ ทดลองได้ และเป็นไปตามความจริงในธรรมชาติและโลกของเรา แต่ในบางสาขาวิชาอื่นอาจมีเนื้อหามาจากความรู้จากคนรุ่นเก่าที่ทำหรือสร้างสรรค์ไว้จนอยู่ในสังคมปัจจุบัน เกิดจากการเรียนรู้โดยการได้ฟังได้เห็นจากในสังคม” (M3/1.09)

2.2 ประเด็นที่ 2 การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 4: แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมว่า “ตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน และนิวตรอน และมีอิเล็กตรอน โคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมคิประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ การที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโครงสร้างอะตอมเป็นเช่นนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม จากเครื่องมือที่มีอยู่ในขณะนั้น รวมทั้งการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองเหล่านั้นขึ้นมา และกำหนดข้อความที่จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐานที่มีอยู่ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 81.63) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานประจักษ์พยานจากการสังเกต หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้ง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้เหตุผล และความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการร่วมด้วยในการเสนอโครงสร้างของอะตอมดังกล่าว ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “มีการพิสูจน์ มีการทดลอง มา ทำให้รัทเทอร์ฟอร์ด ได้เสนอโครงสร้างอะตอมดังกล่าว” (M3/1.12) “แน่ใจได้เพราะคงทำการตรวจสอบหรือหาข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล และทดลองหลาย ๆ ครั้ง ทำให้แน่ใจได้ว่าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง สามารถนำมาใช้เป็นหลักในการทดลอง และเป็นทฤษฎีสำหรับใช้อ้างอิงสิ่งต่างๆ ได้” (M3/2.21) หรือ “ผ่านการทดลองพิสูจน์มาแล้วหลายครั้งโดยนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คน มาแล้ว” (M3/2.34)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 12.24 มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง ซึ่งนักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้เพียงกล้องจุลทรรศน์ส่องดูก็จะพบกับโครงสร้างอะตอมดังกล่าว ยกตัวอย่างการ แสดงความคิดเห็น เช่น “เขาใช้กล้องเพื่อหาอะตอมนั่นว่ามีอิเล็กตรอน นิวตรอน และโปรตรอน ใน อะตอมจำนวนเท่าไร” (M3/2.08) “เมื่อส่องกล้องจุลทรรศน์จะเป็นนิวตรอน” (M3/2.25) หรือ “เมื่อ ส่องกล้องจุลทรรศน์ไปจะเห็นนิวตรอน และมีประจุอยู่รอบๆ ทั้งบวก และลบ” (M3/2.46) และยังมี นักเรียนอีก ร้อยละ 6.12 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า ไม่ทราบ หรือตอบไม่ ตรงคำถาม เช่น “ไม่ทราบ ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ และไม่เคยเรียนลึกถึงขั้นนั้น” (M3/1.21) หรือ “ก็มันถูกต้องที่สุดในตอนนั้น และไม่มีใครแย้ง” (M3/1.16)

คำถามข้อที่ 7: แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนิยาม “สปีชีส์” ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มี ลักษณะเหมือนกัน และสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ การนิยามคำว่า สปีชีส์ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา เพื่อใช้อธิบายข้อมูลจากการสังเกต และการลง ความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในธรรมชาติ ที่นักวิทยาศาสตร์ให้นิยามคำว่าสปีชีส์ไว้อย่างนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นมีการลงความเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผล ร่วมกับการคิดสร้างสรรค์ และความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 68.36) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่านักวิทยาศาสตร์ได้ทำการ สังเกต และทดลองจากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จนแน่ใจได้ว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น แต่ไม่สามารถ บอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องมีการสรุป ลงความเห็นร่วมกัน และมีการใช้จินตนาการ ความคิด สร้างสรรค์ร่วมกับการให้เหตุผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วย ยกตัวอย่างการ แสดงความคิดเห็น เช่น “มีการทดลองเลี้ยงสัตว์เหล่านั้นมาเป็นจำนวนมาก จนแน่ใจได้ว่าสปีชีส์ของสัตว์เหล่านั้นเป็น อย่างไร” (M3/1.22) “เพราะนักวิทยาศาสตร์น่าจะ ได้ทำการทดลองนั้นมาหลาย ๆ ครั้ง” (M3/1.48) หรือ “นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลอง ทำให้ได้ผลแน่ชัดว่าสปีชีส์มีลักษณะอย่างไร” (M3/2.21)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 11.22 มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง ซึ่งแสดงความคิดเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์ ตั้งคำว่าสปีชีส์ขึ้นมา แล้วจึงให้ความหมายของ สปีชีส์ ด้วยตัวเอง โดยไม่ได้มาจากการ ประจักษ์พยานจากการทดลอง การลงความเห็น ร่วมกับการใช้จินตนาการ ยกตัวอย่างการ แสดง ความคิดเห็น เช่น “เพราะได้มาจากการคิดชื่อเองของนักวิทยาศาสตร์” (M3/1.05) “น่าจะมาจากชื่อ คน” (M3/1.10) “เอามาจากตัวย่อภาษาอังกฤษ” (M3/1.11) หรือ “นักวิทยาศาสตร์เป็นคนกำหนดใช้

คำว่าสปีชีส์เอง ก็ยอมกำหนดขอบเขตของมันไปในตัว” (M3/2.09) และนักเรียนอีก ร้อยละ 3.06 มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “นักวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์ทดลอง ถึงลักษณะสปีชีส์มากมายจนสามารถสรุปข้อเท็จจริงนี้ได้ และใช้จินตนาการบ้าง และนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องนำความรู้ไปแลกเปลี่ยนกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งนิยามหรือความหมายที่ถูกต้องที่สุด” (M3/1.24) และยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 17.34 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า ไม่ทราบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นในข้อคำถามนี้

2.3 ประเด็นที่ 3 ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 5: นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และมีความสัมพันธ์กัน หรือไม่ อย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ กฎและทฤษฎีแตกต่างกัน เพราะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ คือข้อสรุปทั่วไป เป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน โดยทฤษฎีสามารถให้คำอธิบายกฎ และสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ และทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎที่ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 47.95) มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง ซึ่งนักเรียนแสดงความคิดเห็นว่ากฎและทฤษฎีต่างกันตรงที่ กฎจะเป็นจริง ส่วนทฤษฎีไม่เป็นจริง และสัมพันธ์กัน คือ ทฤษฎีสามารถพัฒนาไปเป็นกฎได้ และมีนักเรียนบางคนบอกว่า กฎ และทฤษฎีไม่มีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ต่าง ทฤษฎีคือสิ่งที่สันนิษฐานขึ้นมาซึ่งยังไม่ได้พิสูจน์ แต่กฎทางวิทยาศาสตร์ คือทฤษฎีที่พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง มีความสัมพันธ์กัน มีคนตั้งทฤษฎีว่าโลกกลม ต่อมาแมกเจลแลน ได้พิสูจน์ว่าโลกกลมโดยการเดินเรือรอบโลก จึงเกิดเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์” (M3/1.12) “แตกต่างกัน กฎเป็นสิ่งที่เป็นไปได้แน่นอน ทฤษฎีอาจมีการคลาดเคลื่อน ไม่แน่นอน มีความสัมพันธ์กัน ทฤษฎีต่อมาก็จะพัฒนาเป็นกฎได้” (M3/2.40) หรือ “ไม่ต่างกัน มันคล้าย ๆ กัน เป็นความจริง มีความสัมพันธ์กัน คือ กฎเกิดจากทฤษฎี” (M3/1.16)

นอกจากนี้ นักเรียนอีก ร้อยละ 42.85 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่ากฎและทฤษฎี มีความแตกต่างกัน แต่ให้เหตุผลยังไม่ถูกต้อง โดยให้เหตุผลว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อีก ส่วนทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และทั้งกฎและทฤษฎีมี

ความสัมพันธ์กัน เพราะทั้งสองอย่างได้มาจากการทดลองเหมือนกัน ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ต่างกัน ทฤษฎี เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ แต่อาจไม่ถูกต้อง ซึ่งทฤษฎีอาจเปลี่ยนแปลงได้ กฎ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์มั่นใจว่าถูกต้อง ซึ่งกฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ มีความสัมพันธ์กัน เพราะทั้งกฎและทฤษฎี เกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลอง” (M3/1.10) หรือ “ต่างกัน เพราะทฤษฎีเท่ากับข้อสรุปจากการทดลองสามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้ แต่กฎเท่ากับสิ่งที่ป็นจริงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และมีความสัมพันธ์กัน เพราะ ทฤษฎีได้มาจากการรวมกันของกฎ” (M 3/2.20) และมีนักเรียนบางคน (ร้อยละ 1.02) มีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ โดยแสดงความคิดเห็นว่า “แตกต่าง ทฤษฎีเป็นการอธิบายของปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่อ้างอิงจากสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อค้นพบตัวแปรอย่างอื่นที่เพิ่มเติม ส่วนกฎทางวิทยาศาสตร์เป็นกฎที่ได้มาจากการทดลอง เป็นการสรุปสั้น ๆ ซึ่งค่อนข้างที่จะแน่นอน และใช้อ้างอิงได้ ทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน ทฤษฎีบางอย่างสามารถนำมาอธิบายที่มาของกฎวิทยาศาสตร์ได้ เพราะทฤษฎีก็มาจากการทดลองเช่นเดียวกับกฎ แต่กฎจะนำมาใช้อธิบายอย่างกระชับมากขึ้น” (M3/2.44) และยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 8.16 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนี้ตอบว่า ไม่ทราบ

