



ความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาครู  
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร

UNDERSTANDINGS AND PRACTICES OF TEACHING THE NATURE OF SCIENCE: A  
CASE STUDY OF GRADE 9 SCIENCE TEACHERS IN BANGKOK

ตรีวิทย์ พิณเขียว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

ความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาครู  
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ปีการศึกษา 2565  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

UNDERSTANDINGS AND PRACTICES OF TEACHING THE NATURE OF SCIENCE: A  
CASE STUDY OF GRADE 9 SCIENCE TEACHERS IN BANGKOK



TRIWIT PINKHEAW

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of MASTER OF EDUCATION  
(Science Education)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์  
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร

ของ

ตรีวิทย์ พิณเขียว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก  
(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ณวรา สีที)

ชื่อเรื่อง	ความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ :
	กรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร
ผู้วิจัย	ตรีวิทย์ พิณเขียว
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. พินิจ ขำวงษ์

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษากับกลุ่มครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 คน ซึ่งมาจากการเลือกแบบเจาะจงโดยพิจารณาจากการมีประสบการณ์ในการเรียนหรือผ่านการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยในภาพรวมพบว่าครูวิทยาศาสตร์กลุ่มที่ศึกษามีความเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกบูรณาการอยู่ในมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่ แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดซึ่งครูได้ระบุและอธิบายโดยส่วนมากอยู่ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS และครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบชัดเจนหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูตระหนักกว่าในการออกแบบวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องมีความเข้าใจในแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้และกำหนดแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ แล้วสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหัวข้อต่าง ๆ หรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของครูพบว่าอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งในแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สะท้อนให้เห็นว่าครูยังควรได้รับการพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่

คำสำคัญ : แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, หลักสูตรวิทยาศาสตร์

Title	UNDERSTANDINGS AND PRACTICES OF TEACHING THE NATURE OF SCIENCE: A CASE STUDY OF GRADE 9 SCIENCE TEACHERS IN BANGKOK
Author	TRIWIT PINKHEAW
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Dr. Pinit Khumwong

The purposes of this study are to study the understanding and practices of science teachers in teaching the nature of science (NOS), according to the new science learning Indicators and core contents of the Thai Basic Education Core Curriculum. This research was qualitative research as a case study with four Grade Nine science teachers from Bangkok schools, who were selected by purposive sampling based on their experiences in NOS learning or training. The research tools included a semi-structured interview about the understanding of science teachers in NOS instruction, the analytical framework for analyzing the NOS lesson plan, and the NOS teaching observation form. The data were analyzed by the content analysis method. It was found that science teachers in this study understood that concepts of NOS were integrated into science learning standards, indicators, and core contents. Most of the concepts of NOS which teachers identified and explained were in the aspect of the scientific inquiry and based on the AAAS aspects. Science teachers had an understanding of NOS instruction and related to the implicit and explicit approaches. They recognized that in designing lesson plans for promoting understanding of NOS, teachers needed to understand concepts of NOS, analyzed learning indicators and core contents, indicated concepts of NOS that students should learn, and then blended the concepts of NOS into learning topics or design science learning activity that aligned with NOS by means of inquiry learning or emphasizing scientific skills and method. In terms of teaching practices, the participant teachers showed missed opportunities in the NOS teaching approach both in lesson plans and the practical teaching process. These results indicated that science teachers should be developed their understanding and practices in teaching NOS according to the new science learning Indicators and core contents of the Thai Basic Education Core Curriculum.

Keyword : NOS concepts, NOS instruction, Understanding of NOS teaching, Practices of NOS teaching, Science curriculum

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตลอดจนกำลังใจและข้อเสนอแนะอันมีคุณค่าและประโยชน์ในการทำงานวิจัยเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ที่ได้ให้ความกรุณามาเป็นประธานกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ณวรา สีที กรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำ ซึ่งทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี ฝ้ายคำตา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล และอาจารย์ ดร.โรชวรรณา เซฟโฆลาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณครูกลุ่มที่ศึกษา และผู้บริหารโรงเรียนของครูกลุ่มที่ศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณมิตรภาพจากกัลยาณมิตรในศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มศว และขอขอบคุณทุกความช่วยเหลือ การอำนวยความสะดวกจากเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มศว. ทุกท่าน ที่มีให้ผู้วิจัยเสมอมา รวมไปถึงบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนในการเข้าร่วมการนำเสนอผลงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนของการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ผู้ให้กำเนิดที่คอยการเลี้ยงดู ให้คำแนะนำสั่งสอน และให้กำลังใจ ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อนผู้เป็นกำลังใจอันล้ำค่าของผู้วิจัยในการศึกษาในระดับปริญญาโทเสมอมา

ตรีวิทย์ พิณเขียว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง .....	1
คำถามวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย .....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	10
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน .....	25
ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ .....	30



การปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	35
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	41
แบบแผนการวิจัย	42
กลุ่มที่ศึกษา	43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
การดำเนินการเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลการวิจัย	52
จริยธรรมการวิจัย	52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
ข้อมูลพื้นฐาน บริบท และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา	55
ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ใน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	61
การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	76
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	103
สรุปผลการวิจัย	105
อภิปรายผล	108
ข้อเสนอแนะ	116
บรรณานุกรม	120

ภาคผนวก..... 128

ประวัติผู้เขียน..... 141



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษา .....	23
ตาราง 2 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS ที่สังเคราะห์จากคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	24
ตาราง 3 ตัวอย่างกรอบการวิเคราะห์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	27
ตาราง 4 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบบูรณาการอยู่ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น .....	28
ตาราง 5 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ของแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ .....	44
ตาราง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการวิเคราะห์ของคุณครูแต่ละคน .....	48
ตาราง 7 สรุปข้อมูลพื้นฐาน บริบท และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกลุ่มที่ศึกษา .....	59
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ ระบุและอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในแต่ละตัวชี้วัด โดยคุณครูกลุ่มที่ศึกษาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ตามกรอบการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่โดยผู้วิจัย.....	70
ตาราง 9 ประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ .....	80
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1 .....	81
ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2 .....	84
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3 .....	87

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4 .....	89
ตาราง 14 ประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ .....	93
ตาราง 15 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1 .....	94
ตาราง 16 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2 .....	95
ตาราง 17 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3 .....	97
ตาราง 18 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4 .....	98
ตาราง 19 สรุปและเปรียบเทียบข้อมูลความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ของครูกลุ่มที่ทำการศึกษา .....	100
ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นและข้อคำถามในการสัมภาษณ์กับจุดประสงค์ในการสัมภาษณ์ .....	132
ตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้กับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์ .....	133
ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้กับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์.....	135

## สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	8
ภาพประกอบ 2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจและการปฏิบัติของครู วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ .....	51
ภาพประกอบ 3 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1 .....	77
ภาพประกอบ 4 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2 .....	77
ภาพประกอบ 5 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3 .....	78
ภาพประกอบ 6 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4 .....	79
ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 1 .....	83
ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 2 .....	86
ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 3 .....	88
ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 4 .....	91
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครู วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ .....	138
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ .....	139
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ .....	140

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักวิจัยในระดับนานาชาติได้มีความพยายามในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (The Nature of Science) ของนักเรียนในการศึกษาภาคบังคับมาอย่างต่อเนื่องโดยมีการระบุเป้าหมายและขอบข่ายของแนวคิดหรือสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกรอบมาตรฐานและหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ รวมถึงของประเทศไทย (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993; McComas, Almazroa, & Clough, 1998a; NGSS Lead States, 2013b; กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และมีการพัฒนาวิชาชีพครูทั้งครูก่อนประจำการและครูประจำการเพื่อให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (นัฐพงษ์ ฤทธิโชติ, 2559; วทีญญ วุฒิวรรณ, จันทรพร พรหมมาศ, และ สุมาลี กาญจนชาติวี, 2560; สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, 2559)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่มีการผสมผสานแนวคิดระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นประวัติศาสตร์ สังคมศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับผลการวิจัยทางจิตวิทยา เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร สังคมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และสังคมมีผลหรือตอบสนองต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์อย่างไร (McComas, Almazroa, & Clough, 1998b, p. 4) หากนักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เข้าใจในวิทยาศาสตร์ตามความเป็นจริง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (McComas et al., 1998b, pp. 11-14) ยิ่งไปกว่านั้นการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ (McComas et al., 1998b, pp. 4-5; พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552, น. 164; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND), 2563) โดยจะเห็นได้จากการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของ Programmed for International Student Assessment (PISA) ได้มีการผนวกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ใน การประเมินด้านความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

( Knowledge about science) (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2013, p. 102) และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือญาณวิทยา (Epistemic Knowledge) (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2017, p. 25; Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2019, p. 99) ซึ่งในการประเมินของ PISA มีการประเมินนักเรียนที่มีอายุครบ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ จึงมีความจำเป็นที่นักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับหรือระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรที่จะมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมให้มีศักยภาพที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง (McComas et al., 1998b, pp. 4-5; กฤติยาณี เจริญลอย, 2557; พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552, น. 164; พิรุณ ไพรสนิท, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND), 2565; สุันทา กองตาพันธ์, 2556) ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นเช่นกันที่ครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: PCK for teaching NOS) (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hanuscin, Lee, & Akerson, 2010) ทั้งนี้ ชาตรี ฝ้ายคำตา (2555, น. 243-244) ได้เสนอองค์ประกอบของแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 5 องค์ประกอบ โดยอ้างอิงแนวคิดของ อับดุล เอล คาลิก และลีเดอร์แมน ได้แก่ ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้และแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันและต้องอาศัยการบูรณาการร่วมกัน เพื่อให้สามารถส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การที่ครูจะสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามเป้าหมายและขอบข่ายของแนวคิดหรือสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรได้นั้น มีความจำเป็นที่ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระใน



เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่บรรจุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ เช่น หลักสูตรแกนกลางหรือหลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครู และอื่น ๆ เพื่อที่ครูจะใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้ครูจะต้องพิจารณาว่าในปี การศึกษานั้น ๆ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ลักษณะหรือขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง และ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรว่าอะไรเป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ควรนำมาสอน (ชาติวี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 246-247) จากนั้นจึงจะสามารถออกแบบและ จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการหรือสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการ เรียนรู้และการปฏิบัติการสอน โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อ ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างเหมาะสมโดยเฉพาะการใช้แนว ทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่าง ชัดเจน

ดังนั้น ครูจึงควรมีความเข้าใจในมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละตัวที่ระบุอยู่ในเอกสารหลักสูตรให้ชัดเจนก่อนจึงจะสามารถนำไป ออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (กลุ่มพัฒนา กระบวนการเรียนรู้ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน, 2553, น. 9-10) อย่างไรก็ตามจากการที่มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่ (พ.ศ.2560) ได้ทำการบูรณาการแนวคิด เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าไปใน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ไม่ปรากฏมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการกำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรจะได้ เรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน ต่างจากในเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และ พุทธศักราช 2551 ที่มีการแยกสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน แต่ยังคงมีการ กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3) และในคู่มือการใช้ หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการระบุแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ครูควรส่งเสริมให้กับนักเรียนโดยอ้างอิงตามขอบข่ายของ American Association for the



Advancement of Science (AAAS) ไว้สำหรับให้ครูใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสถานศึกษาและชั้นเรียนแต่ไม่ได้มีการเชื่อมโยงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรอย่างชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6-10) การปรับเปลี่ยนนี้อาจจะส่งผลต่อความเข้าใจความเข้าใจของครูเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในเอกสารหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อการปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการออกแบบและการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ทั้งนี้ถึงแม้ว่าจะพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาจำนวนมาก อาทิ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ไพโซ แสงดารา, 2556; โรชวรรณนา เซฟโฆลาม, 2562; ขนิษฐา ปาโท, 2555; นพคุณ สุขสวัสดิ์, 2559; นพพัชร สว่างวาลเพ็ชร, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ อภิสัญญ์ สงสะเสน, 2560; พิเชษฐ สุริยะเพ็ญ, 2557; พิมพ์พิชญ บัญญู และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559; วิภาวี จินดานุรักษ์, 2561; สราวิรัตน์ สุขผ่องใส, 2558; อาดีละห์ แจ๊ะแม, 2559) งานวิจัยที่เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การพัฒนาและการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูก่อนประจำการและครูประจำการ (โรชวรรณนา เซฟโฆลาม และ ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์, 2564; ขวัญหญิง ทิพแก้ว และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555; ปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, 2562; วทันญญ วุฒิวรรณ และคนอื่นๆ, 2560; สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, 2559) แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาการปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการออกแบบและการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร โดยเฉพาะกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเคยได้รับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคาดหวังว่าครูกลุ่มนี้ควรมีความรู้และทักษะพื้นฐานเพียงพอในการวิเคราะห์และอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกรื้อถอนการในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ได้ และสามารถอธิบายแนวทางหรือวิธีการจัดการเรียนรู้รวมถึงสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แม้ว่าตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่จะไม่ได้มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน โดยผลการวิจัยนอกจากจะเป็นข้อมูลหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึง

ความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ยังอาจสะท้อนให้เห็นประสิทธิผลของการพัฒนาวิชาชีพครู รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรและคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สามารถบูรณาการและสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ รวมถึงใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิชาชีพครูให้มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาแนวคิดวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

### คำถามวิจัย

1. ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างไร

1.1 ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง อย่างไร

1.2 ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง อย่างไร

2. ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างไร

### ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ศึกษาความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับแนวคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาความเข้าใจครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับวิธีการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ศึกษาการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการจัดการ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

## ความสำคัญของงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อนำไปสู่การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ให้ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ได้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายหรือแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวทางในการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรและการปรับปรุงคู่มือการใช้หลักสูตรให้สามารถสะท้อนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3. ครูที่เข้าร่วมในการวิจัยได้ทราบถึงความเข้าใจและการปฏิบัติของตนเพื่อนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

## ขอบเขตของการวิจัย

### กลุ่มเป้าหมายในการศึกษา

ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเคยได้รับการพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ คือ การอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ คือ การระบุตัวชี้วัดที่บูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอธิบาย

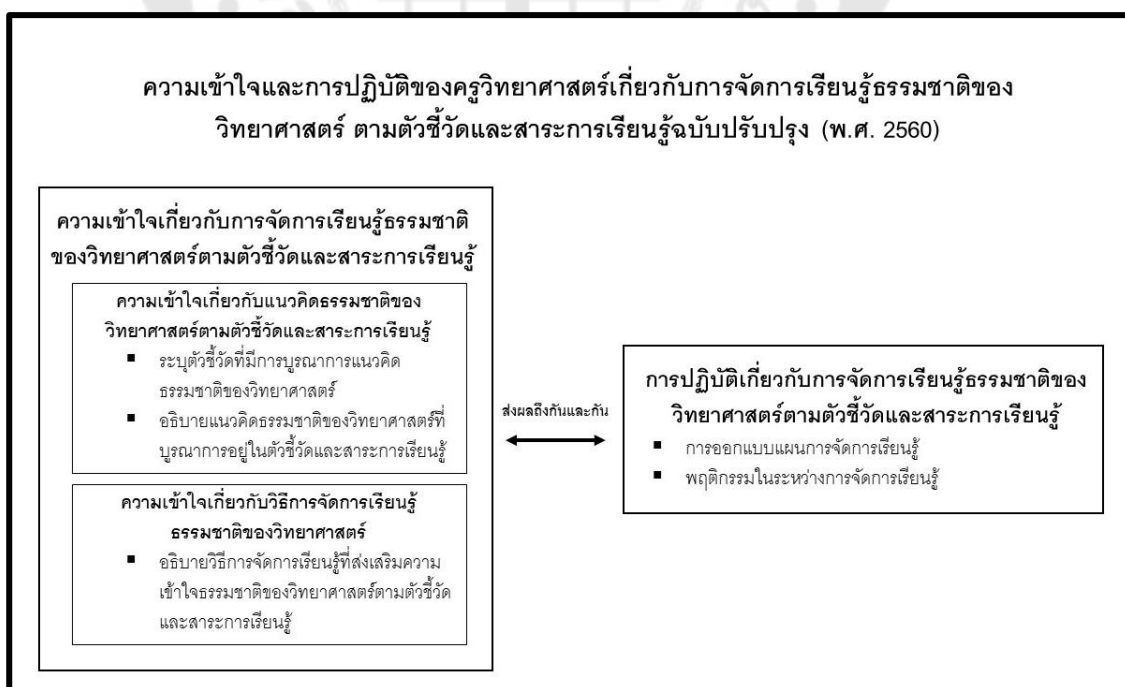
แนวคตินิยมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สะท้อนผ่านการพูดอธิบาย โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

1.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ คือ การอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สะท้อนผ่านการพูดอธิบาย โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

2. การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ คือ ความสามารถของครูในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูออกแบบ และสังเกตพฤติกรรมของครูในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบไร้โครงสร้างหลังการจัดการเรียนรู้

## กรอบแนวคิดการวิจัย

ความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรจะเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูโดยเฉพาะในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 246-247) ซึ่งความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์จะถูกสะท้อนผ่านความเข้าใจและความสามารถของครูในการอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ และความเข้าใจในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะสะท้อนผ่านการอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวอาจจะส่งผลถึงการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานอีกด้วย โดยกรอบแนวคิดในการวิจัยสรุปได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 1.2 ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 1.3 ขอบข่าย (Aspect) ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทวีปเอเชีย กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. การปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 4.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 4.2 ลักษณะของกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี



## ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่มีการผสมผสานแนวคิดระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นประวัติศาสตร์ สังคมศาสตร์ จิตวิทยาและปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ความหมายของวิทยาศาสตร์กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมของนักวิทยาศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม (McComas et al., 1998b, p. 4; Young, 2011, p. 9; นพคุณ สุขสวัสดิ์, 2559, น. 10; นัฐพงษ์ ฤทธิโชติ, 2559, น. 11) ลีเดอร์แมน และคณะ (Lederman, Wade, & Bell, 1998, p. 331) ยังได้กล่าวถึง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการกล่าวถึง ญาณวิทยา (Epistemology) และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ หรือค่านิยม/ข้อสรุปที่แฝงอยู่ในตัวของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความพยายามของมนุษย์ วิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งรวมไปถึงค่านิยม ความเชื่อ ญาณวิทยาหรือที่มา และการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kenyon, 2003, p. 7; Mumba, 2005, p. 15; Rensberger, 1986, as cited in Oothoudt, 2008, p. 6) จากความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ แนวคิดในเชิงประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงค่านิยมหรือข้อสรุปที่แฝงอยู่ในวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมของนักวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

### ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ศึกษาว่า หากนักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก็จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เข้าใจในวิทยาศาสตร์ตามความเป็นจริง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ตลอดจนช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนนั้นสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (McComas et al., 1998b, pp. 11-14) ยิ่งไปกว่านั้นการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ (McComas et al., 1998b, pp. 4-5; พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ,

2552, น. 164; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND), 2563) ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของ Programme for International Student Assessment (PISA) ในปี 2012 ได้เริ่มมีการกำหนดกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยกำหนดส่วนหนึ่งของคุณลักษณะบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต้องมีความเข้าใจในลักษณะของวิทยาศาสตร์ในแง่ของความรู้และการสืบเสาะหาความรู้ของมนุษย์และตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสภาพแวดล้อมทางวัตถุ สติปัญญาและวัฒนธรรม ในกรอบการประเมินนี้ได้มีการกำหนดขอบเขตของการประเมินด้านความรู้ของผู้เรียนโดยแบ่งเป็นด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of science) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Knowledge about science) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2013, p. 102) ต่อมาในกรอบการประเมินปี 2015 และปี 2018 ได้มีการปรับปรุงกรอบการประเมินให้ครอบคลุมองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือญาณวิทยา (Epistemic Knowledge) (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2017, p. 25; Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2019, p. 99) ซึ่งสภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council) ได้อธิบายเกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับญาณวิทยา (Epistemic knowledge) ไว้ในวารสาร A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas ของประเทศสหรัฐอเมริกาว่า ความรู้เกี่ยวกับญาณวิทยา (Epistemic knowledge) เป็นสิ่งที่ทำให้เห็นถึงแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Science Practice) ซึ่งแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (National Research Council (NRC), 2012, p. 79) สอดคล้องกับคำกล่าวของลีเดอร์แมน (Lederman, 2007, p. 833) ที่ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การที่กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ได้ผนวกการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกรอบการประเมินองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้เกี่ยวกับญาณวิทยาสะท้อนให้เห็นว่ามีความจำเป็นที่นักเรียนซึ่งจบการศึกษาภาคบังคับหรือระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรที่จะมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง (McComas et al., 1998b, pp. 4-5; กฤติยาณี เจริญลอย, 2557; พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ,



2552, น. 164; พิรุณ ไพรสนิท, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND), 2565; สุนันทา กองตาพันธ์, 2556)

จากความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นทำให้นานาชาติต่างให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยระบุไว้ในหลักสูตรการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ เช่น สมาคมครุวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ว่า ครุวิทยาศาสตร์จะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Association for Science Teacher Education (ASTE), 2020) ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของสหรัฐอเมริกาได้มีการแนะนำให้มีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงหรือบูรณาการแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น 8 ประการซึ่งระบุไว้ในเอกสาร APPENDIX H-Understanding the Scientific Enterprise: The Nature of Science in the Next Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013a, pp. 4-6) นอกจากนี้ในหลักสูตรการศึกษาในระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของประเทศนิวซีแลนด์ ก็ได้มีการระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งของจุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์อีกด้วย (Ministry of Education, 2015, p. 28)

### ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขอบข่าย (Aspect) ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นแนวคิดซึ่งครูและนักเรียนควรมีความเข้าใจได้ถูกเสนอแนะโดยนักการศึกษาที่ทำการวิจัยในด้านการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนและถูกกำหนดไว้ในเอกสารกรอบมาตรฐานการเรียนรู้และหลักสูตรวิทยาศาสตร์โดยองค์กรทางการศึกษาอย่างหลากหลาย โดยมีทั้งแนวคิดที่สอดคล้องและแตกต่างกันไป อาทิ

American Association for the Advancement of Science (AAAS) เป็นสมาคมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีการแปลและเรียบเรียงไว้ในเอกสารคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (สถาบันส่งเสริม

การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6-10) โดยขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทั้ง 3 ด้าน สามารถสรุปรายละเอียดได้ ดังนี้

### 1. โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview)

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของ มนุษย์ในการ ค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดในธรรมชาติทั้งบนโลกและนอกโลก นักวิทยาศาสตร์จึงมีมุมมอง เฉพาะตัวเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติซึ่งอาจแตกต่างจาก มุมมองของศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

1) เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ บนโลกได้: ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก หรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่างเป็นแบบรูป (Pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบ ผนวกกับการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ สามารถทำความเข้าใจได้และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่ง ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจและเข้าใจลึกซึ้งความจริงของปรากฏการณ์ นั้น ๆ ยิ่งขึ้น

2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้: แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะเป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการสังเกต การทดลอง การสร้าง แบบจำลองอย่างละเอียดรอบคอบและเป็นระบบ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสิ่ง ที่สนใจ แต่ระหว่างการทำงานก็มักเกิดคำถามขึ้นตลอดเวลาไม่มีสิ้นสุด ส่งผลให้มีการปรับปรุง หรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ และอาจได้หลักฐาน (Evidence) ใหม่ที่นำไปสู่การ สร้างคำอธิบายใหม่หรือองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนและเชื่อถือได้: แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะ ยอมรับเรื่องความไม่แน่นอนและความไม่มีที่สิ้นสุดของความรู้หรือคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ใน ธรรมชาติแต่ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาผ่านวิธีการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ซ้ำแล้วซ้ำ เล่าเป็นระยะเวลาหนึ่งจนมั่นใจในคำอธิบายนั้น รวมถึงมีการตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากสังคมของ นักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเชื่อถือได้จนกว่าการค้นพบความรู้ใหม่จะลบล้าง ความรู้เดิมได้ซึ่งอาจใช้ระยะเวลายาวนาน

4) ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน: มักมีแนวความเข้าใจ คลาดเคลื่อนว่า กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้วจึงมีความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎีซึ่งใน ความเป็นจริงแล้ว ทั้งกฎและทฤษฎีต่างก็เป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน

โดยกฎ (Law) คือ แบบรูปที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี (Theory) คือ คำอธิบายแบบรูปที่ปรากฏในธรรมชาตินั้น ๆ

5) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม: วิทยาศาสตร์เชื่อถือข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สิ่งต่าง ๆ ในโลกหลายสิ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

## 2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำงานเพื่อสืบเสาะหาคำอธิบายสิ่งที่น่าสนใจทั้งโดยส่วนตัวและร่วมกันของกลุ่มคนที่มีความสนใจเดียวกันซึ่งประกอบด้วยทำให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการค้นหาคำตอบที่สนใจผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ แต่มีอิสระและไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Evidence): การสร้างคำอธิบายหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จากการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลองหรือวิธีอื่น ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถทำซ้ำได้และมีความถูกต้อง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ในสังคมก็จะได้รับการยอมรับและเผยแพร่ให้คนทั่วไปในสังคมได้เรียนรู้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่การค้นหาจนกระทั่งเป็นที่ยอมรับของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ในสังคมอาจต้องใช้เวลา

2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity): การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกจะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผล (Logic) เพื่อเชื่อมโยงหลักฐานเชิงประจักษ์เข้ากับข้อมูลอื่น ๆ เช่น แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลหลักฐานทุติยภูมิ (Secondary Data Source) ที่ได้จากการสืบค้นเพื่อสร้างคำ อธิบาย และลงข้อสรุป หลายครั้งที่การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังต้องใช้จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์

3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์: นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน นอกจากวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์

ต่าง ๆ แล้ววิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการพยากรณ์ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง: ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญอย่างมากในการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์จะถามตัวเองก่อนเสมอว่ามีหลักฐานอะไรบ้างที่สนับสนุนแนวคิดนี้ การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้การตีความหมาย หรือการรายงานข้อมูล

5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น วิทยาศาสตร์เชื่อว่าบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนใดมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่: การงานสูงอย่างไร ก็ไม่มีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริง ไม่มีใครมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่น ๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์สามารถตรวจสอบได้และหากแนวคิดใหม่นั้นถูกต้องกว่าแนวคิดเดิมก็ย่อมได้รับการยอมรับแม้ว่าจะถูกค้นพบโดยผู้ไม่มีชื่อเสียงซึ่งอาจมาแทนที่ความรู้เดิมที่ค้นพบโดยคนมีชื่อเสียงก็ได้

### 3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมของมนุษยชาติซึ่งมีหลายมิติทั้งในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

1) วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน: วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งในระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ในสังคมมีผลต่อการสนับสนุนหรือขัดขวางกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องราวในประวัติศาสตร์ ความเชื่อตามหลักศาสนา วัฒนธรรม และค่านิยมของสังคมหรือสถานะทางสังคม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ การโคลนนิ่ง (Cloning) เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สนใจและเห็นว่ามีประโยชน์ แต่ในเชิงสังคมแล้ว เรื่องนี้ยังเป็นเรื่องที่มีข้อโต้แย้งอย่างกว้างขวาง และมีการยอมรับจากสังคมหลากหลายแตกต่างกันไป

2) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร: วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจึงมีความหลากหลายและแตกเป็นแขนงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ตามปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมายและเทคนิควิธีการที่ใช้ ซึ่งมีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ แต่แท้ที่จริงแล้วความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างแขนงต่าง ๆ โดยสิ้นเชิง ในทางกลับกันอาจต้องเชื่อมโยงระหว่างแขนงความรู้ เช่น การอธิบายเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืช

จะต้องใช้แขนงความรู้ในเรื่องพืชพลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน โมเลกุลและสารประกอบ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี นอกจากนี้ก็กิจการทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาคธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐบาล หรือ องค์กรอิสระ แต่อาจมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน

3) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ: นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือ ขัดค้นพบ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ การระวางอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หรือการนำผลการศึกษาไปใช้

4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง: ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมองความสนใจ ค่านิยม และความเชื่อส่วนตัว

5) วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้: ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลายคนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีซึ่งในที่สุดก็ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มักค์โคมัส และคณะ (McComas et al., 1998a, p. 513) ได้กล่าวถึง มุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งวิเคราะห์จากจุดประสงค์หรือมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งระบุอยู่ในเอกสารกรอบมาตรฐานการจัดการเรียนรู้และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ จำนวน 8 ฉบับ โดยผลการวิเคราะห์สามารถสรุปเป็นหัวข้อของแนวคิดที่สะท้อนมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในช่วงเวลาหนึ่งและมีลักษณะที่ไม่แน่นอน (Scientific knowledge while durable, has a tentative character)



2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้โดยพึ่งพาการสังเกต การทดลอง การโต้แย้ง และความสงสัยต่อความรู้หรือข้อกล่าวอ้าง เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ไม่ใช่ทั้งหมด (Scientific knowledge relies heavily, but not entirely, on observation, experimental evidence, rational arguments, and skepticism)
3. การศึกษาทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย (There is no one way to do science)
4. วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Science is an attempt to explain natural phenomena)
5. กฎและทฤษฎีมีบทบาทที่ต่างกันในทางวิทยาศาสตร์ (Laws and theories serve different roles in science)
6. ผู้คนจากทุกวัฒนธรรมมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ (People from all cultures contribute to science)
7. ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการรายงานอย่างชัดเจนและเปิดกว้าง (New knowledge must be reported clearly and openly)
8. นักวิทยาศาสตร์ต้องการการเก็บบันทึกที่ถูกต้องแม่นยำ การตรวจสอบโดยนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันและสามารถทำซ้ำได้ (Scientists require accurate record keeping, peer review and replicability)
9. ทฤษฎีที่แฝงอยู่ในใจของนักวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการทำการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ (Observations are theory-laden)
10. นักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ (Scientists are creative)
11. ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นทั้งการวิวัฒนาการและการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The history of science reveals both an evolutionary and revolutionary character)
12. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม (Science is part of social and cultural traditions)
13. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลถึงกัน (Science and technology impact each other)

14. ความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมทางสังคม และความเป็นมาที่ต่างกันของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน (Scientific ideas are affected by their social & historical milieu)

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ National Science Teaching Association (NSTA) (2000) ได้กล่าวถึง ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ แต่ไม่คงทน และวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ มีการตรวจสอบเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแนวคิดนั้นกับหลักฐานนั้นประกอบกัน

2. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีลำดับขั้นตอนตายตัว

3. ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. วิทยาศาสตร์คือการอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยอาศัยข้อค้นพบต่าง ๆ ที่ได้ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน กฎได้มาจากการสังเกตหรือสิ่งที่รับรู้ได้ในธรรมชาติตามความเป็นจริง กฎเป็นการระบุความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่สังเกตในธรรมชาติ แต่ทฤษฎีเป็นการให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทฤษฎีไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกฎได้ ถึงแม้จะมีหลักฐานมาสนับสนุนก็ตาม

6. ผลงานทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างจากคนทั่วโลก

7. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8. ประวัติของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงที่มาวิวัฒนาการและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีเก่าสามารถถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถอธิบายได้และการตีความได้ชัดเจนและน่าเชื่อถือ

9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลถึงกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้มนุษย์เข้าใจธรรมชาติและผลักดันให้นำความรู้ไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยี

ลีเดอร์แมน และคณะ (Lederman, Abd-El-Khalick, & Schwartz, 2002, pp. 499-502) ได้อธิบายเกี่ยวกับขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 8 ประเด็น ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ (The Empirical Nature of Scientific Knowledge) : หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกตร่วมกับการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และมีการลงข้อสรุป พิสูจน์ตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พบเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ของโลก

2. การสังเกตและการลงความคิดเห็นในทางวิทยาศาสตร์ (Observation, Inference, and Theoretical Entities in Science) : การสังเกตเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ส่วนการลงความคิดเห็นเป็นการให้ความหมาย ตีความจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยการลงความคิดเห็นจะได้รับอิทธิพลจากความเชื่อหรือแนวคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งจะต้องพิจารณาจากมุมมองของแต่ละบุคคลร่วมกันเพื่อการแปลความหมายข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theories and Laws) : กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน โดยที่กฎเป็นการบรรยายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้ ส่วนทฤษฎีเป็นการอธิบายหลักการหรือข้อเท็จจริงที่ได้ข้อสรุปมาจากการค้นคว้าทดลอง เพื่อให้ทำนายปรากฏการณ์

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge) : นอกจากวิทยาศาสตร์จะต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ การสังเกตและการลงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ แล้ว วิทยาศาสตร์ยังต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ร่วมด้วย เพื่อใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือสร้างทฤษฎีขึ้นมา