2.4 ประเด็นที่ 4 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 8: ในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (ก่อนการเก็บข้อมูล ระหว่างการเก็บข้อมูล และภายหลังเก็บข้อมูล) ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการหรือไม่อย่างไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยก่อนการเก็บข้อมูล จะใช้ในการตั้งคำถาม การวางแผน และการออกแบบการเก็บข้อมูล ระหว่างการเก็บข้อมูล จะใช้ในการทดลองหรือวิธีการเก็บข้อมูล ไปจนถึงภายหลังการเก็บข้อมูล จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมาย และการนำเสนอข้อมูล ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.57) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยนโดยสามารถบอกได้ว่า 1 ใน 3 หรือ 2 ใน 3 ขั้นตอนของการทดลองมีการใช้จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ หรือบอกว่าได้ใช้ทุกขั้นตอน แต่อาจมีเหตุผล คำอธิบาย หรือยกตัวอย่างที่ยังไม่ถูกต้อง เช่น “ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ ในการสร้างสมมติฐาน ในการสังเกต ตั้งปัญหา ระหว่างการเก็บข้อมูล ไม่ใช่ ต้องเก็บข้อมูลที่เป็นจริง เพื่อความเที่ยงตรงของการทดลอง ภายหลังเก็บข้อมูล ไม่ใช่ ต้องนำเสนอข้อมูลให้ตรงกับผลการทดลองที่เป็นจริง เพื่อความถูกต้อง” (M3/1.37) หรือ “ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ ต้องมีการตั้งสมมติฐานซึ่งเป็นการใช้จินตนาการและความคิด ระหว่างการ

เก็บข้อมูล ไม่ใช่ ต้องไม่มีการใช้จินตนาการบันทึกผลเพราะอาจก่อให้เกิดการละเอียดยและเก็บข้อมูลผิดพลาดได้ ภายหลังเก็บข้อมูล ใช้ มีการใช้เพราะต้องมีการสรุป และวิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่าขัดแย้ง ตรงกับสมมติฐานในตอนแรก” (M3/2.19)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 10.20 มีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ โดยสามารถบอกได้ว่าในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการ และให้คำอธิบาย หรือยกตัวอย่างได้ถูกต้อง เช่น “ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ ความคิดในการวางแผนจะทำอะไรต่อไป ระหว่างการเก็บข้อมูล ใช้ ความคิดแยกแยะข้อมูล ทดลอง และคิดหาแหล่งข้อมูล ภายหลังการเก็บข้อมูล ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ ในการตรวจสอบ คัดกรองข้อมูล และนำเสนอ” (M3/1.18) หรือ “ก่อนการเก็บข้อมูล ใช้ การตั้งปัญหา และสมมติฐานจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างการเก็บข้อมูล ใช้ ต้องใช้ความคิดว่าจะใช้อะไรเป็นแหล่งข้อมูลบ้าง ภายหลังเก็บข้อมูล ใช้ วิเคราะห์ จินตนาการ ผลการทดลอง และทฤษฎีที่เป็นไปได้” (M3/2.06) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคน (ร้อยละ 1.02) มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า “ทั้งหมดไม่ต้องใช้จินตนาการ เพราะต้องอิงตามความเป็นจริง” (M3/2.20) และยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 10.20 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า ไม่ทราบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นในข้อคำถามนี้

2.5 ประเด็นที่ 5 การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 9: เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน ในบรรดาสมมติฐานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์ มีอยู่เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้น ที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง

สมมติฐานแรก เสนอว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อน นำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

สมมติฐานที่สอง เสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุขึ้นครั้งใหญ่ และรุนแรงมากทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกต และลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกัน เช่นข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมคิประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะสังเกต และลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน แต่สามารถสร้างสมมติฐานที่แตกต่างกันได้ เนื่องจาก ค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล ประสบการณ์เดิม ความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ตลอดจนผลกระทบของค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมที่ต่างกัน ก็ทำให้ตีความหมายข้อมูลแตกต่างกันได้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 45.91) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยเข้าใจว่า แม้ว่าจะมีข้อมูลชุดเดียวกัน สมมติฐานก็แตกต่างกันได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนก็มีความคิดที่ต่างกัน แต่ไม่ได้บอกว่าความคิดที่ต่างกันนั้น มีอิทธิพลมาจากสิ่งใด ค่านิยม ความเชื่อ หรือประสบการณ์เดิม ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “แตกต่างกัน เพราะแม้จะศึกษาจากข้อมูลชุดเดียวกัน แต่จะมีหลายความเห็น อาจมีการสร้างสมมติฐานใหม่ก็ได้ เพราะคนหลายคนมีความคิดต่างกัน” (M3/1.01) “แตกต่าง เพราะความคิดอาจไม่เหมือนกัน” (M3/1.10) หรือ “แตกต่างกัน เพราะเราต่างมีความคิดที่แตกต่างกันในการคิด เพื่อใช้ในการสร้างสมมติฐาน” (M3/2.15)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกไม่น้อย (ร้อยละ 28.57) มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง โดยนักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์จะไม่มีสมมติฐานที่ต่างกัน เพราะจะต้องลงข้อสรุปให้ได้ หรือนำทั้งสองสมมติฐานนั้นมาอธิบายร่วมกัน ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ไม่ เพราะเวลาประชุมแล้วควรได้ข้อสรุปเดียว” (M3/1.15) “ไม่ เพราะหากมีการลงความเห็นแล้ว สมมติฐานอย่างหนึ่งจะต้องถูกลบทิ้งออกไป” (M3/1.07) หรือ “ไม่ ข้อมูลชุดเดียวก็อาจเชื่อมโยงสองเหตุผล ให้สมมติฐานนั้นผสมกัน” (M3/2.49) และมีนักเรียนบางคน (ร้อยละ 9.18) มีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ โดยบอกได้ว่า ความคิดที่ต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลมาจากค่านิยม ความเชื่อ หรือประสบการณ์เดิม จึงทำให้ตั้งสมมติฐานแตกต่างกันได้ ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “แตกต่างกัน เพราะแต่ละกลุ่มก็คงมีความเชื่อในความคิดของตัวเองอย่างแรงกล้า จนกว่าจะมีอะไรมาพิสูจน์อย่างแท้จริงและเที่ยงตรง” (M3/1.09) หรือ “อาจจะต่าง เพราะแต่ละคนก็คงจะยังยึดมั่นใน ความคิดที่ตนเองเชื่อหรือสิ่งที่ตนเคยพบเห็น” (M3/2.05) และยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 16.32 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งตอบว่า ไม่ทราบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นในข้อคำถามนี้

2.6 ประเด็นที่ 6 มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 10: “อรชนกเป็นนักสัตววิทยา ในการวิจัยของเธอ จำเป็นต้องฆ่าหนู เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษา อรชนกนับถือศาสนาพุทธ และเคร่งศาสนามาก ซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต” นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนก จะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ความเชื่อทางศาสนา สังคม และวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์ที่ปฏิบัติในบริบทของสังคม และวัฒนธรรมที่กว้างกว่า วิถีปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากค่านิยม ความเชื่อที่ยึดถือในสังคม และวัฒนธรรมนั้น ๆ ซึ่งในกรณีของอรชนก อาจมีผลต่อการทำงานวิจัยของเธอ โดยเธออาจทำการวิจัยด้วยความไม่สบายใจ หรือหาวิธีการที่ได้สามารถเก็บผลการศึกษาได้โดยที่ไม่ให้สัตว์ทรมานน้อยที่สุด ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องฆ่าสัตว์ หรืออาจทำให้เธอเปลี่ยนแนวทางการทำวิจัยไปศึกษาในเรื่องที่ไม่ต้องฆ่าสัตว์อีกต่อไป ในประเด็นนี้นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 36.73) มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง ซึ่งนักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนก ไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเธอ เพราะเป็นการทำงานเพื่อประโยชน์ต่อคนในสังคม ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ไม่มีอิทธิพล เพราะการฆ่าสัตว์เพียงไม่กี่ตัว อาจสามารถผลิตยาที่รักษามนุษย์ได้เป็นร้อยเป็นพันคน” (M3/1.10) “เขายังคงทำงานต่อไปได้ เพราะว่าเราไม่ได้ฆ่าสัตว์ไปเพราะความสนุกสนาน แต่ทำไปเพราะสิ่งที่จะต้องนำมาช่วยผู้คนต่อไป” (M3/1.27) หรือ “ไม่มีผล เพราะจากการทดลองของเธอจะเห็นได้ว่าเป็นการทดลองซึ่งถ้าหากสำเร็จก็จะเป็นประโยชน์ต่อคนหมู่มากในทางที่ดี ซึ่งคุ้มต่อการทำบาปเพียงเล็กน้อย ถือเป็นการเสียสละต่อส่วนรวม” (M3/2.23)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 32.65 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าความเชื่อทางศาสนามีผลต่อการทำวิจัยของอรชนก แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีผลต่อการทำวิจัยของเธออย่างไร ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “มีผล เพราะยังคงต้องอยู่ในหลักคำสอนของศาสนา” (M3/1.30) “มีผล เพราะคงมีสำนึกบ้างว่าฆ่าสัตว์เป็นสิ่งไม่ดี” (M3/1.40) หรือ “มีผล เพราะคนที่มาเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องมีใจเด็ดขาด ผ่านการทำใจแล้วว่าต้องมีการทดลองแบบนี้ขึ้น” (M3/2.39) แต่ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 13.26 ที่มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ โดยแสดงความคิดเห็นว่า “มีอิทธิพลสูงมาก ความเชื่อทางศาสนาเป็นสิ่งที่อยู่กับคนไทยมานาน ถึงจะทำ

เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ แต่เธอก็พยายามหาวิธีอื่นมาแทนต่อไป” (M3/1.03) หรือ “มีผล เพราะอาจมีการหลีกเลี่ยงการทดลองโดยใช้วิธีการอื่น ทำให้ผลการทดลองที่ได้รับอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือคลาดเคลื่อนได้” (M3/2.19) และมีนักเรียนอีก ร้อยละ 17.34 ที่มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งตอบว่า ไม่ทราบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นในข้อคำถามนี้

ทั้งนี้การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน อาจจะมี ความคิด ความเชื่อ ที่ได้รับอิทธิพลมาจากการปลูกฝังที่ไม่เหมือนกัน หากนักเรียนเติบโตมาในสังคมเมือง ที่จะต้องมีการแข่งขันตลอดเวลา เมื่อมีผลประโยชน์ใด ๆ ก็จะต้องให้ความสำคัญกับคนหมู่มาก การปลูกฝังให้นักเรียน มีวัฒนธรรม และความเชื่อทางศาสนา จึงอาจจะยังค่อนข้างน้อย แต่หากนักเรียนเติบโตมาในสังคมชนบท หรือครอบครัวที่มีการเคร่งศาสนา มาก ก็อาจจะได้รับการปลูกฝังวัฒนธรรม และความเชื่อทางศาสนา ค่อนข้างมาก นักเรียนก็อาจจะมิมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ได้

2.7 ประเด็นที่ 7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 2: การทดลองคืออะไร

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ การทดลองเป็นกระบวนการที่ถูกออกแบบอย่างรอบคอบ มีการกำหนด จัดกระทำเพื่อทดสอบตัวแปร โดยทั่วไปการทดลองมีเป้าหมาย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.06) มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า การทดลอง คือ การพิสูจน์สิ่งที่สงสัย โดยการนำสิ่งต่าง ๆ มาผสมกัน ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “น่าอะไรที่อยากรู้มาผสม ดูปฏิกิริยา ทำวิธีการต่าง ๆ แล้วดูผลการทดลอง” (M3/1.31) “การนำสารหลาย ๆ ชนิดมาผสมกันแล้วเกิดสิ่งใหม่ขึ้น” (M3/1.36) “การใช้ของมาผสมกันเพื่อสังเกตว่าสีเปลี่ยน รูปร่างเปลี่ยนหรือไม่” (M3/2.08) หรือ “การหาผลลัพธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่า เมื่อทำปฏิกิริยาเสร็จแล้วจะเกิดอะไรกับมัน” (M3/2.30) และนักเรียนบางคนแสดงความคิดเห็นว่าการทดลองเป็นการลองทำอะไรอย่างหนึ่งอย่างมีหลักการ ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “การลองผิวดองถูกอย่างมีหลักการ” (M3/2.31) “การลองทำเพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้” (M3/2.29) หรือ “การลองทำบางอย่างที่ไม่แน่ใจ” (M3/2.49)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 46.93 มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยสามารถบอกได้ว่าการทดลองเป็นการตรวจสอบหรือพิสูจน์สมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งไว้ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าการทดลองนั้น มีกระบวนการอย่างไร มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือไม่

อย่างไร ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “การทดลอง คือการพิสูจน์สมมติฐาน ว่ามีความเป็นไปได้หรือตรงตามที่ตั้งเอาไว้หรือเปล่า” (M3/1.25) “การพิสูจน์ข้อสงสัยหรือสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ โดยการปฏิบัติด้วยวิธีการต่าง ๆ” (M3/1.43) หรือ “การทดลอง คือการทดสอบข้อเท็จจริง ว่าผลทางทฤษฎีกับผลทางการปฏิบัตินั้นเหมือนกันและแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรและมีปัจจัยใดที่ทำให้แตกต่างกันบ้าง” (M3/2.23)

คำถามข้อที่ 3: องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบัน ได้มาจากการทดลองอย่างเดียวหรือไม่ จงอธิบาย

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมคิประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ไม่ใช่ แม้ว่าการทดลองจะเป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ก็ไม่ได้เป็นเพียงวิธีการเดียวที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอโมเดลความคิด หรือแม้กระทั่งความบังเอิญ เป็นต้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 45.91) มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ไม่ได้บอกว่ามาจากสิ่งใดบ้าง หรือแสดงเหตุผลยังไม่สอดคล้อง ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ไม่ใช่ เพราะอาจเกิดจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และหาคำตอบจากสิ่งประดิษฐ์นั้นได้” (M3/2.21) “ไม่ใช่ เพราะบางคนที่พิสูจน์ ได้โดยไม่ต้องทดลอง เช่น ไอศไครม์” (M3/1.15) “ไม่ใช่ เพราะองค์ความรู้บางอย่าง จะไม่ต้องทดลองก็ได้ คือมีอยู่จริง และมีมานานแล้ว เช่น แรงโน้มถ่วง” (M3/1.33) หรือ “ไม่ใช่ เพราะบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นเองได้โดยไม่ต้องมีการทดลอง” (M3/2.15)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 36.73 มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ โดยสามารถบอกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว และสามารถบอกได้ว่ามีสิ่งใดบ้าง หรือแสดงเหตุผลได้สอดคล้อง ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ไม่ใช่ เพราะบางครั้งก็เกิดจากความบังเอิญ เช่น ไอแซค นิวตัน ที่ค้นพบเรื่องแรงโน้มถ่วง ด้วยความบังเอิญ ขณะนอนอยู่ใต้ต้นแอปเปิ้ล” (M3/1.32) “ไม่ใช่แค่มาจากการทดลองเท่านั้น แต่มีที่มาจาก การสังเกตด้วย อย่างเช่น การสังเกต การหายไปของเสากระโดงเรือ ขณะที่เรือแล่นออกทะเลไปที่เส้นขอบฟ้าแล้ว เชื่อว่าโลกกลม” (M3/1.39) หรือ “ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว เพราะบางสิ่งบางอย่างไม่จำเป็นต้องทดลอง อาจมาจากการสังเกต การวิเคราะห์ว่าทำไมถึงเกิดขึ้น เป็นต้น” (M3/2.40) และยังมีนักเรียนอีกร้อยละ 15.30 มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว ยกตัวอย่างเช่น “ใช่ เพราะ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้มาจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ และนำมาให้เราได้เรียนรู้จนถึงทุกวันนี้” (M3/2.33) “ใช่ การที่เราจะรู้ว่าสิ่งใดหรือหลักการทฤษฎีใดเป็นจริง ต้องอาศัยการทดลอง หาข้อเท็จจริงจากสิ่งนั้น ๆ เราได้จากการที่นักวิทยาศาสตร์จะคิดทฤษฎีหรือสูตรอะไรก็ตามก็ต้องมีการทดลองหาข้อเท็จจริง” (M3/1.14) หรือ “ใช่ เพราะข้อมูลต่าง ๆ ที่เรานำมาศึกษานั้นเกิดจากการทดลองหลาย ๆ ครั้ง และมีมุมมองวิธีการที่แตกต่างกัน จนได้ข้อสรุปที่ใกล้เคียงข้อเท็จจริงที่มากที่สุด” (M3/2.23) และมีนักเรียนบางคน (ร้อยละ 2.04) มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนตอบว่า ไม่ทราบ