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีที่แฝงอยู่ในใจของนักวิทยาศาสตร์ (The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge) : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกขับเคลื่อนด้วยกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการยอมรับในเวลานั้น ๆ ซึ่งการตั้งคำถาม วิธีการค้นหาคำตอบ รวมไปถึงการตีความหมายข้อมูล มักจะได้รับอิทธิพลมาจากค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล ประสบการณ์เดิม รวมไปถึงกฎและทฤษฎีที่แฝงอยู่ในใจของนักวิทยาศาสตร์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge): วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมที่นักวิทยาศาสตร์นั้นอาศัยอยู่

7. วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Myth of The Scientific Method) : วิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีและไม่ได้มีขั้นตอนตายตัว

8. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่คงทน (The Tentative Nature of Scientific Knowledge) : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงสัมบูรณ์ (Absolute truth) นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทราบได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้ใหม่มาหักล้างความรู้เดิม โดยความรู้ใหม่นั้นต้องสามารถอธิบายได้ครอบคลุมมากกว่า หรือมีข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เพียงพอที่จะสนับสนุนความรู้ใหม่นั้น ๆ โดยต้องมีการตรวจสอบด้วยหลักการและเหตุผลอย่างชัดเจน

นอกจากนี้ในมาตรฐานฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของสหรัฐอเมริกา หรือ Next Generation Science Standard (NGSS Lead States, 2013a, p. 4) ได้มีการแนะนำการเชื่อมโยงหรือบูรณาการการสอนแนวคิดและแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยได้มีการระบุความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น 8 ประการไว้ในเอกสาร APPENDIX H-Understanding the Scientific Enterprise: The Nature of Science in the Next Generation Science Standards ดังนี้

1. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Scientific Investigations Use a Variety of Methods)

2. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในสนับสนุนองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ (Scientific Knowledge is Based on Empirical Evidence)

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเปิดกว้างเพื่อรองรับการแก้ไขจากการค้นพบหลักฐานใหม่ โดยหลักฐานหรือข้อมูลใหม่นั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ครอบคลุม ชัดเจนกว่าหลักฐานหรือข้อมูลเดิม (Scientific Knowledge is Open to Revision in Light of New Evidence)

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กฎ กติกา และทฤษฎีต่าง ๆ ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Scientific Models, Laws, Mechanisms, and Theories Explain Natural Phenomena)

5. วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงถือเป็นหนทางสู่การเรียนรู้หรือวิธีที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ (Science is a Way of Knowing)

6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนและความสอดคล้องกันในระบบธรรมชาติ (Scientific Knowledge Assumes an Order and Consistency in Natural Systems)

7. วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามของมนุษย์ ที่จะแสวงหาความรู้และสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Science is a Human Endeavor)

8. วิทยาศาสตร์ตอบคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติและโลกแห่งวัตถุ (โลกที่รับรู้ได้ทางประสาทสัมผัส) (Science Addresses Questions About the Natural and Material World)

สำหรับประเทศไทยนักการศึกษาของไทยได้มีการนำขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในคู่มือการอบรมดังกล่าวได้มีการแนะนำขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้น และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันซึ่งอ้างอิงตามแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดยลีเดอร์แมน และคณะ ร่วมกับแนวคิดที่เสนอโดยมักค์โคมัส (สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2555, น. 5-8) ได้แก่

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์หรืออย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

3. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใด ๆ แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสำคัญในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด (Thought experiment)

5. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการลงข้อสรุปจะแตกต่างกัน โดยการสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการลงข้อสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากมายอาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต

6. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์

7. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ และความรู้สึกนึกคิดของคน เช่น ศีลธรรม ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความและมุมมองหรือแนวคิดที่หลากหลาย อคติและความลำเอียง การปิดบังหรือไม่ยอมรับข้อมูลหรือผลการทดลอง ดังนั้นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น การตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน การนำเสนอผลงาน การประชุมหรือการตีพิมพ์ในวารสาร

8. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมซึ่งจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

ทั้งนี้จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษา สามารถสรุปแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษา

แนวคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	AAAS (1993)	McComas (1998)	NSTA (2000)	Lederman (2002)	NGSS (2013)	สถาบัน วิทยาศาสตร์ (2555)
เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้	✓	-	-	-	-	-
แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้	✓	-	✓	✓	✓	✓
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และเชื่อถือได้	✓	✓	-	-	-	-
ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน	✓	✓	✓	✓	-	✓
วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม	✓	-	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Evidence)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity)	✓	-	✓	✓	✓	✓
วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์	✓	✓	✓	-	✓	-
วิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย	✓	✓	✓	✓	✓	✓
นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความเสี่ยง	✓	✓	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น	✓	-	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิทยาศาสตร์มีประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการ การพัฒนา และการปฏิวัติ	-	✓	✓	-	-	-
วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร	✓	-	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ	✓	✓	✓	-	-	✓
นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง	✓	-	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้	✓	✓	✓	-	✓	-

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่า แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS นั้นครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกนำเสนอโดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษาอื่น ๆ มากที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาความเข้าใจและแนวปฏิบัติของครูในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบเขตของแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยอ้างอิงขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามของ AAAS ซึ่งมีความ ครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษาอื่น ๆ ตามที่มีการระบุอยู่ในคู่มือการใช้หลักสูตรดังกล่าว โดยแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ สังเคราะห์ได้จากเอกสารคู่มือการใช้หลักสูตรเป็นดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS ที่สังเคราะห์จากคู่มือการใช้ หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามขอบข่ายของ AAAS	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบ วิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview)	เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้
	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้
	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และเชื่อถือได้
	ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน
ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)	วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม
	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Evidence)
	วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
	วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์
	นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง
ด้านที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)	วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น
	วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
	วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร
	วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ
	นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคน หนึ่ง
	วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้

## ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

นอกจากนี้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยก็ได้มีการกำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ไว้ในเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และพุทธศักราช 2551 อย่างชัดเจน โดยในบทนำของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้ระบุถึงธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การสังเกต สัมผัส ตรวจสอบ ศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุน หรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิด ในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะประสบการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษยชาติ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม” (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, น. 1-2) อีกทั้งยังได้มีการกำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสาระที่ 8 ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทั้งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และ พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไว้ว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, น. 11; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 130)



ต่อมาภายหลังได้มีการปรับปรุงมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในปีพุทธศักราช 2560 ทำให้ มีการปรับสาระการเรียนรู้เหลือเพียง 4 สาระ และปรับให้มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไป ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ จึงไม่มีสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรากฏอยู่อย่างชัดเจนในเอกสารหลักสูตรแต่ยังคงมีการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิทยาศาสตร์ รวมถึงเพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยในคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูควรส่งเสริมให้กับนักเรียนโดย อ้างอิงตามขอบข่ายของ AAAS ไว้สำหรับให้ครูใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรและการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสถานศึกษาและชั้นเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6-10)

จากการที่แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกบูรณาการเข้าไปในตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลาง ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในการศึกษาความเข้าใจและแนวปฏิบัติของ ครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ว่าแนวคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในเอกสารหลักสูตรฉบับนี้ประกอบไปด้วยแนวคิดใดบ้าง ภายใต้ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ที่คู่มือการใช้หลักสูตรได้อ้างอิงถึง และ จำนวนของตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นเป็นอย่างไรเพื่อนำ มาใช้ในการกำหนดขอบเขตของการวิจัย แต่เนื่องจากยังไม่พบว่ามีกรอบการวิเคราะห์ที่สามารถ นำมาใช้ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารอบการวิเคราะห์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรและทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในสาระที่ 1-3 ที่ เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกรอบการวิเคราะห์นี้ได้ ถูกพัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงขอบข่ายของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993) ร่วมกับการอ้างอิงคำสำคัญ

(Keyword) ที่ปรากฏในตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของอเมริกา (NGSS Lead States, 2013b) ที่มีการแนะนำการเชื่อมโยงกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น 8 ประการในเอกสาร APPENDIX H- Understanding the Scientific Enterprise: The Nature of Science in the Next Generation Science Standards โดยมีตัวอย่างของข้อความสำคัญตามขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และคำสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัดของหลักสูตรดั่งตาราง 3

ตาราง 3 ตัวอย่างกรอบการวิเคราะห์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ข้อความสำคัญตามขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS	คำสำคัญ (Keyword) ในตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview)		
เรา สามารถ ทำ ความ เข้าใจ สิ่ง ต่าง ๆ บน โลก ได้	ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ โดยสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกเกิดขึ้นอย่างมีแบบแผน และสามารถเข้าใจได้	อธิบายแนวคิด อธิบายปรากฏการณ์
	วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการในการพยายามเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	ทำความเข้าใจปรากฏการณ์
	ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจและเข้าใจใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้นๆ ยิ่งขึ้น	ใช้แหล่งข้อมูลที่ถูกต้อง/เชื่อถือได้ อธิบาย ปรากฏการณ์ จาก แหล่งข้อมูลที่ถูกต้อง/เชื่อถือได้

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกบูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระที่ 1-3 ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ในภาพรวมของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพบการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ด้าน ตามขอบข่ายของ AAAS โดยด้านที่พบว่าการบูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดจำนวนมากที่สุด คือ ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังพบอีกว่า มีตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติ



ของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 110 ตัวชี้วัด จากตัวชี้วัดทั้งหมด 147 ตัว ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุดคือ 39  
 ตัวชี้วัด จากตัวชี้วัดทั้งหมด 50 ตัวชี้วัด คิดเป็นร้อยละ 78.00 โดยมีรายละเอียดของจำนวนตัวชี้วัดและ  
 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Pinkheaw,  
 Promkatkeaw, & Khumwong, 2022, pp. 86-87) ดังตาราง 4

ตาราง 4 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบบูรณาการอยู่ในตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบ		จำนวนตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์			รวม
		ม. 1	ม. 2	ม. 3	
ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบ วิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview)	เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลก ได้	16	13	18	47
	ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน	2	3	6	11
ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	9	12	14	35
	วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่าง ตรรกศาสตร์ จินตนาการ และการคิด สร้างสรรค์	5	14	11	30
	วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์	3	9	7	19
ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)	วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วน เทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้	6	4	4	14

ที่มา: Pinkheaw, T., Promkatkeaw, T., & Khumwong, P. (2022). The Nature of Science in  
 New Science Learning Indicators of Thai Basic Education Core Curriculum:  
 Documentary Research. Srinakharinwirot science journal. 38(1): 87

จากตารางผลการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ทราบว่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีร้อยละของตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และยังพบอีกว่าเมื่อนำตัวชี้วัดในระดับชั้นนี้มาจัดกลุ่มเพื่อจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้โดยอ้างอิงตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1-2 ของ สสวท. จะพบว่า มีหน่วยการเรียนรู้ที่มีตัวชี้วัดซึ่งบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ครบทั้ง 3 ด้าน ตามขอบข่ายของ AAAS จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) พันธุศาสตร์ 2) คลื่นและแสง 3) ปฏิกริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน และ 4) ระบบสุริยะของเรา

จากผลการศึกษาระบุว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในตัวชี้วัดของหลักสูตรดังกล่าวจึงทำให้การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นระดับชั้นที่มีร้อยละของตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเป็นระดับชั้นที่มีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีเพียงพอก่อนที่จะจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

## ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1970 - 1990 ต่างก็พบว่า ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (Lederman, 2006, pp. 841-842) และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับพฤติกรรมการสอนของครูอาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรง รวมไปถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับนักเรียนก็อาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอีกด้วย (Lederman, 2006, pp. 852-853) ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการที่แม้ว่าครูมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์บางประเด็นเป็นอย่างดีแต่ก็ไม่ได้นำแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (ขวัญหญิง ทิพแก้ว และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555, น. 82; สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, 2559, น. 3) สะท้อนให้เห็นว่า การที่ครูมีเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการที่ครูจะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น คำถามต่อมาก็คือ อะไรเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 234)

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: PCK for teaching NOS) ว่าเป็นสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องมีเพื่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hanuscin et al., 2010) โดยความรู้ดังกล่าวเกิดจากการบูรณาการระหว่างความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) และความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอน (Pedagogy) เข้าด้วยกัน (Shulman, 1986) ทั้งนี้ชาติรี ฝ่ายคำตา (2555) กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้และแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันและต้องอาศัยการบูรณาการร่วมกัน เพื่อให้สามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Knowledge of Science Curriculum related to the Nature of Science) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 243) โดยครูควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่บรรจุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ เช่น หลักสูตรแกนกลางหรือหลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครู และอื่น ๆ เพื่อที่ครูจะใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้ครูจะต้องพิจารณาว่าในปีการศึกษานั้น ๆ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ลักษณะหรือข้อบ่งชี้ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรว่าจะอะไรเป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ควรนำมาสอน (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 246-247) ดังนั้น การที่ครูจะจัดการเรียนรู้ให้สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้นั้น จึงจำเป็นที่ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในหลักสูตรซึ่งประกอบไปด้วยความเข้าใจในมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะถูกสะท้อนผ่านความเข้าใจและความสามารถของครูในการระบุตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

นอกจากนี้การที่ครูจะสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน (Knowledge of Teaching Strategies) ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนสำหรับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ และความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่เฉพาะเจาะจง (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 249) เพื่อใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการหรือสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอน สิ่งเหล่านี้จะถูกสะท้อนผ่านการอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวก็อาจจะส่งผลถึงการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกสะท้อนผ่านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน อีกด้วย

ทั้งนี้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า รูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น

1) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมที่บ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดในการพัฒนาความเข้าใจหรือแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรม และเกมต่างๆ ที่ได้ออกแบบมาเพื่อสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญอย่างชัดเจน พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและสะท้อนแนวคิด มุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของตนเองออกมา และในระหว่างที่ทำการจัดการเรียนรู้ครูก็มีการบ่งชี้แนวคิดหรือประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ๆ หรือในบางครั้งการจัดกิจกรรมเหล่านี้อาจไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถนำไปปรับใช้กับนักเรียนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาหรือใช้ในหลักสูตรฝึกหัดครูในมหาวิทยาลัยตลอดจนการอบรมพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาดูเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมที่บ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ประเด็นที่ศึกษา เนื่องจากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและมีโอกาสในการสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้และในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ (นพคุณ สุขสวัสดิ์, 2559; นพพัชร สัจจาลเพ็ชร และคนอื่นๆ, 2560; พิมพ์พิริชญ ปัญญู และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2559; สรารัตน์ สุขผ่องใส, 2558)

2) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้และการฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์พร้อมบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมหรือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือเข้าร่วมกิจกรรมที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมคิดและปฏิบัติ ตลอดจนทำกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความเข้าใจต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็นที่สำคัญภายหลังจากที่ได้ทำกิจกรรม โดยครูอาจให้นักเรียนเขียนอนุทินเพื่อสะท้อนแนวคิดหรือครุณำนักเรียนอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 40-41) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้และการฝึก

ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกระดับที่ทำการวิจัย และภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้และการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง อีกทั้งครูก็มีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่มีการทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และการฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ด้วย (วิภาวี จินดานุรักษ์, 2561; อาดีละห์ แจ๊ะแม, 2559)

3) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เรื่องราวประเด็นข้อถกเถียงและประวัติของวิทยาศาสตร์เพื่อบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องราวหรือประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เป็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ เช่น การใช้เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ประเด็นข้อถกเถียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์หรือประวัติของนักวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้กลวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เช่น การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และระดมความคิดในการอภิปรายภายใต้หัวข้อที่กำหนด การใช้แบบสอบถาม การสำรวจตรวจสอบสื่อที่เป็นภาพ การเล่นบทบาทสมมติ และการสาธิต การอ่านฟัง การชม และการเขียนเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 52) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เรื่องราวประวัติของวิทยาศาสตร์เพื่อบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เรื่องราวประวัติของวิทยาศาสตร์เพื่อบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นโดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมของนักวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้ทำการทดลองปฏิบัติเสมือนนักวิทยาศาสตร์ และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับประเด็นหรือคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ๆ อีกด้วย (โรชวรรณา เซฟโฆลาม, 2562)

4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) พร้อมทั้งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: เป็นการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเพื่อ



ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของนักเรียน ดังนั้น นักเรียนจะให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการช่วยแก้ปัญหาสังคมที่เกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ ซึ่งสิ่งนี้จะสามารถนำไปสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของประเทศในอนาคต การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องให้นักเรียนตระหนักถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยเน้นทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและทักษะในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ (เกียรติศักดิ์ ชินวงศ์, 2545, น. 15) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีการผนวกกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ร่วมกับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้น จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) เพื่อบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ มากขึ้น เนื่องจากการเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม และครูมีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ (ไพไซ แสงดารา, 2556; ขนิษฐา ปาโท, 2555; พิเชษฐ สุริยะเพ็ญ, 2557)

ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษาความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ปรับปรุงใหม่ใน 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การศึกษาจากความเข้าใจของครูเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่ ประกอบด้วยการศึกษาความสามารถของครูในการระบุตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งสะท้อนผ่านการพูดอธิบายโดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และ 2) การศึกษาความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะท้อนผ่านการพูดอธิบายโดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรนี้จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนให้เห็นว่าครูมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความรู้



เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของการระบุและอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เป็นอย่างไร และในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่เป็นอย่างไร และมีความสอดคล้องกับรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนต่าง ๆ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

### **การปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติของครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และได้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

#### **แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**

จากเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าโดยทั่วไปแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ (Akerson & Abd-El-Khalick, 2003) ได้แก่

- 1) การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนบางแง่มุมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Missed opportunities to teach some aspects of NOS): เนื่องจากครูไม่สามารถรับรู้ได้ว่ากิจกรรมหรือสถานการณ์ในการเรียนการสอนนั้นสามารถสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางแง่มุมได้ เช่น ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองวิทยาศาสตร์โดยทุกกลุ่มใช้วิธีการทดลองแบบเดียวกัน แล้วพบว่าบางกลุ่มได้ผลการทดลองที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น ๆ หรือนักเรียนแต่ละกลุ่มลงข้อสรุปได้แตกต่างกันจากข้อมูลชุดเดียวกัน โดยที่ครูไม่ได้มองเห็นโอกาสในการให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายและเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลองที่คลาดเคลื่อนหรือจากการลงข้อสรุปที่แตกต่างกัน ครูจึงให้นักเรียนมองข้ามผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนโดยให้เหตุผลว่าอาจเป็นเพราะนักเรียนทำการทดลองผิดพลาดเอง และครูบอกข้อสรุปที่นักเรียนทุกกลุ่มควรได้จากทำการทดลองโดยไม่สนใจข้อสรุปอื่น ๆ ของนักเรียนกลุ่มอื่นที่ได้ข้อสรุปที่ไม่ตรงกับข้อสรุปที่ควรจะเป็นที่ได้จากการทดลอง

2) การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Implicitly addressing some aspects of NOS): เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดกิจกรรมหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องหรือแฝงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางประการเอาไว้ แต่ไม่มีการบ่งชี้หรือสะท้อนแนวคิดเหล่านั้นออกมา โดยครูมีมุมมองว่า เมื่อได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เช่น การสอนโดยการสำรวจ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและซึมซับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จึงไม่จำเป็นที่ครูจะต้องเน้นย้ำแนวคิดเหล่านั้น ดังนั้นครูจึงไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนพิจารณาหรือสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านเหล่านั้นออกมาอย่างชัดเจน จึงทำให้นักการศึกษาหลายท่านมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถช่วยส่งเสริมหรือพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้นอกจากนี้ในงานวิจัยของคริสเฟอร์ และ อับดุล เอล คาลิก (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002) ที่ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิด สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดี ในขณะที่การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่เน้นกระบวนการและการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมโดยคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถเข้าใจและซึมซับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการหรือกิจกรรมนั้น ๆ ส่งผลน้อยมากหรืออาจไม่ส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เลย ดังนั้นงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนหรือ

บ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แทนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่พบงานวิจัยในช่วงหลังที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 27-28)

3) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Explicitly addressing some aspects of NOS): เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางด้านอย่างชัดเจน เช่น การสอนให้นักเรียนแยกแยะความแตกต่างระหว่างการสังเกต (Observation) กับการลงความคิดเห็น (Inference) โดยครูมีมุมมองว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไปแล้ว นักเรียนอาจยังไม่สามารถระบุหรือเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในกิจกรรมเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีการจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมได้ระบุหรือร่วมอภิปรายเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดหรือประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้น อีกทั้งครูยังต้องตระหนักอีกว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะหรือมุมมองที่มีต่อตัวของวิทยาศาสตร์ (Learning about Science) ซึ่งจะแตกต่างไปจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Learning of Science) ที่เน้นการพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างบ่งชี้และเจาะจงโดยอาจใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อพัฒนาแนวคิดเหล่านั้น โดยเฉพาะ ทั้งนี้งานวิจัยจำนวนมากพบว่า การสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบแฝงหรือไม่บ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 29)

### **ลักษณะของกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี**

ปัจจุบันกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงได้มีการวิจัยจนได้รับการยอมรับและถูกส่งเสริมให้นำมาใช้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทยด้วย (นพคุณ สุขสวัสดิ์, 2559; นพภัทร สังวาลเพชร และคนอื่นๆ, 2560; พิมพีพิริญ ปัญญู และ ชาตรี ฝ้ายคำตา, 2559; สรารัตน์ สุขผ่องไธ, 2558) ซึ่งในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น สสวท. ได้เสนอว่าข้อควรคำนึงถึงอย่างน้อย 4 ประการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 29-36) ดังนี้

1) การกำหนดและระบุเป้าหมายและจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน : ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนควรมีการกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจนและแทรกอยู่ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของทุกระดับชั้น (Lederman, 1999) โดยครูควรตระหนักว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรมีนั้นแตกต่างจากแนวคิดหรือความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งทางความคิดและการปฏิบัติ เช่น นักเรียนที่รู้ว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไปเมื่อเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ก็จะประเมินทฤษฎีที่เรียนโดยใช้ความคิดเชิงวิพากษ์

2) การจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ : ครูไม่ควรจะคิดว่าความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลพลอยได้ที่จะเกิดขึ้นได้เองเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการยากที่นักเรียนจะสามารถรับรู้และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้หรือการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงจำเป็นที่จะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ร่วมสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูควรให้น้ำหนักกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากันกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และควรตระหนักว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นบริบทของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998; Lederman et al., 1998)

3) แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง : หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมุ่งเน้นให้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Learning) และมุ่งส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยต่างก็มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน (Cleminson, 1990; Meichtry, 1992) ดังนั้นจึงสามารถสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทในการช่วยให้นักเรียนแสดงแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองออกมา และช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือคลุมเครือไปสู่แนวคิดที่เหมาะสม

4) ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากครูจะใช้กระบวนการเรียนรู้แบบต่าง ๆ แล้ว ครูควร

คำนึงถึงปัจจัยบางประการที่แฝงอยู่ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเข้าใจของนักเรียนต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น หนังสือเรียนและสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในหลักสูตรอาจใช้ภาษาที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงควรเลือกหนังสือเรียนและสื่อที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม การสื่อสารมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูจะส่งผลกระทบต่อแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนครูจึงควรระมัดระวังในการสื่อสารมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียน

นอกจากนี้ครูควรตระหนักว่าผลการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นผลของการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและสามารถจัดการเรียนรู้ได้ในบริบทของการสอนเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ ไมเคิล คลัฟ (Clough, 1997, p. 200) ได้เสนอข้อควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สำคัญซึ่งเป็นที่ที่ครูควรทำ โดยสามารถจัดได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการจัดเตรียมสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้: มีการประเมินหนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ว่ามีการนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมหรือไม่ รวมไปถึงมีการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้และกิจกรรมให้มีการนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม

2) ด้านกระบวนการและพฤติกรรมของครูระหว่างจัดการเรียนรู้: ครูแสดงพฤติกรรม กลวิธี และภาษาที่เป็นแบบอย่างในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม มีการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งที่มีอยู่หรือแฝงอยู่ในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เช่น ยกตัวอย่างประวัติทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เห็นภาพที่เหมาะสมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์แล้วสะท้อนกระบวนการและประเด็นที่แสดงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมา

3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้: ครูมีการตรวจสอบและเลือกใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีการประเมินพฤติกรรมการแสดงออกของชั้นเรียน (Classroom Performance) เกี่ยวกับการนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม รวมไปถึงการใช้วิธีการประเมินผลระหว่างเรียนอย่างหลากหลายเพื่อติดตามพัฒนาการของแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง



จากแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ  
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี  
เหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นกรอบแนวทางในการวิเคราะห์การปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงใหม่ ซึ่งในการวิจัยจะทำการศึกษาการปฏิบัติของครูใน 2 ส่วนได้แก่  
1) การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร  
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูออกแบบโดยใช้  
กรอบการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์และลักษณะของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี และ  
2) พฤติกรรมของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตและบันทึก  
พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแบบบันทึกภาคสนาม (Filed Note) ร่วมกับการสัมภาษณ์หลังการ  
จัดการเรียนรู้ด้วยการสัมภาษณ์แบบไร้โครงสร้าง จากนั้นพฤติกรรมที่สังเกตได้มาวิเคราะห์ตามกรอบแนว  
การวิเคราะห์ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่ (1) การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนบาง  
แง่มุมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (2) การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับ  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ (3) การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนหรือบ่งชี้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์



### บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานครเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ รายละเอียดของการดำเนินการวิจัยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัย
  - 4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล
  - 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การดำเนินการเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลการวิจัย
6. จริยธรรมการวิจัย

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงกรณีศึกษา (Case Study Research Method) ซึ่งเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ความจริงเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับกรณีหรือระบบใด ๆ ที่มีขอบเขตเฉพาะเจาะจง ณ ช่วงเวลานั้น ๆ เน้นทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดเจาะลึก (In-depth Study) และเป็นองค์รวม (Holistic) โดยผู้วิจัยจะต้องเข้าไปศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในสภาพแวดล้อมจริงมิได้มีการควบคุมตัวแปรใด ๆ และนำความรู้ความจริงที่ได้มาวิเคราะห์และตีความหมาย เพื่อให้ได้คำตอบที่ครอบคลุมในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ อันนำไปสู่การค้นหาแนวทางพัฒนาและแก้ไขปัญหาคือไป (บุษกร เชี่ยวจินดา กานต์, 2561, น. 105) ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก (In-depth Data) ที่สะท้อนสภาพจริงเกี่ยวกับความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ของครูวิทยาศาสตร์กลุ่มที่เป็นกรณีศึกษา การวิจัยในครั้งนี้จึงรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) การศึกษาจากเอกสารแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และการสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบไร้โครงสร้างหลังการจัดการเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การตอบคำถามวิจัยที่ได้ตั้งไว้อย่างสมบูรณ์ที่สุด

ขอบเขตของกรณีศึกษาในครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีพื้นฐานความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้หรือการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร และเป็นครูที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เนื่องจากครูที่มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับขอบข่ายและแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรมีศักยภาพหรือความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอในการวิเคราะห์และอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกรบกวนการในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ได้ และสามารถอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้ รวมถึงสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางได้แม้ว่าตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่จะไม่ได้มีการบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

## กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 คน ซึ่งเคยได้รับการพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามคุณสมบัติหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดการเลือกกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้

1. ทำการคัดเลือกครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานครที่จะเข้าร่วมเป็นกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 4 คน ตามคุณสมบัติ ดังนี้

1) เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สาระที่ 1 – 3) วิทยานิพนธ์พื้นฐาน และมีพื้นฐานความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้หรือการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ยินดีให้ความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์ ให้แผนการจัดการเรียนรู้ และให้ผู้วิจัยเข้าสังเกตการจัดการเรียนรู้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย

2. เมื่อได้ครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดที่จะเข้าร่วมเป็นกลุ่มที่ศึกษาของงานวิจัยจากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จากนั้นผู้วิจัยทำหนังสือถึงโรงเรียนที่ครูกลุ่มที่ศึกษาสังกัดอยู่เพื่อขออนุญาตโรงเรียนและขอความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยของครูและนักเรียนในห้องเรียนของครูที่เข้าร่วมวิจัย

3. เลือกตัวอย่างของห้องเรียนที่ใช้ในการสังเกตการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 ห้องเรียน โดยศึกษาจากตารางสอนของครูกลุ่มที่ศึกษาเพื่อพิจารณาเวลาเรียนของแต่ละห้องเรียนของครูแต่ละคน ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 ครั้งต่อครูกลุ่มที่ศึกษา 1 คน โดยเลือกคาบเรียนที่เวลาเรียนไม่ตรงกันกับครูที่เข้าร่วมวิจัยท่านอื่น ๆ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน โดยได้ห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ที่ครูแต่ละท่านเป็นผู้รับผิดชอบ ในกรณีที่มีความจำเป็นซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถเข้าสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้โดยตรงหรือครูไม่สามารถจัดการเรียนรู้แบบ Onsite ผู้วิจัยอาจขอสังเกตการสอนผ่านระบบออนไลน์หรือขอให้ครูผู้สอนบันทึกวีดิทัศน์การสอนและส่งไฟล์ให้กับผู้วิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย 3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครุวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ กรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ และแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

### 1. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครุวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

1) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและขอบเขตของความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง จากนั้นกำหนดจุดประสงค์และประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์

2) ศึกษาลักษณะของแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับองค์ประกอบ ลักษณะของข้อคำถามที่เหมาะสม จากนั้นร่างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์ โดยลักษณะของแบบสัมภาษณ์เป็นคำถามปลายเปิดและมีประเด็นในการสัมภาษณ์ 2 ประเด็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ของแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างความเข้าใจของครุวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย
ข้อมูลส่วนบุคคลของ ครุวิทยาศาสตร์	การศึกษา (ระดับการศึกษา/คณะ/สาขาวิชาอะไร)
	ประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (สอนมากี่ปี, สอนในระดับชั้นไหนมาบ้าง)
	หน้าที่รับผิดชอบในปัจจุบัน (รายวิชาที่สอน, จำนวนชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์)
	ประสบการณ์ในการเรียนรู้หรืออบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย
ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง	ความเข้าใจต่อความหมาย ความสำคัญ และแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ใน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ การอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

3) เมื่อร่างข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์แล้ว จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา  
ปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและครอบคลุมของข้อคำถามกับจุดประสงค์หรือประเด็นที่  
ต้องการจะสัมภาษณ์ และความถูกต้องและเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม

4) นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทไปให้  
ผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องและครอบคลุมกับ  
ประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์ หรือ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตลอดจนความถูก  
ต้องและเหมาะสมของข้อความและภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินเป็นรายชื่อ  
โดยการพิจารณาความสอดคล้องของข้อความในแบบสัมภาษณ์กับประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์มีค่าการ  
ประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์

-1 หมายถึง ข้อความไม่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์

ข้อความในการสัมภาษณ์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน  
สายยศ, 2543, น. 249) แสดงว่า ข้อความนั้นมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์ จากนั้น  
ปรับปรุงข้อความตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและเรียบเรียงให้เรียบร้อย

5) นำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้ (Try out) กับครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา  
เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์

6) ปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอต่อที่ปรึกษาปริญญาโท

## 2. กรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

1) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและขอบเขตของแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และกำหนดจุดประสงค์และประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

2) ศึกษาลักษณะของกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับองค์ประกอบของกรอบการวิเคราะห์ จากนั้นร่างกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ โดยลักษณะของกรอบการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ตอนที่ 2 แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และตอนที่ 3 สรุปลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

3) เมื่อร่างแบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและครอบคลุมของจุดประสงค์กับประเด็นที่ต้องการจะวิเคราะห์ในแผนการจัดการเรียนรู้ และความถูกต้องและเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในกรอบการวิเคราะห์

4) นำกรอบการวิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์กับทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์ หรือ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตลอดจนความถูกต้องและเหมาะสมของข้อความ ครอบคลุมในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการพิจารณาความสอดคล้องประเด็นที่วิเคราะห์ในกรอบการวิเคราะห์กับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ มีค่าการประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง ประเด็นที่วิเคราะห์สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นที่วิเคราะห์สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

-1 หมายถึง ประเด็นที่วิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

ประเด็นที่วิเคราะห์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ลิวน สายยศ, 2543, น. 249) แสดงว่า ประเด็นที่วิเคราะห์นั้นมีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

5) นำกรอบการวิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่



ต้องการวิเคราะห์กับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ หรือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความถูกต้องและเหมาะสมของข้อความ ความครอบคลุมในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ โดยการพิจารณาความสอดคล้องประเด็นที่วิเคราะห์ในกรอบการวิเคราะห์กับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ มีค่าการประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง ประเด็นที่วิเคราะห์สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นที่วิเคราะห์สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

-1 หมายถึง ประเด็นที่วิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

ประเด็นที่วิเคราะห์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ, 2543, น. 249) แสดงว่า ประเด็นที่วิเคราะห์นั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

6) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและเรียบเรียงให้เรียบร้อย

7) นำกรอบการวิเคราะห์ไปทดลองใช้ (Try out) วิเคราะห์ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

8) ปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอต่อที่ปรึกษาปริญญาโท

### 3. แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

1) ศึกษาลักษณะของแบบสังเกตเกี่ยวกับองค์ประกอบของแบบสังเกตแบบบันทึกภาคสนาม จากนั้นร่างแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยลักษณะของแบบสังเกตแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ ตอนที่ 2 แบบบันทึกภาคสนาม (Filed Note)

2) เมื่อร่างแบบสังเกตแล้ว จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบสังเกต ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และนำเสนอต่อที่ปรึกษาปริญญาโท

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนของครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาและห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการสร้างความคุ้นเคยกับครูกลุ่มที่ศึกษาเพื่อสำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียนและครูกลุ่มที่ศึกษา โดยการสัมภาษณ์และการสังเกตการจัดการเรียนรู้

2. ทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นและบันทึกเทปการสัมภาษณ์ครูกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 4 คน เกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 40 – 60 นาที

3. ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการวิเคราะห์ของคุณครูแต่ละคนเป็นดังตาราง 6

ตาราง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการวิเคราะห์ของคุณครูแต่ละคน

ครู	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง
คนที่ 1	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ	คลื่นและแสง
	ขนาดของแรงโน้มถ่วง	ระบบสุริยะของเรา
	ตัวต้านทานไฟฟ้า	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
คนที่ 2	ขนาดของแรงโน้มถ่วง	ระบบสุริยะของเรา
	ประเภทของปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีและวัสดุใน
	วัสดุในชีวิตประจำวัน	ชีวิตประจำวัน

ตาราง 6 (ต่อ)

ครู	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง
คนที่ 3	โรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย	พันธุศาสตร์
	กฎของโอห์ม	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
	กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า	
คนที่ 4	อัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์	พันธุศาสตร์
	วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
	แรงดึงดูดระหว่างมวล	ระบบสุริยะของเรา

4. ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ที่พัฒนาขึ้น โดยทำการสังเกตพฤติกรรมของครูที่เกิดขึ้นในขณะที่ครูปฏิบัติการสอนจากวิดีโอที่บันทึกการสอนในชั้นเรียนที่ครูได้ทำการบันทึกและจัดส่งให้และจากการเข้าสังเกตชั้นเรียนจริงจำนวน 3 ครั้งต่อครูกลุ่มที่ศึกษาแต่ละคน ในคาบเรียนที่ตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มีการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ไว้แล้ว หลังการสังเกตการสอนในแต่ละครั้งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์แบบไร้โครงสร้างเพื่อให้ทราบถึงจุดประสงค์หรือทำความเข้าใจกับรายละเอียดของพฤติกรรมดังกล่าวเพิ่มเติม

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ตามตัวแปรที่ทำการศึกษา โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

1) ทำการถอดเทปการสัมภาษณ์ครู เมื่อถอดเทปการสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลการถอดเทปให้กับผู้ถูกสัมภาษณ์ทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันข้อมูล

2) ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากข้อความที่ผู้วิจัยทำการถอดเทปโดยแยกเป็น 2 ส่วน วิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการที่ครูสามารถระบุว่าตัวชี้วัดใดมีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการอยู่ บอกคำสำคัญที่อยู่ในตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับ

แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอธิบายได้ว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ นั้นเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใด หากคุณสามารถทำเช่นนี้ได้จะตีความได้ว่าคุณมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

3) วิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ เมื่อถอดเทปการสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลการถอดเทปให้กับผู้ถูกสัมภาษณ์ทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันข้อมูล จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากข้อมูลที่ผู้วิจัยทำการถอดเทป โดยวิเคราะห์จากการที่ครูอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์และตีความว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูอธิบายนั้นมีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใด

4) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ทั้งหมดมาตีความสร้างข้อสรุปความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ โดยสรุปและนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความ

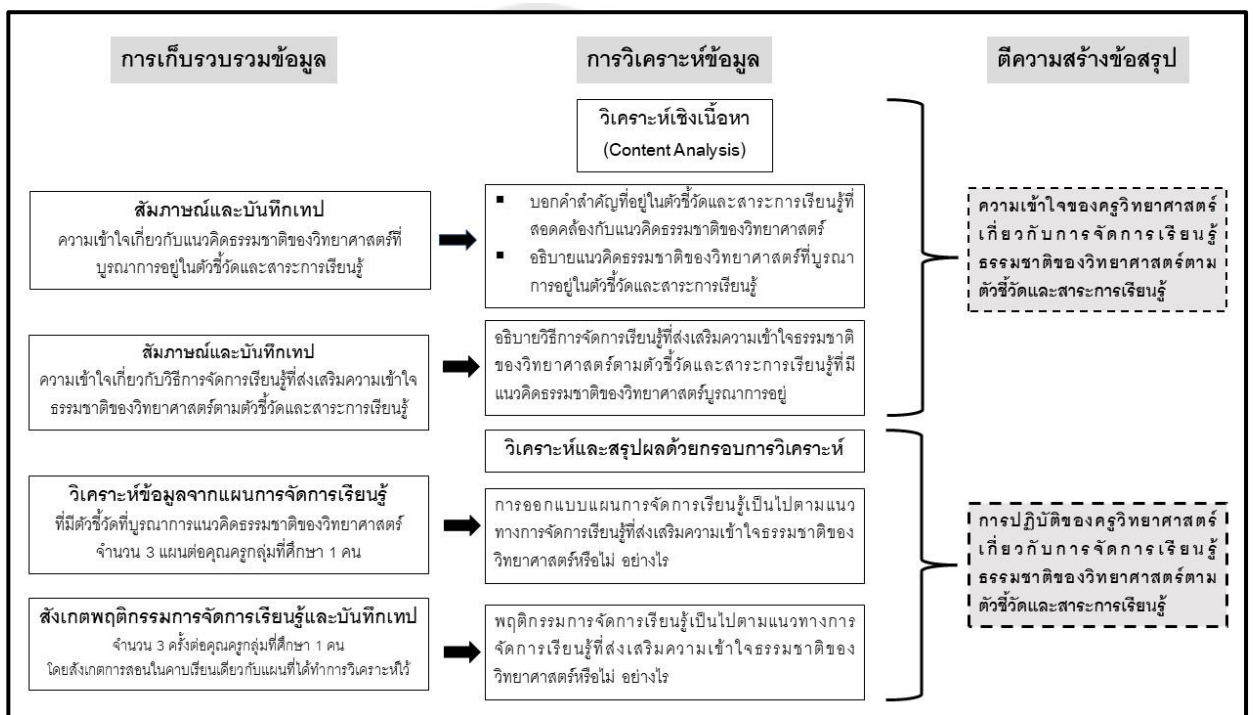
## 2. การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

1) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนโดยผู้วิจัยมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์โดยผู้ร่วมวิจัย เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์ (Cross checking) จากนั้นทำการสรุปผลเกี่ยวกับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

2) นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนมาวิเคราะห์ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยในการวิเคราะห์ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ร่วมกับผู้ร่วมวิจัยท่านอื่นเพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์ จากนั้นสรุปผลเกี่ยวกับพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตร

3) นำข้อมูลจากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนมาทำการการตีความสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลและในภาพรวมเกี่ยวกับการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ โดยนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความ

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

## การดำเนินการเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีการดำเนินการเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลการวิจัย ดังนี้

1. ในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเทปในขณะที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานยืนยันข้อมูลในการถอดเทปสัมภาษณ์
2. ในส่วนของการสัมภาษณ์ หลังจากผู้วิจัยทำการถอดบันทึกเทปการสัมภาษณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลการถอดเทปให้กับผู้ถูกสัมภาษณ์ทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล เพื่อความถูกต้องของข้อมูล และความเข้าใจตรงกันกับผู้วิจัย
3. ในส่วนของการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ด้วยกรอบการวิเคราะห์แล้ว จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์กับผู้ร่วมวิจัยเพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์ (Cross checking)
4. ในส่วนของผลการวิจัยมีการให้บริบทและแสดงหลักฐานข้อมูลที่ตรวจสอบได้ และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปสัมภาษณ์ และผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้แล้ว จากนั้นผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาได้ทำการวิเคราะห์และสรุปผลของการวิจัยร่วมกันอีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิจัยอีกครั้ง

## จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีการดำเนินการด้านจริยธรรมในมนุษย์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นการศึกษาที่กระทำกับมนุษย์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการขอรับรองโครงการวิจัยที่ดำเนินการในมนุษย์ และได้รับเอกสารรับรองโครงการวิจัยจากหน่วยงานคณะกรรมการจริยธรรมตามหนังสือหมายเลข SWUEC-G-234/2565 เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2565 โดยได้ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัย โดยดำเนินการวิจัยภายใต้หลักจริยธรรม 3 ประการ ดังนี้

1. หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person): ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยกับผู้เข้าร่วมงานวิจัยก่อนทำการเก็บข้อมูลโดยมีการให้ความยินยอมและการลงนามในหนังสือให้ความยินยอม พร้อมทั้งขอความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียน ครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาและนักเรียนในห้องเรียนของครูกลุ่มที่ศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการรักษาสิทธิโดยใช้นามสมมติแทนการใช้ชื่อจริงของครูและนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา เพื่อเป็นการเก็บรักษาข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและทำการเปิดเผยเฉพาะผลการวิจัยเท่านั้น
2. หลักคุณประโยชน์ (Beneficence): ผู้วิจัยคำนึงถึงขั้นตอนการวิจัยที่ไม่ก่ออันตรายแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่ว่าจะเป็นอันตรายทางร่างกาย จิตใจ สถานะทางสังคม หรืออันตรายทางกฎหมาย โดยผู้วิจัยได้ประเมินการให้คุณประโยชน์ ได้แก่ ประโยชน์ที่ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมวิจัยได้รับโดยตรง



คือ ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมวิจัยได้ทราบถึงความเข้าใจและการปฏิบัติของตนเพื่อนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยได้มีการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี มีวิธีการดำเนินการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยโดยมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการประเมินและตรวจสอบอีกด้วย และประโยชน์ต่อวงการการศึกษา คือ ได้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายหรือแนวปฏิบัติในการส่งเสริมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวทางในการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของหลักสูตรและแนวทางในการปรับปรุงคู่มือการใช้หลักสูตรให้สามารถสะท้อนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3. หลักความยุติธรรม (Justice): ผู้วิจัยดำเนินการโดยปราศจากอคติ (Selection Bias) ในการเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัย ไม่เลือกกลุ่มตัวอย่างที่หาง่าย สบาย คนจน ผู้ด้อยการศึกษา โดยมีการกำหนดเกณฑ์และคุณสมบัติในการคัดเลือกครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมวิจัยอย่างชัดเจน โดยครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยกำหนด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐาน บริบท และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



## ข้อมูลพื้นฐาน บริบท และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในกลุ่มที่ศึกษา คือ ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 3 จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 คน ที่มีพื้นฐานความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้หรือการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดข้อมูลของกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้

**คนที่ 1** จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีประสบการณ์ในการสอน มา 30 ปี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปัจจุบันสอนอยู่ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 2 ซึ่งจัดการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 มีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนทั้งหมด 3 รัชวิชา รวมวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 26 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งคุณครูท่านนี้เคยได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มีความเข้าใจว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังที่คุณครูท่านนี้ได้กล่าวว่า

“ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เสาะแสวงหาความรู้ พยายามให้ได้ก็เสาะแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ และสรุปผลให้อยู่ในกระบวนการเดียวกัน ”

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้คุณครูท่านนี้มองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม หาคำตอบ และสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งคุณครูท่านนี้มองว่าการจะส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้นั้นจะต้องใช้กิจกรรมที่เน้นการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น โครงการวิทยาศาสตร์ และควรส่งเสริมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม วิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผล และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

**คนที่ 2** จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์ในการสอนมา 5 ปี ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ปัจจุบันสอนอยู่ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 ซึ่งจัดการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 มีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนทั้งหมด 3 รัชวิชา รวมวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 23 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งคุณครูท่านนี้เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาแล้ว และมีความเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นความ

เข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งข้อเท็จจริง และมโนทัศน์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน แต่บางเรื่องวิทยาศาสตร์ยังพิสูจน์ไม่ได้ โดยผู้ที่ทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะต้องมีความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ดังที่คุณครูท่านนี้ได้กล่าวว่า

“พูดแบบครอบคลุม ก็คือ มันก็เป็นวิชาที่แบบว่ามีความสัมพันธ์กันในเรื่องของความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์ รู้ว่าวิทยาศาสตร์บางตัวก็ต้องใช้ในเรื่องของกระบวนการ วิธีการ เพราะฉะนั้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็จะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ก็คือ 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ 5 ขั้นตอนตามทั่วไป 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็เอามาเป็นส่วนร่วมในแต่ละบทเรียน เราก็เลือกที่จะใช้ทักษะกระบวนการไหนที่จะตอบโจทย์ให้นักเรียนเข้าใจในสาระนั้นมากขึ้น อย่างการเขียนกราฟ อันนี้ก็อยู่ในทักษะการจัดกระทำและตีความหมายข้อมูล ก็เป็นตามธรรมชาติของมันที่นักเรียนจะต้องรู้ ส่วนที่ 3) จิตวิทยาศาสตร์ ก็คือ ในเรื่องความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นตั้งใจ การใฝ่เรียนรู้ต่าง ๆ การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม ... พี่คิดว่ามันคือความสัมพันธ์ของ 3 ตัวเมื่อกี้ ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ คือ คุณจะทำอะไรสักอย่างที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คุณจะสืบค้นเรื่องนี้ หาเหตุผลเรื่องนี้ คุณก็ต้องมีความรู้เกี่ยวกับ 3 สิ่งนี้”

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้คุณครูท่านนี้มองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญและควรส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการดูเนื้อหาสาระของเรื่องนั้น ๆ จากนั้นใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์โดยใช้กฎหรือทฤษฎี และใช้ทักษะกระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และในส่วนของแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คุณครูเสนอให้มีการส่งเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียน ได้แก่ วิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กฎหรือทฤษฎีเพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองเพื่อพิสูจน์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบาย

**คนที่ 3** จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนเคมี มีประสบการณ์ในการสอนมา 7 ปี ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ปัจจุบันสอนอยู่ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ซึ่งจัดการศึกษาตั้งแต่ระดับอนุบาล จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนทั้งหมด 3 วิชา วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 17 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งคุณครูท่านนี้เคยผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาแล้วในระดับปริญญาตรี เคยได้รับการอบรม

เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน และมีความเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อหรือปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ดังที่คุณครูท่านนี้ได้กล่าวไว้ว่า

“ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ เป็นการศึกษาศาสตร์ด้านต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ไม่ว่าจะ เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาซึ่งความรู้ ความเชื่อหรือปรัชญาต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ส่วนตัวคิดว่า จะเน้นไปทางวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่า เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในเวลาที่เราสอน แต่อย่างอื่นเดามาเข้ากับเนื้อหา อาจจะไม่ยากทีเดียว ”

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้คุณครูท่านนี้มองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ และควรส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะหากนักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เปรียบเสมือนการที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นคุณครูท่านนี้เห็นว่าควรเริ่มจากการแทรกเข้าไปในบทนำของบทเรียน อย่างชัดเจน เช่น เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยแทรกในเนื้อหาของบทเรียนแต่ละเรื่อง และในส่วนของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คุณครูท่านนี้เสนอให้มีการส่งเสริมความเข้าใจให้นักเรียน ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา หากมีการค้นพบความรู้ใหม่