2.8 ประเด็นที่ 8 ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 6: หลังจากทีนักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกลงข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ :

a) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง

b) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง

ในประเด็นนี้มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลใหม่จากการสังเกตหรือการแปลความใหม่จากชุดข้อมูลเดิม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการพัฒนาเทคโนโลยี นำไปสู่การเสนอคำอธิบายใหม่ที่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ดีกว่า และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทนอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยจะเปลี่ยนแปลงบนพื้นฐานของเหตุผล และประจักษ์พยาน เราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีที่มีอยู่ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.28) มี

มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าทฤษฎีมีการเปลี่ยนแปลงได้ และบอกได้ว่ามีอะไรบ้างที่ทำให้ทฤษฎีดังกล่าวเปลี่ยนแปลง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเราต้องเรียนทฤษฎีที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพราะทฤษฎีมีความคงทนอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง หรือเป็นพื้นฐานของความรู้ใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อไป ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะถ้ามีการค้นพบสิ่งใหม่ มีหลักฐานใหม่ ก็จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทฤษฎี ถ้าทฤษฎีนั้นมีเหตุผลจริง และที่ต้องเรียน เพื่อให้ได้รู้เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นมาทั้งหมด” (M3/1.13) “เปลี่ยนแปลงได้ หากมีคนอื่นสามารถหาทฤษฎีอื่นมาแย้ง และพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริงมากกว่า และที่เราต้องเรียน ก็เพราะยังไม่มีใครมาทำลาย และก็เป็นทฤษฎีที่มีความถูกต้อง” (M3/1.08) หรือ “เปลี่ยนแปลงได้ เพราะมีเทคโนโลยีพัฒนาไปเรื่อย ๆ ความสามารถในการพิสูจน์ตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ก็มีมากขึ้น เช่นกัน บางทฤษฎีที่มีอยู่แล้วผิดหรือถูกไม่ทั้งหมด จึงอาจจะสามารถพิสูจน์ขึ้นใหม่ให้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์แบบได้ และที่ต้องเรียนก็เพื่อปรับปรุงทฤษฎีนั้น ๆ ให้ดีขึ้น” (M3/2.04)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 14.28 มีมุมมองที่ไม่สอดคล้อง โดยแสดงความคิดเห็นว่า ทฤษฎีไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้มีการทดลองไว้อย่างถูกต้องแล้ว ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น เช่น “ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะมีการทดลองที่แน่นอนแล้ว” (M3/2.11) “ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คนยังคงทำการทดลองสิ่งต่าง ๆ ต่อไป” (M3/2.14) “ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะว่านักวิทยาศาสตร์ได้คิดเป็นอย่างดีแล้ว เช่น ทฤษฎีของนิวตัน” (M3/1.27) หรือ “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะคิดว่ามันเป็นทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลอง และมีการพิสูจน์มานานแล้ว” (M3/1.26) และมีนักเรียนอีก ร้อยละ 8.16 ที่มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียน ตอบว่า ไม่ทราบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นในข้อคำถามนี้ แต่ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 13.26 ที่มีมุมมองสอดคล้องสมบูรณ์ ยกตัวอย่างเช่น “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีบุคคลทดลองสิ่งใหม่ ๆ ได้ หรือหาหลักฐานที่สามารถโต้แย้งทฤษฎีเก่าได้ ทฤษฎีก็จะเปลี่ยนแปลงได้ และที่เราต้องเรียนทฤษฎี เพราะ ทฤษฎีเป็นพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ตอนนี้ ก่อนที่คนจะทดลองสิ่งใหม่ ๆ ได้ ก็ต้องทดลองจากทฤษฎีเก่า ๆ เช่นเดียวกัน” (M3/1.24) หรือ “เปลี่ยนแปลงได้ เพราะเมื่อมีหลักฐานใหม่ มีการนำวิทยาการความรู้ต่าง ๆ มาใช้พิสูจน์หรือหักล้างทฤษฎีก็สามารถทำให้ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงหรือถูกหักล้างไปได้ และที่เราต้องเรียน เพราะในการทดลองหรือการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ย่อมต้องมีพื้นฐานที่จะใช้ในการกระทำต่าง ๆ ทั้งนี้ ทำให้หากไม่มีทฤษฎีอะไรที่ใช้ในการเริ่มต้นเลยจะก่อให้เกิดความยุ่งยาก เพราะในปัจจุบัน ทฤษฎีที่มีอยู่ยังคงเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้บ้างแล้ว และทฤษฎีในปัจจุบันอาจเป็นพื้นฐานช่วยต่อยอดให้เกิดเป็นทฤษฎีใหม่ ๆ ในอนาคต” (M3/2.19)

3. ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถาม 10 ข้อ มุมมองที่มีคะแนนมากที่สุด (IV) จะมีค่าเท่ากับ 3 คะแนน ดังนั้นแบบวัดจึงมีคะแนนสูงสุด คือ 30 คะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดการให้คะแนนการแสดงความคิดเห็นของแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อเป็นรายบุคคล ดังต่อไปนี้

มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) เท่ากับ 3 คะแนน

มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) เท่ากับ 2 คะแนน

มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Nive View: NV) เท่ากับ 1 คะแนน

ไม่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ (Not categorized: NC) เท่ากับ 0 คะแนน

จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป เป็นรายห้อง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นรายห้อง

ห้องเรียน	$\bar{X}$	S.D.	จำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป
M 3/1 (n = 49)	18.10	2.49	29 คน (59.18%)
M 3/2 (n = 49)	15.59	4.28	18 คน (36.73%)
รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด (n = 98)			47 คน (47.95%)

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 (M3/1) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 (M3/2) มีค่าเฉลี่ยจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 18.10 และ 15.59 ตามลำดับ จากคะแนนสูงสุด 30 คะแนน ซึ่งถือว่ามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่า 50% เล็กน้อย และจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป ในแต่ละห้อง คือ 29 คน และ 18 คน ตามลำดับ โดยสาเหตุที่ห้อง M 3/2 มีการกระจายของคะแนน (S.D.) สูงกว่าห้อง M 3/1 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไปน้อยกว่าห้อง M 3/1 เพราะนักเรียนห้อง M 3/2 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized) มากกว่านักเรียนห้อง M3/1 ซึ่งนักเรียนบางคนไม่แสดงความคิดเห็น หรือตอบว่าไม่ทราบในหลายข้อคำถาม ทำให้คะแนนรวมของนักเรียนเป็นรายบุคคลน้อยมาก และส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของห้องน้อยลงไปด้วย ทั้งนี้อาจมีผลมาจากการสอนของครูคนที่ 2 ที่ไม่มีการสอนแบบสาธิตการทดลองในเนื้อหาที่ควรสอนให้มีการทดลองอย่างครูคนที่ 1 หรือมีการสอนที่ให้ความสำคัญกับเนื้อหา และการทำโจทย์แก้ปัญหามากเกินไป

อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ห้องเรียน ก็ยังสูงกว่า 50% เพียงเล็กน้อย โดยอาจเป็นผลมาจากปัจจัยที่มีผลต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจมาจากหนังสือเรียนที่มีแนวคิดที่ผิด ค่านิยมของสังคม ศาสนา และวัฒนธรรม ประสบการณ์เดิมที่มีผลต่อความเชื่อของนักเรียน ซึ่งนักเรียนเชื่อว่ากฎเป็นจริง ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีไม่เป็นจริง สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่นเดียวกับที่ Bell *et al.* (2003) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนเชื่อว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่สามารถสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เชื่อว่ากฎทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์และทฤษฎีเท่านั้นหรือเชื่อว่าการตีความของข้อมูลที่ต่างกันไม่ได้มาจากข้อมูลชุดเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งอาจมาจากภูมิหลังของนักเรียนหรือแนวคิดเดิมที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก

นอกจากนี้ส่วนหนึ่งอาจจะมาจากการสอนของครูที่ไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และไม่ได้สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และมีการสะท้อนความคิด หรืออภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ทั้งในประเด็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับครูผู้สอนที่จะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย เช่นเดียวกับ Abd-El-Khalick *et al.* (1997) ที่ได้แนะนำไว้ว่า การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ควรมีการจัดการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง และ
ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษา 1) ศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง 2) ศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยมีกรณีศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 98 คน และครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นกรณีศึกษา โดยจะศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับสภาพบริบทของโรงเรียน มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน มุมมอง ความเชื่อทัศนคติต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

กรณีศึกษา

1. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คน
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ซึ่งแต่ละห้องมีการคลื่อนักเรียนตามความสามารถในการเรียนรู้ จำนวนนักเรียนทั้งหมด 98 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างครูวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (V-NOS C) ที่พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี ค.ศ. 2002

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเป็นระยะเวลา 6 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 โดยมีกิจกรรมดังนี้

1. การสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครู โดยเลือกสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน 10 คน ใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการสนทนา
2. การสังเกตการจัดการเรียนการสอน โดยสังเกตบรรยากาศในห้องเรียน การจัดกิจกรรมการใช้สื่อการสอน ลักษณะการใช้คำถามของครู พฤติกรรมของนักเรียน และพฤติกรรมที่บ่งชี้ของครู ตามเกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม เป็นระยะเวลา 3 เดือน (เดือนธันวาคม 2554 – เดือนกุมภาพันธ์ 2555)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (V-NOS C) ที่พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี ค.ศ. 2002 แบบวัดนี้ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิด 10 ข้อ มีลักษณะข้อคำถามเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

การตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูล จะกระทำไปพร้อม ๆ กับการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Methodological triangulation) เพื่อพิสูจน์ว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งใช้วิธีเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลในเรื่องเดียวกัน โดยการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครู และนักเรียน การสังเกต และการวิเคราะห์จากเอกสารต่าง ๆ ซึ่งถ้าข้อมูลจากทั้งสามแหล่งไม่มีความแตกต่างก็จะสามารถสรุปข้อมูลได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยนำมาวิเคราะห์สร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (Analytic Induction) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหารูปแบบการสอนของครู และสร้างข้อสรุปทั่วไปว่าครูมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการสอน โดยการบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนาม และหารูปแบบการสอนของครูของคล้าย ๆ กันในแต่ละครั้ง และใช้เกณฑ์การตัดสินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู สังเกตพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ครูปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ร่วมกับการทำ Inter-rater reliability คือ หาค่าความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยให้นิสิตปริญญาโท ซึ่งมีประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน เป็นผู้ประเมินการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ตามเกณฑ์การตัดสินที่ผู้วิจัยกำหนด

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยการถอดเทป เพื่อนำมาบันทึกเป็นบทสนทนา และตีความหมายจากข้อมูลที่ได้ในแต่ละประเด็นที่ต้องการตามแนวคำถามวิจัย จากนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Ho-Wisniewski (2008) คือ 1. ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC) 2. มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) 3. มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) และ 4. มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) จากนั้นหาความถี่ และรายงานโดยใช้ค่าร้อยละในแต่ละกลุ่ม

3. การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละบุคคล ผู้วิจัยได้กำหนดการให้คะแนนการแสดงความคิดเห็นของแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อเป็นรายบุคคล ได้แก่ มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) เท่ากับ 3 คะแนน มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) เท่ากับ 2 คะแนน มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) เท่ากับ 1 คะแนน และมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ (Not categorized: NC) เท่ากับ 0 คะแนน จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป เป็นรายห้อง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สามารถสรุปผลได้ว่า ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีการสอนวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ส่วนใหญ่ครูวิทยาศาสตร์มีการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายเนื้อหา ร่วมกับการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน มีการถามคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหา ให้ความสำคัญกับการทำแบบฝึกหัดที่เข้มข้น และไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในห้องเรียน

2. ครูวิทยาศาสตร์ 1 คน มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) ผ่านกิจกรรมการสาธิตการทดลอง ซึ่งนักเรียนได้สังเกต เห็นถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการสาธิตการทดลองของครู

3. ครูวิทยาศาสตร์ มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน ผ่านกิจกรรมโครงการบูรณาการ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในทุกชั้นตอน นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมที่ได้ทักษะในการทำงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้บ่งชี้หรืออธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) โดยผ่านการสอนกิจกรรมโครงการบูรณาการ

ในด้านการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู พบว่าไม่ปรากฏการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เช่น ในการสอนเรื่องกฎของนิวตันหรือกฎของอาร์คิมิดีส ครูอาจจะสามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิธีการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้ ซึ่งครูได้สอนเฉพาะกฎและทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเท่านั้น ไม่ได้บ่งชี้ว่านักวิทยาศาสตร์มีวิธีการแสวงหาความรู้อย่างไรบ้างในการได้มาซึ่งกฎและทฤษฎีดังกล่าว และบางครั้งที่ครูสอนด้วยการสาธิตการทดลอง โดยสอนให้เห็นถึงขั้นตอนการทดลอง และผลการทดลองที่ได้ ซึ่งครูมีการอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ และทำการทดลองไปที่ละขั้น โดยไม่ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้สังเกตวิธีการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสาธิตการทดลองจากครู

นอกจากนี้ครูยังมีความเชื่อว่านักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการทำโครงงานบูรณาการด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แยกอีกรายวิชา และเป็นการสอนแบบไม่ชัดแจ้ง จึงอาจจะไม่ได้มีการจัดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน และไม่ได้สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ซึ่งอาจจะส่งผลให้นักเรียนยังมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องในประเด็นต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับในบางงานวิจัยที่พบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง ไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่ประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 1998 และ Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002)

ดังนั้น ควรจะมีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจในวิธีการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเหมาะสม ทั้งการสอนแบบไม่ขัดแย้ง ผ่านการทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ การสอนผ่านประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ และการสอนแบบขัดแย้ง และควรพัฒนาครูให้มีความเข้าใจในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น

ในส่วนของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู พบว่า ส่วนใหญ่ครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยนเกือบทุกประเด็น และมีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ในบางประเด็น โดยครูคนที่ 1 มีมุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ ในประเด็นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูคนที่ 2 มุมมองที่สอดคล้องสมบูรณ์ในประเด็นการสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และประเด็นความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แม้ว่าครูวิทยาศาสตร์จะมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องสมบูรณ์ในบางประเด็น แต่ครูก็ไม่ได้มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าวให้แก่ นักเรียน ซึ่งอาจมาจาก ธรรมชาติการให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน หรือ อาจจะมาจากการเชื่อของครู ที่เชื่อว่าควรสอนให้นักเรียนได้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เข้มข้น เพื่อนำไปใช้ในการสอบแข่งขัน โดยอาจมีปัจจัยบางอย่างที่ส่งผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก็เป็นไปได้ อาทิเช่น อาจมีความกดดันจากสังคมที่จะต้องพัฒนาความรู้ทางด้านวิชาการของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความเข้าใจ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี เพื่อการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ของทุกปี หรืออาจมาจากการกดดันนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสอบแข่งขันเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถานศึกษาที่มีชื่อเสียง สิ่งเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่น่าจะทำให้ครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีการสอนแบบบรรยายเนื้อหาที่เข้มข้น และให้ความสำคัญกับการทำแบบฝึกหัด โดยไม่มี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะให้แก่ นักเรียน และไม่ได้มีโอกาสนในการสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในขณะที่สอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์

ส่วนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve view) ในประเด็นดังต่อไปนี้

1) ประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 47.95) เข้าใจว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และไม่สามารถบอกได้ว่ากฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwartz *et al.* (2004) ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎได้

2) ประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.06) ไม่เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองยังไม่ถูกต้อง เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมา ที่พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552)

3) ประเด็นมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 36.73) เข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Moss และ Robb (2001) และสุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ที่พบว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์หรือมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ส่วนในประเด็นอื่นๆ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 47.95) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน ผ่านเกณฑ์ 60% ขึ้นไป ซึ่งสามารถแสดงความคิดเห็นได้ สอดคล้องเพียงบางส่วน หรืออาจไม่ได้ยกตัวอย่างประกอบคำอธิบายที่ชัดเจน

อย่างไรก็ดี แม้ว่าทางโรงเรียนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโครงงานบูรณาการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบแยกส่วน หรือแบบไม่ชัดเจนแล้วก็ตาม นักเรียนก็ยังคงมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ เพราะครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้นำความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ได้บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้จากการทำโครงงานมาสอดแทรกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ดังนั้นครูควรมีการสอนธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา เรื่องการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องในประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ส่วนในประเด็นอื่น ๆ นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง และให้ความสำคัญกับประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ เพื่อให้นักเรียนได้มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ อย่างสอดคล้องสมบูรณ์

ทั้งนี้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ครูควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อสะท้อนความคิดหรือความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และหากต้องการเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับเนื้อหาหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ และได้แนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน และเข้าใจถึงที่มาของแนวคิดนั้น ๆ

ส่วนการสอนกิจกรรมโครงงานบูรณาการ ครูวิทยาศาสตร์ควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในสังคม ซึ่งโดยทั่วไปนักเรียนจะคิดว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์ เพื่อแลกกับคะแนนเก็บในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากครูมีการส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่า และเห็นความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ก็จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ตนได้ทำมากขึ้น

2) ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ผู้บริหารของโรงเรียนควรให้ความสำคัญกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และนักเรียนให้มากขึ้น โดยการสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์ได้มีการไปอบรม/สัมมนาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือมีการเชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ความรู้แก่ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งจะช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกประเด็น และมีทัศนคติในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่นักเรียนยัง ไม่มีความเข้าใจได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3) ข้อเสนอแนะสำหรับสถาบันผลิตครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