**คนที่ 4** จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีประสบการณ์ในการสอนมา 5 ปี ทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ปัจจุบันสอนอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1 ซึ่งจัดการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 มีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนทั้งหมด 2 รัชวิชา รมวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 18 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งคุณครูท่านนี้เคยผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาแล้วในระดับปริญญาตรี และมีความเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เพื่ออธิบายว่าวิชาวิทยาศาสตร์ต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร โดยวิทยาศาสตร์คือกระบวนการค้นหาความรู้ การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องมีเหตุผลมาประกอบและมีหลักฐานสนับสนุน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ดังที่คุณครูท่านนี้ได้กล่าวไว้ว่า

“ เคยได้ยินคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสมัยเรียนปริญญาตรี น่าจะเป็นการพูดถึง การศึกษาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ศึกษาสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และกระบวนการค้นหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ หรือ การอธิบายว่าวิชาวิทยาศาสตร์มันต่างจากวิชาอื่น ๆ อย่างไร โดยที่พูดถึงหลัก ของการเป็นเหตุและเป็นผล เช่น การจะพูดถึงอะไรซักอย่างต้องมีเหตุผลมาประกอบและมีหลักฐานมา สนับสนุน ”

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้คุณครูท่านนี้มองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ และควรส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียน จะได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่มี การกำหนดสถานการณ์ เช่น กิจกรรม STEM ให้นักเรียนได้คิดและสร้างชิ้นงานด้วยตนเองโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในส่วนของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คุณครูท่านนี้เสนอให้ มีการส่งเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียนนั้น ได้แก่ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดย อาศัยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล รวมไปถึงการพิจารณาสิ่ง ต่าง ๆ ด้วยความเป็นเหตุเป็นผลและการมีหลักฐาน



จากข้อมูลพื้นฐานของคุณครูทั้ง 4 ท่าน สามารถสรุปข้อมูลต่าง ๆ ได้เป็นดังตาราง 7

ตาราง 7 สรุปข้อมูลพื้นฐาน บริบท และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกลุ่มที่ศึกษา

ข้อมูล	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป	ปริญญาตรี สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์	ปริญญาตรี สาขาการสอนเคมี	ปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ประสบการณ์ในการสอน	30 ปี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	5 ปี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย	7 ปี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย	5 ปี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรี	ผ่านการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรี และผ่านการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน	เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรี
ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความหมายและขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เป็นความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์โดยรู้ว่าวิทยาศาสตร์ต้องใช้องค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์	เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ความเชื่อหรือปรัชญาทางวิทยาศาสตร์	เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อมูล	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
แนวทางการจัดการเรียนรู้	ใช้กิจกรรมที่เน้นการ	ใช้แนวทางการจัดการ	เริ่มจากการแทรก	ใช้กระบวนการหา
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น โครงงานวิทยาศาสตร์	เรียนรู้อะไรที่ส่งเสริมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือให้	เข้าไปในบทบาทของบทเรียนอย่างชัดแจ้ง และให้นักเรียน	ค ว ม รู้ ท าง วิทยาศาสตร์ โดยใช้
วิทยาศาสตร์	ให้เด็กตั้งคำถามหา คำตอบ และสร้าง แนวคิดวิทยาศาสตร์ ด้วยตนเอง	นักเรียนทำการทดลอง โดยมี การกำหนด สถานการณ์เข้าไปใน การทดลอง	ได้เรียนรู้วิธีการหรือ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดย แทรกในเนื้อหาของ บทเรียนแต่ละเรื่อง	กิจกรรมที่มีการ กำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนคิดและ สร้างชิ้นงานด้วย ตนเอง
แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	- การตั้งคำถาม (A0)	- การทดลองเพื่อพิสูจน์	- วิธีกา ร ท าง วิทยาศาสตร์ (A2)	- ความเป็นเหตุเป็น
ที่ควรส่งเสริม	- การวิเคราะห์หา เหตุผล (A0)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A0)	- ค ว ม รู้ ท าง วิทยาศาสตร์สามารถ	ผล (A2)
ความเข้าใจให้กับนักเรียน	- การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (A0)	- การใช้กฎหรือทฤษฎี เพื่ออธิบายความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (A1)	เปลี่ยนแปลงได้ (A1)	- กระบวนการได้มาซึ่ง
		- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทน (A1)		ค ว ม รู้ ท าง วิทยาศาสตร์ (A2)
		- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนแปลงได้ (A1)		- วิ ท ย า ศ า ส ต ร์
		- วิทยาศาสตร์ต้องการ หลักฐาน (A2)		ต้องการหลักฐาน (A2)
		- วิ ท ย า ศ า ส ต ร์ ให้ คำอธิบาย (A2)		
		- วิทยาศาสตร์ช่วยให้ เข้าใจสังคมและ สิ่งแวดล้อม (A0)		

หมายเหตุ (จากตาราง)

A0 คือ ไม่สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS

A1 คือ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 1  
โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์

A2 คือ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 2  
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระ  
การเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น  
และบันทึกเทปการสัมภาษณ์ครูกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 4 คน เกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์  
เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับ  
ปรับปรุงใหม่ โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบไปด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับ  
แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง  
และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้  
แกนกลาง ดังนี้

**ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัด  
และสาระการเรียนรู้แกนกลาง**

ในการเก็บข้อมูลความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่  
ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง อันดับแรกผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับ  
แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ และให้  
คุณครูระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ใน  
ตัวชี้วัดตามความคิดเห็นของตนเอง พบว่ารายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เป็นดังนี้

**คนที่ 1** มีมุมมองว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ใน  
หลักสูตรฉบับเดิมนั้นหายไปภายหลังการปรับปรุงตัวชี้วัดในปี พ.ศ. 2560 แต่มีการแทรกหรือบูรณาการ  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในตัวชี้วัดของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ซึ่งคุณครูท่านนี้เห็นว่า  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกแทรกหรือบูรณาการเข้าไปในตัวชี้วัดนั้น คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
ดังที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ สาระที่ 8 มันท้ายไป เข้าไปแทรกอยู่ในตัวชี้วัดต่าง ๆ พวกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปแทรกในตัวชี้วัดอื่น ๆ และก็ใช้กระบวนการ Active Learning อย่างเช่น inquiry ต้องมีกระบวนการ เช่น สร้างความสนใจ การสำรวจ การค้นหา ที่ต้องใช้ทักษะ มันก็อยู่ในนั้นแล้ว ถ้าต้องใช้ Active Learning สอน มันสามารถปลูกฝังทักษะต่าง ๆ เข้าไปได้ง่าย ตัวอย่างเช่น สร้างแบบจำลอง การอธิบายการถ่ายทอดพลังงาน การที่สร้างแบบได้คือการที่สังเคราะห์ขึ้นมาแล้วใช้กระบวนการ ถ้าเด็กสามารถสร้างแบบจำลองได้คือเขาเข้าใจ เนื้อหา และสร้างองค์ความรู้เอง และก็คำว่า ตระหนักถึงความสำคัญแสดงว่ามีจิตวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอะไรประมาณนั้น ”

คุณครูท่านนี้ได้ระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ในตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 1 คือ ว.1.1 ม.3/1 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ทักษะการสังเกต ตัวชี้วัดที่ 2 คือ ว.1.3 ม. 3/9 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ทักษะการเปรียบเทียบ ตัวชี้วัดที่ 3 คือ ว.1.3 ม. 3/11 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ การตระหนักใช้จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวคิดที่ยกตัวอย่างเหล่านี้ไม่ได้สอดคล้องกับข้อความที่บ่งชี้ถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS

**คนที่ 2** มีมุมมองว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ในหลักสูตรฉบับเดิมนั้นไม่ได้หายไปแต่ถูกแทรกหรือบูรณาการอยู่ในมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ดังที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ ถ้าเป็นหลักสูตรเก่า คำก็แยกออกมาเป็นสาระที่ 8 เลย แต่หลังจากปรับปรุงที่คิดว่ามันไม่ได้หายไป แต่ไปอยู่ในมาตรฐานและตัวชี้วัดนั่นแหละ ”

คุณครูท่านนี้ได้ระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ในตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 1 คือ ว.1.1 ม.3/2 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัดที่ 2 คือ ว.2.2 ม.3/4 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ การใช้กฎและทฤษฎีในอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งสองแนวคิดที่ยกตัวอย่างนี้สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 2 สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A2) และด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (A1) ตามลำดับ

**คนที่ 3** มีมุมมองว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเดียวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และปรากฏอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยี ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ แต่ปรากฏอยู่ไม่ชัดเจนเหมือนหลักสูตรฉบับเดิม และถูกบูรณาการเข้าไปในตัวชี้วัดดังที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ ถ้าเป็นในการเขียนแผนของที่โรงเรียนจะใช้เป็นสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 แต่ถ้าเป็นสาระจะเป็นในสาระที่ 4 ที่เป็นเทคโนโลยี จะเห็นคำบางคำที่สื่อแต่ไม่ได้ปรากฏชัดทั้งหมดเหมือนแต่ก่อน เช่น ความสามารถในการคิด การคำนวณ ซึ่งเวลาในการเขียนแผนจะทำให้มีปัญหา เคยนำเรื่องนี้มาพูดคุยกันในกลุ่มสาระเหมือนกันว่ามันไม่ได้มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปรากฏชัดใน 4 สาระเลย เวลาไปเขียนจึงไปอยู่ในรูปของสมรรถนะ

ตามความคิดมันไม่ได้ปรากฏชัดเหมือนแต่ก่อน เราจึงแก้ปัญหาโดยการถ้าเราอยากให้ได้มีจิตวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางโรงเรียนจึงเขียนสมรรถนะแบ่งเป็นด้านทักษะ ด้านกระบวนการ เป็นต้น คือในแผนการจัดการเรียนรู้ยังมีอยู่ จริง ๆ แล้วธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มันไม่ได้หายไป แต่มันมีการแทรกเข้าไปในแต่ละตัวชี้วัด ดังนั้นครูจะต้องดูตัวชี้วัดซึ่งเป็นสิ่งที่นำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ ”

คุณครูท่านนี้ได้ระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ในตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 1 คือ ว 1.3 ม.3/2 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ความเชื่อ ปรัชญาต่าง ๆ ตัวชี้วัดที่ 2 คือ ว 1.3 ม.3/8 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ความเชื่อ ปรัชญาต่าง ๆ ตัวชี้วัดที่ 3 คือ ว 1.3 ม.3/1 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ความเชื่อ และปรัชญาต่าง ๆ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS สอดคล้องกับขอบข่ายในด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (A3) และแนวคิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับขอบข่ายในด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (A1)

**คนที่ 4** มีมุมมองว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกบูรณาการหรือแทรกอยู่ในตัวชี้วัดการเรียนรู้ของหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ ดังที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ มันไม่ได้หายไป แต่เขาเข้าไปอยู่ร่วมกับบางตัวชี้วัดหรือแทรก ๆ อยู่ เช่นตัวชี้วัดที่มีคำว่า ตระหนักถึงคุณค่า ตระหนักถึงผลกระทบหรือวิธีป้องกัน ”

คุณครูท่านนี้ได้ระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ในตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ คือ ว 1.1 ม.3/6 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ วิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ (A2) ตัวชี้วัดที่ 2 คือ ว 1.1 ม.3/7 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความเป็นเหตุเป็นผล (A2) และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม (A3) และตัวชี้วัดที่ 3 คือ ว 1.3 ม.3/5 มองว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (A1) ได้ ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์และความเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับข้อบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม สอดคล้องกับข้อบ่งชี้ในด้านที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับข้อบ่งชี้ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า เมื่อให้ครูระบุและยกตัวอย่างตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยตนเอง ในภาพรวมคุณครูทั้ง 4 คน สามารถระบุตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ที่มีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการอยู่ได้ โดยพบว่าคุณครูที่ 1 อธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดเป็น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งคำถาม ความเป็นเหตุเป็นผลและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ส่วนคุณครูอีก 3 คนสามารถอธิบายยกตัวอย่างแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดเป็นข้อความที่บ่งชี้ถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือข้อบ่งชี้ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เช่น การใช้กฎหรือทฤษฎีเพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ความเชื่อ ปรัชญาต่าง ๆ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ และให้คุณครูระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอธิบายยกตัวอย่างแนวคิดที่อยู่ในตัวชี้วัดด้วยตนเองแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ต่อโดยได้นำเสนอเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกมาทั้งหมด 7 ตัวชี้วัดซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ให้คุณครูทั้ง 4 ท่าน วิเคราะห์ ระบุและอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดดังกล่าว ผลจากการสัมภาษณ์เป็นดังนี้



**ครูคนที่ 1** สามารถวิเคราะห์และระบุตัวชี้วัดที่มีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในทั้ง 7 ตัวชี้วัด และแนวคิดที่ระบุได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับขอบข่ายของ AAAS มีทั้งสิ้น 6 แนวคิด โดยในการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูได้อธิบายว่าตนเองใช้การสังเกตจากคำสำคัญในตัวชี้วัด เช่น การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีแก้ปัญหา และพบว่าครูได้อธิบายถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางตัวชี้วัดโดยใช้คำสำคัญในลักษณะที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS แต่เป็นข้อความที่สะท้อนถึงการทำความเข้าใจและทักษะ เช่น การทำความเข้าใจ การวิเคราะห์ และได้อธิบายโดยใช้คำสำคัญที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS ในบางตัวชี้วัด เช่น ความเป็นเหตุเป็นผล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การรวบรวมข้อมูล และการอธิบายหลักการและเหตุผล ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/5

“แทรกความเข้าใจถึงการปรึกษาแพทย์ การตรวจวินิจฉัยว่าทำไมถึงต้องทำ คือตัวชี้วัดแต่ละข้อมันไม่สามารถครอบคลุมได้ทุกกระบวนการ มันอาจจะได้เป็นบางข้อ ตัวชี้วัดบางข้ออาจจะมีสักข้อหนึ่ง หรือสองข้อ สังเกตจากตัวชี้วัด คำถามมันจะเป็นแนวความรู้ความจำ ให้อธิบายตระหนักวิเคราะห์สังเคราะห์ การทดลองก็จะสอดแทรกอยู่แล้วแต่ข้อ”

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/6

“ใช้ทักษะความเข้าใจ ถ้าเขารู้แล้วว่าการพบแพทย์ก่อนที่จะตั้งครรภ์ ก็เข้าใจแล้วว่ามันจะต้องมีความเสี่ยง ทำไมต้องพบแพทย์เพราะว่าโอกาสที่เด็กจะเกิดแล้วมีภาวะเสี่ยง และทำไมจะต้องพบแพทย์ ตระหนักและให้ความรู้เกี่ยวกับการแต่งงาน การมีครอบครัว การวินิจฉัย การตรวจน้ำคร่ำ เด็กจะเข้าใจ”

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/1

“อันนี้คือความเข้าใจ ต้องใช้การวิเคราะห์ ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ อันดับแรกต้องเข้าใจและวิเคราะห์ได้ว่าการทำงานของวัสดุแต่ละชนิดมันใช้งานยังไง เลือกใช้วิธีการแบบไหน ต้องมีการวิเคราะห์สังเคราะห์แล้ว หรืออาจใช้การวิเคราะห์อย่างเดียว วิเคราะห์ว่าการนำพอลิเมอร์หรือเซรามิกไปใช้ งานชิ้นนี้ควรใช้ พอลิเมอร์ เซรามิก หรือวัสดุผสม คือเขาต้องรู้จักการเลือกใช้ เพราะการเลือกใช้วัสดุมันเข้าประเด็นของการวิเคราะห์ถึงการใช้งาน ต้องเข้าใจถึงการใช้งานก่อน เลือกวัสดุให้เหมาะสม คืออะไร มันต้องใช้การวิเคราะห์ ทำไมถึงเลือกพอลิเมอร์ ทำไมถึงเลือกเซรามิก วัสดุผสม นักเรียนต้องมีเหตุผลในการเลือก”

ตัวชี้วัด ว.2.1 ม.3/8

“การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือการวิเคราะห์และสังเคราะห์ และก็มีทักษะการคำนวณ ใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เน้นต้องให้เยอะเลย คณิตศาสตร์ต้องมีทักษะการคำนวณ ในสุดท้ายเลยคือการออกแบบและสังเคราะห์ใหม่อันนี้ก็จะให้เยอะเลย”

ตัวชี้วัด ว.2.2 ม.3/3

“อันนี้ใช้ความเข้าใจ อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี เข้าใจว่าแบบไหนเกิดแบบไหนไม่เกิด ต้องมีการสังเกตก่อนแล้วเข้าใจ ไม่รู้ว่าการสร้างแบบจำลองมันเข้าทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ใหม่ เด็กต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะของการสังเกตได้ว่าเหตุการณ์เหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมีแล้วสามารถที่จะนำเอามาวิเคราะห์และสร้างรูปแบบการทดลองการใช้ทักษะกระบวนการการใช้เครื่องมือประมาณนี้”