สถาบันต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น โรงเรียน วิทยาลัย หรือมหาวิทยาลัย ทั้งของรัฐและเอกชน ที่มีการผลิตครูวิทยาศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการศึกษา และออกแบบรายวิชาที่เน้นการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่บัณฑิต นักศึกษาที่อยู่ในสถาบันของตน โดยเฉพาะมหาวิทยาลัย ที่มีโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยของตน สามารถที่จะออกแบบหลักสูตรให้นิสิตครู ได้ ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ แล้วนำไปใช้จริงกับนักเรียนที่นิสิตได้มีโอกาสฝึกประสบการณ์สอน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นิสิตได้ฝึกประสบการณ์ในการสอนด้วย ทำให้นิสิตได้เข้าใจความสำคัญของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีประสบการณ์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อสำเร็จการศึกษา และได้ประกอบวิชาชีพครูเป็นครูวิทยาศาสตร์ ก็จะได้ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้ต่อไปในอนาคต

4) ข้อเสนอแนะสำหรับนักพัฒนาหลักสูตร

ควรมีการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกประเด็น และให้มีหลักสูตรการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นหลักสูตรการสอนแบบแยกส่วนและชัดเจน หรือหลักสูตรการสอนแบบบูรณาการและบ่งชี้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูได้เข้าใจเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ซึ่งการพัฒนาหลักสูตรอาจมาจากการทำวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนต่าง ๆ หรือการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัยทำให้ทราบได้ว่าครูวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าควรสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ เพื่อใช้ในการสอบแข่งขัน โดยไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติ ความเชื่อในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และปัจจัยที่มีผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ว่ามีปัจจัยใดบ้าง และปัจจัยเหล่านั้นมีผลต่อทัศนคติ ความเชื่อเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูอย่างไร

2. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยศึกษา เป็นมุมมองของครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นเพศชายทั้ง 2 คน ซึ่งสอนวิชาเคมี และวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นควรมีการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นเพศหญิง หรือครูวิทยาศาสตร์ที่สอนวิชาชีววิทยา ว่ามีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3. จากการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) พบว่าห้อง M3/2 มีค่าเฉลี่ยของแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยกว่าห้อง M3/1 และมีการกระจายของคะแนน (S.D.) สูงกว่าห้อง M3/1 เพราะนักเรียนห้อง M3/2 มีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) มากกว่าห้อง M3/1 ดังนั้นจึงควรศึกษาว่าเพราะเหตุใดนักเรียนห้อง M3/2 จึงมีมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้มากกว่าห้อง M3/1 หรือควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้อง M3/2

ข้อจำกัดในงานวิจัย

ข้อจำกัดที่พบในงานวิจัยนี้ มีดังนี้

1. การขออนุญาตและความสมัครใจของครูวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยขออนุญาตครูวิทยาศาสตร์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน เพื่อขอความสมัครใจ และความร่วมมือในการสัมภาษณ์ สังเกตการสอน และให้นักเรียนในห้องที่ครูสอนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูที่ให้ความสมัครใจ และให้ความร่วมมือแก่ผู้วิจัย อยู่ 2 คน ผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ได้เพียง 2 ท่าน ทั้งนี้การศึกษการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครูเพียง 2 คน อาจจะยังไม่เพียงพอที่จะสามารถสร้างข้อสรุปได้ทั้งหมดว่า ครูในโรงเรียนสาธิตแห่งนี้ มีวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบรรยาย ที่ให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และไม่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยขออนุญาตในการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของครูทั้ง 2 คน แต่ครูทั้ง 2 คน ไม่สะดวกให้ผู้วิจัยศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยขออนุญาตในการบันทึกภาพเคลื่อนไหวในขณะที่เข้าสังเกตการสอน ซึ่งครูทั้ง 2 ท่าน ไม่สะดวกให้ผู้วิจัยบันทึกภาพเคลื่อนไหว แต่อนุญาตให้ผู้วิจัยบันทึกเสียง และบันทึกภาพนิ่งได้

2. การเข้าสังเกตการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สังเกตการสอนในรายวิชาที่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เข้าสังเกตการสอนในรายวิชาที่เป็นกระบวนการ หรือรายวิชาโครงการบูรณาการ เนื่องจากในรายวิชาโครงการบูรณาการ จะมีการสอนในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2554 แต่ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตการสอนใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ดังนั้นการพิจารณาข้อมูลจึงวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการสอนในรายวิชาที่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

ผู้วิจัยไม่ได้เข้าสังเกตการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากนิสิตฝึกประสบการณ์สอนเป็นผู้สอนนักเรียน ทำให้มี

ข้อจำกัดในการเก็บรวบรวมข้อมูล หากผู้วิจัยมีโอกาสดำเนินการการสอนของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก็อาจจะพบได้ว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นดังกล่าว อาจจะมีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานแตกต่างจากครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยศึกษาก็เป็นไปได้

3. เหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ ปี 2554

ก่อนการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสาธิตแห่งนี้ ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ ในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2554 จึงต้องมีการเลื่อนกำหนดการเปิดภาคเรียนที่ 2 ออกไปอีกประมาณ 2 เดือน เมื่อเปิดภาคเรียน อาจทำให้ครูต้องมีการสอนเนื้อหาให้มากขึ้น เนื่องจากต้องสอนเนื้อหาให้ทันต่อการสอบปลายภาค จึงอาจไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในห้องเรียน เน้นการสอนแบบบรรยายเนื้อหา และการทำแบบฝึกหัดเป็นสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการตัดสินใจในการสอนที่ดีที่สุดในสถานการณ์เช่นนั้น ดังคำกล่าวของครูที่ว่า “...ในเทอมนี้ ม. 3 จะมีแต่เนื้อหาฟิสิกส์ที่ยาก ครูก็เลยสอนให้เน้นเนื้อหา เพราะถ้าหากมัวเอาเวลาไปทำการทดลองมันจะไม่ทันช่วงสอบ เพราะก่อนหน้านี้เวลาก็หายไปกับช่วงน้ำท่วมหมดแล้ว เทอมนี้ก็ต้องเร่งสอน...” (ครูคนที่ 1, 3 ก.พ. 2555)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กาญจนา มหาลี. 2553. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จริยาพร สังขรัตน์. 2551. เส้นทางความเป็นครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประถมศึกษา: กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว สุนันท์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ. 2550. “การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ 13(4): 513-523.
- แนวหน้า. 2553. สถิติวิชาการ ครั้งที่ 3 เน้นนวัตกรรมนำสังคม (Online). <http://www.ryt9.com/s/nnd/891151.>, 9 กรกฎาคม 2554.
- ปราโมทย์ อินทรบำรุง. 2544. การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปริญดา ลิ้มปานนท์. 2547. การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผกาพันธ์ อินตะแก้ว. 2553. รูปแบบการจัดการความรู้ของกลุ่มโรงเรียนสาธิต (Online). <http://www.drpta.com/index.php?mo=3&art=508882.>, 9 กรกฎาคม 2554.

พวงผกา สุทธกุล. 2551. **ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

รัตนะ บัวสนธ์. 2551. **วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คำสมัย.**

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2552. “ทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์
และอาจารย์พี่เลี้ยง.” **วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 30: 113-129.**

ศุภกาญจน์ รัตนกร. 2552. **การศึกษาแบบจำลองทางความคิด และความเข้าใจธรรมชาติของ
แบบจำลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง กรด-เบส. วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2553. **การจัดลำดับโรงเรียนเก่งต่อเนื่องติดต่อกัน 4 ปี
(ปีการศึกษา 2548-2552) (Online).** [http://www.niets.or.th/upload-
files/uploadfile/7/a5e707aad8d151da295716996fbc43b6.pdf](http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/7/a5e707aad8d151da295716996fbc43b6.pdf), 23 กรกฎาคม 2553.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. ใน เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานหลักสูตร 2.**

สมศักดิ์ ลีลา. 2550. **บทบาทของโรงเรียนสาธิตในการปฏิรูปการผลิตครูพัฒนาครูและ
การศึกษาไทยในอนาคต. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการโรงเรียนสาธิต.
มหาวิทยาลัยบูรพา**

สิรินภา กิจเกื้อกูล นฤมล ยุตะคม และอรุณี อิงคากุล. 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 26(2):
133-145.**

สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุติคม และพรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” *วารสารวิจัย มข.* 14(4): 360-374.

สุธาวัลย์ มีศรี. 2550. “ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอน เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว* 2(1): 101-110.

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ. 2553. *ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

Abd-El-Khalick, F. R. Bell, and G. Lederman. 1997. “The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural.” **Paper presented at the annual, meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Chicago IL.**

_____. 2000. “Improving Science Teachers’ Conceptions of Nature of Science: a Critical Review of the Literature.” **International Journal of Science Education** 22(7): 665-701.

_____. 2002. “Rutherford’s enlarged: A content-embedded activity to teach about nature of science.” **Physics Education** 37(1): 64-68.

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. 1989. “The measurement of high school students’ knowledge about Science and scientist.” **Science Education** 57(4): 539-549.

- Akerson, L.V., 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** 37 (4): 295-317.
- Allchin, D. *et al.* 1999. "History of Science with Labs." **Science and Education** 8: 619-632.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1993. **Benchmarks for Science Literacy**. New York: Oxford University Press.
- Bell *et al.*,. 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.
- Din-yan Yip. 2006. "Using History to Promote Understanding of Nature of Science in Science Teacher." **Teaching Education** 17(2): 157-166.
- Ho-Wisniewski, E. 2008. **Pre-Post VNOS Results**. Technical memorandum imsa office of research and evolution. Illinois Mathematics and Science Academy (Online). <https://www3.imsa.edu/system/files/VNOS+summary+112508.Pdf>, March 10, 2011.
- Irwin, A. P. 1998. "Historical Case Studies: Teaching the nature of Science in Context." **Science Education** 84(1): 5-26.
- Johnston, A. T. and S. Southerland. 2002. "Conceptual ecologies and their influence on the nature of science conceptions: More dazed and confused than ever." **New Orleans: National Association for Research in Science Teaching**.

Khishfe, R. 2008. "The Development of Seventh Grader's Views of Nature of Science."

Journal of research in science teaching 45(4): 470-496.

_____. 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): 551-578-496.

Klopfer Cited, L. E. and W. W. Cooley. 1963. "The History of Science Cases for High Schools in the Development of Student Understanding of Science and Scientists." **Journal of**

Research in Science Teaching 1(1): 33-47.

Lakin, S., and J. Wellington. 1994. "Who Will Teach the "Nature of Science"?: Teachers'

Views of Science and Their Implications for Science Education." **International Journal of Science Education** 16(2): 175-190.

Lederman, N. G. F. *et al.*. 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): 497-518.

_____. 1990. "Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change." **Science Education** 74(2): 225-239.

_____. 1998. Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. In

W. McComas (Ed.), **The nature of science in science education: Rationales and strategies**. 331-350. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

_____. 2001. "Preservice teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study." **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology**

Education 1: 135-160.

- Liangkrilas, J. 2009. **Development of Level 4 Biology Students' Understanding of the Nature of Science in the Context of the Unit on Respiration: Explicit and Reflective Inquiry – based Approach.** Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.
- Lonsbury, J .G. and J. D. Ellis. 2002. “Science history as a means to teach nature of science concepts: using the development of understanding related to mechanisms of inheritance.” **Electronic Journal of Science Education** 7(2).
- McComas, W. F., M. Clough and H. Almazroa. 2000. **The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Moss, D. amd J. Robb. 2001. “Examining students conception of the nature of science.” **International Journal of Science Education** 23(8): 771-790.
- Mucia, K. and R. Schibeci. 1999. “Primary Student teachers’ conceptions of the nature of science.” **International Journal of Science Education** 21(11): 1123-1140.
- National Research Council. 1996. **National Science Education Standards.** Washington, DC: National Academy Press.
- Promkatkeaw, T. 2007. **A Development of Program for Primary School Teachers on Nature of Science Instruction.** Doctor of Philosophy. Graduate School, Kasetsart University.
- Rubba, P. A., J. K. Homer and I. M. Smith. 1981. “A Study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students.” **School Science and Mathematics.** (81): 221-226.

Schwartz, R. S. and N. G. Lederman. 2002. "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.

_____. 2004. "Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry." **Science Education** 88(4): 610-645.

Tobin, K. and C. J. McRobbie. 1997. "Beliefs about the Nature of Science and the Enacted Science Curriculum." **Science and Education** 6: 355-371.

Welch, W. W. and H. J. Walberg. 1972. "A national experiment in curriculum evaluation." **American Educational Research Journal** 9: 373-383.





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร.เอกรัตน์ ศรีบุญญ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ ทองไทย

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินผล
การศึกษา
ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือ

ที่ ศธ. ๐๕๑๓.๑๐๕/๕๖๔



คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๕๐ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขออนุญาตสัมภาระและเข้าสังเกตชั้นเรียน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

ด้วย นางสาวขวัญหญิง ทิพแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง” ภายใต้การควบคุมของประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการดำเนินการวิจัย นิสิตมีความประสงค์สำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน 2 ห้อง สัมภาษณ์และเข้าสังเกตชั้นเรียนของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในสังกัดของท่านตั้งแต่ สิงหาคม ๒๕๕๔ ถึง กุมภาพันธ์ ๒๕๕๕ โดยนิสิตจะได้ประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรายละเอียดต่อไป

งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักวิจัย สถาบันผลิตครูและนักนโยบายทางการศึกษาที่จะได้ทราบถึงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนของท่านซึ่งมีสัมฤทธิ์ผลทางการวิทยาศาสตร์เป็นเลิศ และด้วยเหตุผลด้านจริยธรรมการวิจัย หากเป็นความประสงค์ของทางโรงเรียนที่ไม่ต้องการเปิดเผยแหล่งข้อมูลในงานวิจัยนี้ นิสิตจะสงวนชื่อโรงเรียนและผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดในวิทยานิพนธ์ และเผยแพร่ผลงานวิจัยในทุกรูปแบบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

บน ผู้รับทราบ

โดย ☒ ไม่ตรงทราบ ☐ ไม่ตรงทราบ☒ เห็นชอบ ๕๕.๐๐๕.๑๐๕/๕๖๔

เพื่อทราบและดำเนินการต่อไป

รศ.ดร. เมตตาพร

๕๕.๐๑.๕๕

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ๒๕๖๑๕๔

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. ๐๒-๕๗๔-๕๑๑๔ ต่อ ๑๔๒๒๓

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ไชยใส)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

1. ทบอ.

๕. ดำเนินการตามแผน

ต่อไป.

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕

๕๕.๐๑.๕๕



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อมูลการสัมภาษณ์

รหัสผู้ให้สัมภาษณ์.....เพศ.....

ผู้สัมภาษณ์.....

วันที่สัมภาษณ์.....เวลาที่สัมภาษณ์.....

สถานที่สัมภาษณ์.....

การกล่าวนำ

1. ผู้สัมภาษณ์แนะนำตัวเอง และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัย

สวัสดีค่ะ ดิฉัน นางสาวขวัญหญิง ทิพแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการสัมภาษณ์

เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ จำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ ด้วยเหตุนี้จึงขออนุญาตสัมภาษณ์อาจารย์ถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และขออนุญาตนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาใช้ในการวิจัยนี้ ในระหว่างการสัมภาษณ์อาจารย์สามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นได้ และเมื่อดิฉันได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ซึ่งมีการตีความข้อมูล ดิฉันจะนำการตีความข้อมูลดังกล่าว กลับมาให้อาจารย์ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้ง ดิฉันสัญญาว่าจะเก็บรักษาข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เป็นความลับ โดยจะไม่เปิดเผยชื่ออาจารย์ ในกรณีที่ต้องนำเสนอผลการสัมภาษณ์ในวิทยานิพนธ์ ดิฉันจะนำเสนอในรูปของนามแฝง ขอรับรองว่างานวิจัยนี้จะไม่เกิดผลเสียต่ออาจารย์ในภายหลัง ขออนุญาตบันทึกเทปการสนทนาอาจารย์ด้วยดีไหมค่ะ

ห้มนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของครูวิทยาศาสตร์

- 1.1 อาจารย์จบการศึกษาจากที่ไหน สาขาวิชาอะไร และคณะอะไร
- 1.2 อาจารย์มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นเวลากี่ปี
- 1.3 ปัจจุบันอาจารย์สอนวิชาอะไรบ้าง มีงานด้านการสอนทั้งหมดกี่คาบต่อสัปดาห์
- 1.4 อาจารย์เคยทำงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
- 1.5 อาจารย์เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการเป็นครูวิทยาศาสตร์ และการอบรมอื่น ๆ ในเรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้ที่ได้จากการอบรมมาประยุกต์ใช้ในการสอนที่เหมาะสมกับห้องเรียนของอาจารย์หรือไม่ อย่างไร

ประเด็นที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 2.1 อาจารย์คิดว่าควรใช้วิธีการสอนแบบใดเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการสอนที่ได้กล่าวถึงด้วย
- 2.2 อาจารย์มีวิธีการในการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร
- 2.3 อาจารย์มีการใช้สื่อการสอนอย่างไรบ้าง
- 2.4 อาจารย์คิดว่ามีวิธีการสอนแบบอื่น ๆ อีกหรือไม่ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

2.5 อาจารย์คิดว่าสิ่งที่สนับสนุน และเป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง

ประเด็นที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.1 อาจารย์คิดว่าสาระการเรียนรู้ที่ 8 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับอะไร และอาจารย์มีวิธีการสอนให้บรรลุตามมาตรฐานของสาระการเรียนรู้ที่ 8 นี้อย่างไร

3.2 อาจารย์คิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

3.3 ในความคิดเห็นของอาจารย์ อาจารย์คิดว่าลักษณะของวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่อไปนี้เป็นอย่างไ

1. นิยามของวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์คืออะไร)
2. อะไรคือลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. กฎ และ ทฤษฎี คืออะไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
4. ในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการหรือไม่อย่างไร
5. ถ้านักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลจากแหล่งเดียวกัน มีหลักฐานเหมือนกัน นักวิทยาศาสตร์จะยังคงตั้งสมมติฐานต่างกันหรือไม่อย่างไร
6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

7. วิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

8. วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี วัฒนธรรม และสังคมอย่างไร

3.4 อาจารย์คิดว่าสิ่งใดที่มีผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของอาจารย์



ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครั้งที่.....วันที่.....เวลา.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน

รหัสครูผู้สอน..... รหัสวิชา..... เรื่องที่สอน.....
จำนวน.....คาบ เวลา.....นาที จำนวนนักเรียนชาย.....คน จำนวนนักเรียนหญิง.....คน

แผนผังห้องเรียน



ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 แบบบันทึกภาคสนาม (Field note)

ครั้งที่.....วันที่.....เวลา.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง..... เรื่องที่สอน.....