ตัวชี้วัด ว.2.3 ม.3/17

“การรวบรวมข้อมูล เช่น อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงและการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากที่รวบรวมได้”

ตัวชี้วัด ว.3.1 ม.3/1

“อธิบายหลักการและเหตุผล ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงมีผลต่อการโคจรของดาวเคราะห์หรือดวงอาทิตย์แต่ก็ไม่ค่อยชัดเจนเท่าไร ต้องศึกษาค้นคว้าแนวคิดของนิวตัน แล้วดูว่านิวตันรู้ได้อย่างไรทำการทดสอบหรือวัดอย่างไร แล้วสรุปเป็นคอนเซ็ปต์ของตัวเอง เหตุผลตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวสูตรมี M1 กับ M2 มีความสำคัญอย่างไร แล้วตัว R2 ตัว M แปรตามตัว F ตัว R แปรผกผัน นักเรียนต้องเข้าใจว่าสองอย่างนี้มันมีผลอย่างไรกับตัวแรง ต้องอธิบายได้ว่าสูตรนี้ตัวไหนเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรผกผัน นักเรียนต้องเข้าใจว่าอะไรมันมีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกต้องไปศึกษาแนวคิดของนิวตัน ตั้งแต่แรก ”

**ครูคนที่ 2** สามารถวิเคราะห์และระบุตัวชี้วัดที่มีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในทั้ง 7 ตัวชี้วัด และแนวคิดที่ระบุได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับขอบข่ายของ AAAS มีทั้งสิ้น 7 แนวคิด ในการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูไม่ได้อธิบายว่าตนเองใช้การสังเกตจากคำสำคัญอะไร แต่พบว่าครูได้อธิบายว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในแต่ละตัวชี้วัดโดยใช้ข้อความหรือคำสำคัญที่สอดคล้องกับขอบข่าย AAAS คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การพิสูจน์ การสำรวจตรวจสอบ วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวไว้ว่า

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/5

“มันคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเรื่องของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องเอาไปทำการทดลองพิสูจน์ว่าทำให้เกิดโรคจริงไหม”

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/6

“พีคิดว่ามีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ พี่มองเป็นการพิสูจน์ สำนวจตรวจสอบอย่างหนึ่ง”

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/1

“ก็ชัดอยู่นะวิทยาศาสตร์มีทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และประยุกต์ อย่างการเลือกใช้ตามแขนงของวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เอามาใช้”

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/8

“อันนี้ก็วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งสมมติฐานกับแก้ปัญหา ชัดเจนมาก ๆ อยู่ ถือว่าเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เข้ามาเป็นส่วนในการสรุปข้อมูลออกมา”

ตัวชี้วัด ว 2.2 ม.3/3

“อันนี้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ “การจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ พี่ว่ามันอยู่ในส่วนของทักษะกระบวนการ การจัดกระทำ การสื่อความหมายของข้อมูล”

ตัวชี้วัด ว 2.3 ม.3/17

“พี่ว่าเป็นไปตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหมือนกัน เพราะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มันก็เป็นประจักษ์ในธรรมชาติอยู่แล้ว การเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการตั้งสมมติฐานอธิบายอะไรบางอย่าง”

ตัวชี้วัด ว 3.1 ม.3/1

“อันนี้ชัดเจนดี เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของข้อมูลที่มันเป็นไปตามนั้น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นแบบนี้เป็นแบบนั้น”

**สรุปคนที่ 3** สามารถวิเคราะห์และระบุตัวชี้วัดที่มีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ 4 ตัวชี้วัดจาก 7 ตัวชี้วัด และแนวคิดที่ระบุได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับขอบข่ายของ AAAS มีทั้งสิ้น 6 แนวคิด โดยตัวชี้วัดที่ไม่พบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/5 ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/6 และตัวชี้วัด ว 3.1 ม.3/1 ในการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูได้อธิบายว่าตนเองใช้การสังเกตจากคำสำคัญในตัวชี้วัด เช่น หลักฐานเชิงประจักษ์ การออกแบบ การใช้แบบจำลองและสมการข้อความ

การอธิบายปรากฏการณ์ การรวบรวมข้อมูล และพบว่าครูได้อธิบายว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในแต่ละตัวชี้วัดโดยใช้ข้อความหรือคำสำคัญที่สอดคล้องกับขอบข่าย AAAS คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายปรากฏการณ์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

ตัวชี้วัด ว.2.1 ม.3/1

“จะแทรกได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เหมือนการพิสูจน์ก่อนที่จะได้มาซึ่งความรู้ คำว่าหลักฐานเชิงประจักษ์เหมือนเคยปรากฏอยู่ในสาระที่ 8 ก่อนหน้านี้”

ตัวชี้วัด ว.2.1 ม.3/8

“เป็นการแทรกความรู้เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะมันเป็นการออกแบบเป็นคำที่ค่อนข้างชัด ซึ่งสะท้อนกระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์”

ตัวชี้วัด ว.2.2 ม.3/3

“เหมือนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดแสดง/คำอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ หรือการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ คำว่าโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ น่าจะสะท้อนเกี่ยวกับกระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถนำความรู้ที่ได้มาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ ได้”

ตัวชี้วัด ว.2.3 ม.3/17

“ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนที่บอกว่าใช้ความรู้ของวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ตรงคำว่าอธิบายปรากฏการณ์ และการรวบรวมข้อมูล”

**ครูคนที่ 4** สามารถวิเคราะห์และระบุตัวชี้วัดที่มีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด และแนวคิดที่ระบุได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับขอบข่ายของ AAAS มีทั้งสิ้น 8 แนวคิด ในการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูได้อธิบายว่าตนเองใช้การสังเกตจากคำสำคัญในตัวชี้วัด เช่น หลักฐานเชิงประจักษ์ การออกแบบวิธีแก้ปัญหา การใช้แบบจำลอง ข้อมูลที่รวบรวมได้ สมการ และพบว่าครูได้อธิบายว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในแต่ละตัวชี้วัดโดยใช้ข้อความหรือคำสำคัญที่สอดคล้องกับขอบข่าย AAAS คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความเป็นเหตุเป็นผล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานข้อมูลต่าง ๆ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/5

“เป็นเรื่องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้”

ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/6

“เป็นการเอาความรู้ของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน”

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/1

“คำว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ เพราะเรามองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผล เพราะฉะนั้นเด็กต้องบอกเหตุผลให้ได้ว่าเรามองสิ่งต่าง ๆ เป็นพอลิเมอร์ เป็น เซรามิก โดยให้หลักฐานอะไรเข้ามาจำแนก”

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/8

“การออกแบบวิธีแก้ปัญหา ซึ่งก่อนที่เราจะออกแบบได้เราต้องผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาก่อน เช่น การสังเกต สืบค้นข้อมูล ซึ่งน่าจะเป็นแนวคิดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์”

ตัวชี้วัด ว 2.2 ม.3/3

“มันมีคำว่าใช้แบบจำลอง จึงคิดว่าน่าจะเป็นในเรื่องของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์”

ตัวชี้วัด ว 2.3 ม.3/17

“คำว่าจากข้อมูลที่รวบรวมได้ น่าจะเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ข้อมูลต่าง ๆ”

ตัวชี้วัด ว 3.1 ม.3/1

“มองว่าสมการเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์”

แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละตัวชี้วัดที่ครูทั้ง 4 คน ได้ทำการวิเคราะห์ และอธิบายสามารถนำมาสรุปและเปรียบเทียบกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ไว้ ตามกรอบการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ ดังรายละเอียดในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ ระบุและอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในแต่ละตัวชี้วัด โดยคุณครูกลุ่มที่ศึกษาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ตามกรอบการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่โดยผู้วิจัย

ตัวชี้วัด	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
	ผู้วิจัย	ครูคนที่ 1	ครูคนที่ 2	ครูคนที่ 3	ครูคนที่ 4
ว 1.3 ม.3/5 บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม	ไม่ปรากฏแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การใช้ความเข้าใจ (A0)	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A0) - การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการพิสูจน์ (A2)	ไม่พบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (A1)
ว 1.3 ม.3/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้มาก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม	วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้นั้น (A3)	การใช้ความเข้าใจ (A0)	การพิสูจน์ การสำรวจตรวจสอบ (A2)	ไม่พบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A3)
ว 2.1 ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (A2)	- การวิเคราะห์ (A0) - ความเป็นเหตุเป็นผล (A2)	วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ (A3)	วิทยาศาสตร์ตั้งคำถาม (A2)	- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (A2) - ความเป็นเหตุเป็นผล (A2)
ว 2.1 ม.3/8 ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้นั้น (A3)	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (A2)	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (A2)	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (A2)	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (A2)



ตาราง 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
	ผู้วิจัย	ครูคนที่ 1	ครูคนที่ 2	ครูคนที่ 3	ครูคนที่ 4
ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ	-เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่างๆบนโลกได้ (A1) -ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กัน แต่แตกต่างกัน (A1)	-การอธิบายปรากฏการณ์ (A2) -การออกแบบการทดลอง (A2)	การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (A2)	-กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (A2) -การสำรวจคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (A2)	หลักฐานทางวิทยาศาสตร์
ว 2.3 ม.3/17 อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้	-เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่างๆบนโลกได้ (A1) -วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์ (A2)	การรวบรวมข้อมูล (A2)	การอธิบายปรากฏการณ์ (A2)	-วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายปรากฏการณ์ (A2) -การรวบรวมข้อมูล (A2)	วิทยาศาสตร์ตั้งองการหลักฐานข้อมูล (A2)
ว 3.1 ม.3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$	-เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่างๆบนโลกได้ (A1) -ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กัน แต่แตกต่างกัน (A1)	การอธิบายหลักการและเหตุผล (A1)	การอธิบายปรากฏการณ์ (A2)	ไม่พบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	กฎทางวิทยาศาสตร์ (A1)
สรุป จำนวนแนวคิดที่ สอดคล้องกับ ขอบข่าย AAAS	9	6	7	6	8

หมายเหตุ (จากตาราง)

A0 คือ ไม่สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS

A1 คือ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 1 โลกมูมมองแบบวิทยาศาสตร์

A2 คือ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

A3 คือ สอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

จากตาราง 8 พบว่า คุณครูคนที่ 3 และคนที่ 4 สามารถระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดโดยผู้วิจัยได้จำนวน 4 ตัวชี้วัด คุณครูคนที่ 2 สามารถระบุได้ 1 ตัวชี้วัด ส่วนคุณครูคนที่ 1 ไม่พบการระบุตัวชี้วัดที่สอดคล้อง จากทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด โดยตัวชี้วัดที่มีคุณครูสามารถระบุและอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดได้สอดคล้องกับกรอบการวิเคราะห์มากที่สุดจำนวน 2 คน จากคุณครูกลุ่มที่ศึกษา 4 คน คือ “ ว 2.1 ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภท พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ ” ทั้งนี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดนี้คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน โดยคุณครูทั้ง 2 คน อธิบายว่าได้สังเกตจากคำสำคัญที่อยู่ในตัวชี้วัด คือ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

### **ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง**

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของคุณครูเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ พบว่า

**คนที่ 1** มีมุมมองว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดฉบับปรับปรุงนั้น ควรใช้แนวทางการสอนแบบ Active Learning เช่น การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E หรือ 7E โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดเพื่อเลือกแนวทางหรือวิธีการในการจัดการเรียนรู้ ด้วยการวิเคราะห์คำสำคัญในตัวชี้วัด เช่น อธิบาย วิเคราะห์สังเคราะห์ การสร้าง เพื่อใช้ในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดนั้น ๆ โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Active Learning ที่เหมาะสมกับเนื้อหา ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

“เลือกวิธีการสอน Active Learning เช่นการใช้ 5E 7E ในการหาความรู้ ที่ใช้อยู่ตอนนี้ คือ 7E เพราะว่ามันมีกระบวนการที่หลายข้อมันต้องใช้ทักษะ กระบวนการเราต้องเลือกวิธีการสอนของ Active Learning ที่มันเหมาะสมกับเนื้อหาข้างใน และบางอย่างที่มันบอกถึงทักษะกระบวนการทั้ง 11 ข้อ อาจจะได้แค่ 3-4 ข้อในบางเรื่อง ก็เอาไปสอดแทรกในแต่ละแผนการเรียนรู้ ต้องสร้างแผนการสอนให้เขาสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตัวอย่างเช่น เรื่องวิเคราะห์ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในวงจร เราต้องสอนกิจกรรมให้เขาก็คือมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทดลองให้เข้าใจเนื้อหาของมันแล้วก็ วิเคราะห์ออกมาจากเหตุและผลตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แล้วแต่ข้อบางข้อก็ใช้เรื่องความรู้ความจำ หลากหลาย บางข้อก็ใช้ความเข้าใจ แล้วแต่ว่าตัวชี้วัดแต่ละตัวเขาพูดถึงเรื่องอะไร ต้องการอะไร เช่น กระบวนการที่ใช้ทักษะการใช้เครื่องมือ มันก็อยู่ในหัวข้อการใช้เทอโมมิเตอร์ แอมมิเตอร์ในการวัดไฟฟ้า มันก็ต้องจับด้วยกระบวนการทักษะการวัด ตัวชี้วัดไม่สามารถทำทักษะทั้งหมด มันแล้วแต่ตัวชี้วัดอันนี้ มันสามารถที่จะสร้างทักษะตัวไหนให้เด็กได้ เราก็จัดกิจกรรมให้มันสอดคล้องกัน ”

**คนที่ 2** มีมุมมองว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดฉบับปรับปรุงนั้น ควรใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้การ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยในกระบวนการจัดการเรียนรู้อาจจะไม่ต้องพูดแนวคิดนั้นออกมาตรง ๆ นักเรียนจะได้รับความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการได้ลงมือปฏิบัติ ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวไว้ว่า

“พี่ตอบตามความเข้าใจของพี่นะ ถ้าในแผนการสอนแต่ละคนจะใช้ 5E จะใช้อะไรก็ แล้วแต่ แต่ที่สุดท้ายจะใช้วิธีการไหน เด็กจะต้องมีความรู้ส่วนหนึ่ง เช่น ว 3.1 ม.3/1 จากนั้นก็ให้เด็กทำการ ทดลอง ทดลองโดยให้ทำกิจกรรม โดยไม่ลืมนึกเกี่ยวกับเรื่องของวิธีการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยเบื้องต้นก็ต้องตรวจสอบความรู้ก่อนโดยปกติ จากนั้นก็เข้าสู่กระบวนการทดลองไป ก็ดูว่าเด็ก ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นไป และตอนหลังก็ให้เค้า discussion และสรุปกัน พี่คิดว่า นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกระบวนการที่เค้าได้ทำ คือยอมรับว่าเราไม่ได้พูดกับ นักเรียนโดยตรงว่าอันนี้คือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตรง ๆ แต่อธิบายเป็นภาพรวมไป แต่เค้าก็ต้องรู้หรือ เข้าใจบ้างจากสิ่งที่ได้ทำไป ”

**คนที่ 3** มีมุมมองว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดฉบับปรับปรุงนั้น ควรจัดการเรียนรู้โดยเน้นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการ ใช้คำถามเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสรุปแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit) เช่น ในตอนสรุปการทำกิจกรรม ทั้งนี้การพิจารณาว่าจะสอดแทรก

แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ต้องวิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัดเป็นหลัก ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ ถ้าเป็นเมื่อก่อนจะเน้นการทดลองหรือเน้นให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ปัจจุบันส่วนใหญ่แล้วไม่ได้ทำการทดลองเยอะ จะใช้คำถามมากกว่า เช่น ถ้าถามเรื่องแบบจำลองอะตอม หากเด็กมีการตอบกลับมา เราก็มีการถามคำถามชวนคิดต่อ เช่น มันใช่แบบนี้หรือมันเป็นแบบอื่นได้ไหม มันเป็นเพราะอะไร เพื่อกระตุ้นให้เกิดข้อสงสัยแล้วช่วยกันหาคำตอบมาตอบครู ช่วยกันอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อหาข้อสรุป และครูจะพูดข้อสรุปหรือขมวดจบท้ายให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ ”