บรรทัด ที่	ข้อความ	วิเคราะห์

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ตอนที่ 3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในบทเรียน

ครั้งที่.....วันที่.....เวลา.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง.....เรื่องที่สอน.....

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		ข้อมูลอ้างอิง
	มี	ไม่มี	
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
2. การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์			
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์			
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์			

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		ข้อมูลอ้างอิง
	มี	ไม่มี	
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์			
8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์			

สรุปผลการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- ☐ ไม่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 ☐ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์
- ☐ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย
 ☐ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปิ้งชี้ และสะท้อนความคิด

(.....)

ผู้สังเกตการสอน

วัน.....เดือน.....ปี.....

กรอบทฤษฎีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าวิธีการสอนที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์สนใจศึกษามากมี 3 วิธี แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางผนวกที่ 1 กรอบทฤษฎีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบผ่านการสอนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	เป็นการสอนโดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวกับประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สอนร่วมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจลักษณะการทำงาน และการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือ วิธีการนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะประเด็นการค้นหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit approach)	เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานไปกับสิ่งอื่น ๆ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยวิธีนี้ได้ผลดีเมื่อใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) นักเรียนจะถูกมุ่งหวังว่าต้องเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ผ่านประสบการณ์ในการสร้างข้อมูลเป็นทฤษฎี โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อธิบายปัญหาบางอย่าง และเปรียบเทียบกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่คาดว่านักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนจึงไม่มีการบูรณาการเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด
3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ ร่วมกับการสะท้อนความคิด (Explicit and reflective approach)	เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องสอดคล้องกับประชาคมติของประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะจัดโดยวิธีการใดก็ได้ แต่ในระหว่างการทำกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

3. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ฉบับภาษาไทย)

พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี 2002

Lederman, N. G. *et al.* 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6): 497–521

จำนวน 10 ข้อ

เวลา 50 นาที

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีทั้งหมด 10 ข้อ 6 หน้า เป็นแบบวัดแบบเขียนบรรยาย
2. ให้นักเรียนตอบคำถามในการตอบแต่ละข้อให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ บางข้ออาจถามหลายประเด็น พยายามตอบในทุกประเด็นของคำถาม
3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำถาม
4. คำถามในแบบวัดฉบับนี้ไม่มีคำตอบที่ “ถูก” หรือ “ผิด” ครูเพียงแต่สนใจในความคิดเห็นของนักเรียนในบางประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และคำตอบของนักเรียนไม่มีผลใดๆ ต่อคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์
5. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดของนักเรียนจะนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป จึงขอให้นักเรียนทำแบบวัดด้วยความตั้งใจ

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาาสตร์
(Views of Nature of Science)

1. ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น (เช่น ภาษาไทย ศาสนา ปรัชญา)

.....

.....

.....

.....

.....

2. การทดลองคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

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

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่.....
อย่างไร.....

สัมพันธ์กันหรือไม่..... อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ମା.ମ. ପ୍ରଭୃତି

6. หลังจากทีมนักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ :
 - a) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง
 - b) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง

7. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มักนิยาม “สปีชีส์” ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต ที่มีลักษณะเหมือนกันและสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

8. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในขั้นตอนต่างๆ ของการทดลองหรือการแสวงหาคำตอบหรือไม่ โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน และอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบในแต่ละข้อ

ขั้นตอน	การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ		คำอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
	ใช้	ไม่ใช่	
1. ก่อนการเก็บข้อมูล			
2. ระหว่างการเก็บข้อมูล			
3. ภายหลังเก็บข้อมูล			

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

9. เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน ในบรรดาสम्मุตินานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอเพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์ มีอยู่เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง

สมมติฐานแรก เสนอว่ามีอุกบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อน นำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

สมมติฐานที่สอง เสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุขึ้นครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์
ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกตและลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่นข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

10. “อรชนกเป็นนักสัตววิทยา ในการวิจัยของเธอ จำเป็นต้องฆ่าหนูเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตับหลังจากให้ยาชนิดหนึ่งที่เธอกำลังทำการศึกษา อรชนกนับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามาก ซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต” นักเรียนคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของอรชนก จะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเธอหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

กรอบทฤษฎีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบทฤษฎีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ * Lederman *et al.* (2002) ดังนี้

ตารางผนวกที่ 2 กรอบทฤษฎีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งมีหลักฐานที่ตรวจสอบได้
2. การสังเกต ลงความเห็นและมีความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น ข้อมูลจากการสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์ (อาจผ่านเครื่องมือ) การลงความเห็นเป็นการแปลความจากการสังเกตเหล่านั้น ความเชื่อที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการรับรู้ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ความเชื่อนี้เป็นสิ่งกำกับการสังเกต และการลงความเห็น ดังนั้นมุมมองจากหลาย ๆ แหล่งจะช่วยให้การตีความจากการสังเกตนั้นถูกต้องมากขึ้น ความเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการลงความเห็นจะทำให้เข้าใจความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่อาจใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่เกินขีดจำกัดของประสาทสัมผัสที่มนุษย์ และเครื่องมือ แต่มนุษย์เชื่อว่ามียิ่งนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ (law) คือ ข้อสรุปทั่วไป เป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้หรือสิ่งที่สามารถรับรู้ได้ในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี (theory) คือ คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ โดยการสะสมหลักฐานที่เป็นข้อสนับสนุน ทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี ทั้งสองเป็นประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการของมนุษย์ร่วมกับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต และการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถเฉพาะตัวของมนุษย์แต่ละคน ทำให้การแปลความหมายสิ่งเดียวกันของแต่ละคนแตกต่างกันได้ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้ ตั้งแต่การตั้งคำถาม ออกแบบการหาคำตอบ การเก็บข้อมูล ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผล

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับการยอมรับในเวลาใดเวลาหนึ่ง ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปภายใต้กรอบแนวคิดเดิมเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถูกเหนี่ยวนำ ทำให้นักวิทยาศาสตร์มองหรือคิด หรือตัดสินใจตามกรอบ ยกเว้นมีการตีความข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างจากเดิม การถูกเหนี่ยวนำ และชักจูงโดยทฤษฎีนี้ ทำให้การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตตนิยมแฝงอยู่อย่างไม่รู้ตัว สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เห็นจึงมักเจือด้วยกรอบความคิด ความเชื่อหรือค่านิยมของเขาด้วย
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ ค่านิยมและความคาดหวังของวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความข้อมูล และสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

ห้ามนำไปใช้ทางการค้า ให้ใช้ได้ในการสอน วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยอ้างอิงผู้สร้าง/พัฒนาทุกครั้ง

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำอธิบาย
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตามลำดับก่อนหลังในการทำงานวิจัยจริง ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวถึงนี้ เริ่มจาก ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 4 ทำการทดลอง ขั้นที่ 5 ทดสอบสมมติฐาน และขั้นที่ 6 ลงข้อสรุป ในความเป็นจริงการทำงานวิจัยอาจมีการย้อนกลับไปกลับมา ข้ามขั้นตอนหรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะการทดลองเท่านั้น อาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอโมเดลความคิด แม้กระทั่งความบังเอิญด้วย
8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่จากสังเกตหรือการแปลความใหม่ จากชุดข้อมูลเดิม คุณลักษณะอื่น ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสาเหตุของความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

* Lederman, N.G.F. *et al.*. 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): 497-518.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล

นางสาววิญญู ทิพแก้ว

วัน เดือน ปี ที่เกิด

6 เมษายน 2529

สถานที่เกิด

จังหวัดลำปาง

ประวัติการศึกษา

การศึกษามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา)

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