คุณครูยังได้ยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/1 โดยอธิบายว่าจะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนรวบรวมวัสดุต่าง ๆ สร้างเกณฑ์ในการจำแนกวัสดุ และบอกวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ หลังจากนั้นจะให้นักเรียนสรุปแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในตอนท้ายกิจกรรม นอกจากนี้คุณครูยังเน้นย้ำอีกว่า การที่ครูจะสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้นั้น ครูต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจึงวิเคราะห์ตัวชี้วัดว่ามีการบูรณาการแนวความคิดธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ใด สามารถสอดแทรกแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดเข้าไปได้บ้าง และวิธีการที่ง่ายที่สุด คือ การใช้คำถามทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และลองพยายามที่จะหาข้อมูลหรือรวบรวมข้อมูล ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ เลือ ก ว 2.1 ม 3/1 ถ้าเขียนแผนในเรื่องสมบัติของวัสดุต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ อาจเป็นการหาวัสดุต่าง ๆ มาที่สามารถหาได้มาให้นักเรียนดู หรือให้นักเรียนหามาแล้วนำมารวมกัน ให้ลองจำแนก เพื่อพูดถึงคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ แบ่งกลุ่มแล้วให้แต่ละกลุ่มลองจำแนกว่าจากที่ได้ฟังคุณสมบัติของวัสดุต่าง ๆ แล้ว จะจัดสิ่งไหนอยู่ในประเภทไหนบ้าง และในแต่ละกรุปที่จัดไว้แล้ว มันสามารถเอาไปใช้ประโยชน์ในด้านไหนบ้าง สุดท้ายค่อยนำมาอภิปรายร่วมกัน อาจจะสรุปให้เขาตอนสุดท้าย และขมวดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องการหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งเป็นหนึ่งในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จริง ๆ เป็นเหมือนการเพิ่มการบ้านให้ครู เพราะปกติเราอาจจะไม่ได้ไปอ่านความรู้เรื่องนี้อย่างจริงจัง อาจจะแค่อ่านเสริมความรู้เนื้อหาตัวที่เราสอน แต่ถ้าอยากส่งเสริมด้านนี้อย่างจริงจัง ตัวครูเองต้องไปศึกษาด้านนี้เพิ่มเติมว่าปัจจุบันธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มันยังเป็นแบบที่เราเคยเรียนรู้มาในอดีตหรือเปล่า เมื่อเราได้ความรู้เรื่องนั้นแล้ว ก็ให้ตกผลึกออกมาว่าเราเข้าใจมันยังไง แล้วมาวิเคราะห์

ตัวชี้วัดที่เราจะสอนว่าเราสามารถแทรกความรู้ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ข้อไหนเข้าไปได้บ้าง โดยที่ให้กลมกลืนกับเนื้อหาของเรา ”

**คนที่ 4** มีมุมมองว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดฉบับปรับปรุงนั้น ต้องมีการสร้างสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ผลกระทบ การจัดการหรือการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ ก่อนที่ครูจะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้นั้น ตัวครูเองก็ต้องเข้าใจความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน เมื่อเข้าใจจึงจะสามารถจะสามารถมาวิเคราะห์ตัวชี้วัดว่าจะส่งเสริมแนวคิดใดและนำมาสร้างเป็นกิจกรรม ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ มีการเรียนการสอนที่จะต้องสร้างสถานการณ์จำลอง แล้วให้เด็กสามารถบอกประโยชน์ บอกผลกระทบ บอกการจัดการต่าง ๆ อย่างไร หรือตั้งปัญหาต่าง ๆ ขึ้นมา แล้วสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เขาได้ลองจัดการ ครูต้องเข้าใจความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน และครูจะต้องชี้ประเด็นให้ได้ว่า สิ่งที่ยากให้เด็กได้จริง ๆ แล้วมันคืออะไร แล้วค่อย ๆ มาดูในเรื่องของสาระและตัวชี้วัด และนำมาคิดกิจกรรม ”

นอกจากนี้คุณครูท่านนี้ได้ยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัด ว 2.3 ม 3/17 ว่าควรจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาความหมายและองค์ประกอบของคำว่าทัศนูปกรณ์ จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน หลังจากนั้นนักเรียนนำเสนอข้อมูล ครูสรุปให้นักเรียนฟังว่า การที่นักเรียนจะได้มาซึ่งข้อมูลที่นำเสนออยู่ การจัดทำข้อมูลต่าง ๆ นั้นคือกระบวนการหนึ่งในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหล่านี้ก็เป็นหนึ่งในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และก่อนจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ครูต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน และกำหนดว่าจะเน้นกระบวนการใดในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงมาวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังเช่นที่คุณครูได้กล่าวว่า

“ ว 2.3 ม 3/17 เป็นเรื่องของรวบรวมข้อมูล และเด็กก็นำข้อมูลมาจัดกระทำ ถ้านำไปจัดกิจกรรมอาจจะให้เด็กศึกษาความหมายและองค์ประกอบทุกอย่างของคำว่าทัศนูปกรณ์ ในรูปแบบกลุ่ม กลุ่มละ 1 เรื่อง ให้เด็กได้นำเสนอหน้าชั้นเรียนหลังจากที่ให้เด็กได้นำเสนอ เราก็สรุปรวมว่าการที่นักเรียนจะได้มาซึ่งข้อมูลที่นำเสนออยู่ มันก็คือกระบวนการหนึ่งในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมันก็คือส่วนหนึ่งของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ได้มาจากการรวบรวม การจัดกระทำข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งการเรียนรู้เหล่านี้ก็เป็นหนึ่งในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์...”

...ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนรู้ได้ ครูจะต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน และรู้ว่ากระบวนการไหนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เราจะเน้น และมาวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้เข้ากัน และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นมา ”

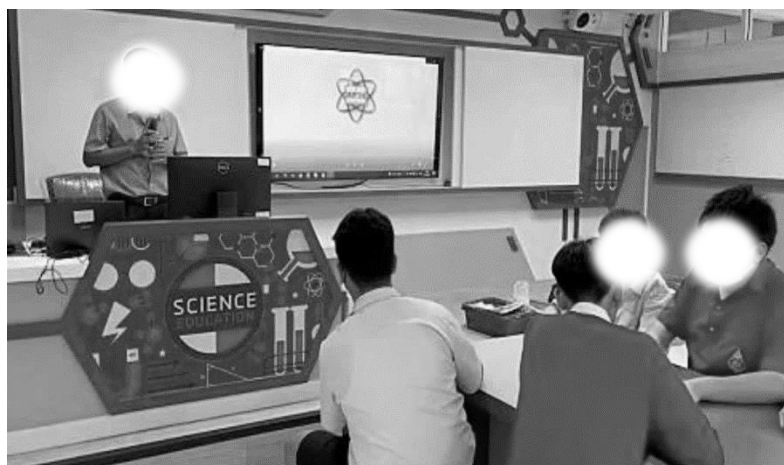
### **การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มที่ศึกษาตามกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีตัวชี้วัดที่บูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวนทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ต่อครูกลุ่มที่ศึกษา 1 คน ร่วมกับการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ ในเรื่องเดียวกันกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์มาแล้วซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ของครูที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้

#### **ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

**คนที่ 1** ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 3 แผน ประกอบไปด้วย เรื่อง การหักเหของแสง แรงดึงดูดระหว่างมวล และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และได้ทำการสังเกตการสอนของครูด้วยตนเอง 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทำการสังเกตในชั้นเรียนแบบ onsite ในเรื่อง การหักเหของแสง และครั้งที่ 2 และ 3 ทำการสังเกตจากคลิปวิดีโอที่คนครูได้ทำการบันทึกการสอนในห้องเรียนและจัดส่งมาให้ในเรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าในครั้งที่ 1 ครูได้จัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มตามโต๊ะปฏิบัติการ และครั้งที่ 2-3 ครูจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ ผู้เรียนนั่งหันหน้าเข้าหาหน้าจอตามโต๊ะเรียนของตน มีจำนวนนักเรียนประมาณ 40-50 คนต่อห้อง ภายในห้องมีอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ หน้าจอ โปรเจกเตอร์ ไมโครโฟน ลำโพง ดังภาพประกอบที่ 3





ภาพประกอบ 3 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1

**คนที่ 2** ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 3 แผน ประกอบไปด้วย เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง ประเภทของปฏิกิริยาเคมี และวัสดุในชีวิตประจำวัน และได้ทำการสังเกตการสอนของครูด้วยตนเอง 3 ครั้ง ผ่านคลิปวิดีโอที่สนทนาคูได้จัดส่งมาให้ในเรื่องขนาดของแรงโน้มถ่วง ประเภทของปฏิกิริยาเคมี และวัสดุในชีวิตประจำวัน ตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าครูจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนประมาณ 40-50 คนต่อห้อง เป็นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ภายในห้องมีอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ หน้าจอโปรเจกเตอร์ ไมโครโฟน ลำโพง โดยผู้เรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มตามโต๊ะปฏิบัติการ ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2

**คนที่ 3** ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 3 แผน ประกอบไปด้วย เรื่อง กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า กฎของโอห์ม และโรคทางพันธุกรรม และได้ทำการสังเกตการสอนของครูด้วยตนเอง 3 ครั้ง ผ่านคลิปวิดีโอที่ส่งมาให้ในเรื่อง กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า กฎของโอห์ม และโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยืนบนโครโมโซมร่างกาย ตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าครูจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ มีจำนวนนักเรียนประมาณ 30-40 คนต่อห้อง โดยใช้โปรแกรม Microsoft team ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน Good Note ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3

**คนที่ 4** ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ จำนวน 3 แผน ประกอบไปด้วย เรื่อง จีโนไทป์และฟีโนไทป์ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และแรงดึงดูดระหว่างมวล และได้ทำการสังเกตการสอนของครูด้วยตนเอง 3 ครั้ง ผ่านคลิปวิดีโอที่ส่งมาให้ในเรื่อง จีโนไทป์และฟีโนไทป์ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และแรงดึงดูดระหว่างมวล ตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าครูจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 1 และ 2 เป็นแบบออนไลน์ โดยใช้โปรแกรม Google meet. และในครั้งที่ 3 เป็นการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ภายในห้องมีอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ได้แก่ คอมพิวเตอร์ หน้าจอโปรเจกเตอร์ ไมโครโฟน ลำโพง โดยนักเรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มตามโต๊ะปฏิบัติการ มีการฉายภาพโปรเจกเตอร์ไปที่กระดาน มีนักเรียนประมาณ 40-50 คนต่อห้อง ดังภาพประกอบที่ 6



การต่อความต้านทานแบบขนาน (ต่อคั่นจุด)

$\frac{1}{R_{\text{รวม}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

$\frac{1}{R_{\text{รวม}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}$

$\frac{1}{R_{\text{รวม}}}$

การต่อความต้านทานแบบขนาน

1. กระแสไฟฟ้ารวม = ผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่แยกไหล

$I_{\text{รวม}} = I_1 + I_2 + I_3$

2. ความต่างศักย์รวม =  $V_1 = V_2 = V_3$

3. ความต้านทานรวม  $\frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

4. ถ้า R ทุกตัวมีค่าเท่ากัน ต่อขนานกัน n ตัว

$V = IR$

$\frac{V}{R} = I$

V เท่า I แบ่ง

# R เยอะ, I น้อย #

ภาพประกอบ 6 บริบทการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4

### ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มที่ศึกษาตามกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ รวมทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ต่อครูกลุ่มที่ศึกษา 1 คน ซึ่งประกอบด้วยประเด็นการวิเคราะห์ทั้งหมด 10 ประเด็น ดังรายละเอียดในตาราง 9 โดยในแต่ละประเด็นการวิเคราะห์จะจัดแบ่งระดับเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 ประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

ประเด็นที่	ประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้
1	มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2	มีการกำหนดสาระการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3	ลักษณะของกิจกรรมในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติ
4	ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีการระบุให้ครูแสดงพฤติกรรม การพูด หรือการใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
5	ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนในกิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรม
6	มีขั้นตอนที่ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อบ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่นักเรียนได้ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด
7	มีขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
8	มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบการเรียนการสอน เช่น การให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทิน
9	มีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความรู้เดิมของนักเรียน การอภิปรายตอบคำถาม การใช้แบบประเมิน
10	มีการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูแต่ละท่านมีรายละเอียดดังนี้

**คนที่ 1** แผนการจัดการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ แผนที่ 2 ขนาดของแรงโน้มถ่วง และแผนที่ 3 ตัวต้านทานไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์เป็นดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1

ประเด็นที่	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1	ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พบจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2	ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พบข้อความที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3	ลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้		
4	ไม่พบการระบุให้ครูแสดงพฤติกรรมเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
5	ไม่พบการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
6	ไม่พบขั้นตอนการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบขั้นตอนการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
9	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		
10	ไม่พบการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		

จากตาราง 10 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1 ในประเด็นที่ 4-10 นั้นเหมือนกันทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยอยู่ในระดับเดียวกัน คือ



การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในประเด็นที่ 1-2 นั้น มีเพียงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เท่านั้น ที่พบจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้ และทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากคำสำคัญ คือ อธิบายแนวคิด และสร้างคำอธิบายโดยใช้กฎและ/หรือทฤษฎี แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังข้อความต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ  $F = (Gm_1m_2)/r^2$

สาระการเรียนรู้: แรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ  $F = (Gm_1m_2)/r^2$

ส่วนประเด็นที่ 3 นั้น ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตัวอย่างเช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้กิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 135 (กิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร) ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวอย่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นดังภาพประกอบที่ 7



**7. กิจกรรมการเรียนรู้**

ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) (2 ชั่วโมง; 120 นาที)

**ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) (20 นาที)**

1) ครูสาธิตกิจกรรมการมองเห็นภาพลูกศรที่เปลี่ยนไปเมื่อมองผ่านน้ำและแก้วน้ำ ดังภาพ 3.31 (หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 133) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียน (*นักเรียนตอบตามความเข้าใจ*)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการสะท้อนของแสงต่อไป

- เติมค่าเหล่านี้ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (สามารถใช้ค่าซ้ำได้มากกว่า 1 ครั้ง)

(1) เมื่อแสงกระทบกระจกเงา แสงไม่สามารถทะลุผ่านไปได้แต่จะเกิดการสะท้อน กระเบื้องจึงจัดเป็น **วัตถุทึบแสง**

(2) เราสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่หลังกระจกใสได้อย่างชัดเจน กระจกใสจึงจัดเป็น **ตัวกลางโปร่งใส**

(3) แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่าน **ตัวกลางโปร่งใส** และ **ตัวกลางโปร่งแสง** แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่าน **วัตถุทึบแสง** ได้

**ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20 นาที)**

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าเมื่อแสงเกิดการหักเห มุมตกกระทบและมุมหักเหที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 135 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (*การหักเหของแสง*)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (*สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเห*)
- วิธีดำเนินการมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (*ฉายแสงให้ตกกระทบแท่งพลาสติกสีเหลี่ยมมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ*)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (*แนวทางการเคลื่อนที่ของแสง มุมตกกระทบและมุมหักเห*)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำแก่นักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดให้หลอดไฟฟ้าในกล่องแสงให้อยู่ในแนวตั้งและขนานกับช่องแสง เพื่อให้ได้เส้นแสงขนาดเล็ก การบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรให้นักเรียนทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้ง 3 การวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหต้องวัดเทียบกับเส้นแนวฉากเท่านั้น และครูรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

**ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (30 นาที)**

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยการตอบคำถามทำกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและผ่านออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ จะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก ทำให้แนวรังสีของแสงเปลี่ยนไปจากแนวเดิม โดย เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่า มุมตกกระทบ ในขณะที่เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ

**ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)**

7) นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห โดยอ่านจุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 136 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (*ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห*)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (*ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห*)
- วิธีดำเนินการมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (*ออกแบบการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหของการหักเหของแสง*)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (*สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่พลาสติกและเคลื่อนที่ออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ*)

8) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำแก่นักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตั้งมุมตกกระทบ การควบคุมและระบุตัวแปร ครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

9) ให้นักเรียนตอบคำถามทำกิจกรรม ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า มุมตกกระทบมีความสัมพันธ์กับมุมหักเหโดยผ่านมุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้น มุมหักเหก็เพิ่มขึ้น

10) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกราฟที่หามาได้จากกิจกรรมที่ 3.7 ทั้ง 2 ตอน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกหรือผ่านออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก โดยเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ กล่าวคือเมื่อมุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้น มุมหักเหจะมีค่าเพิ่มขึ้น

11) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสริมเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในหนังสือเรียนหน้า 138 (pst.me/10584) สืบค้นได้จาก [https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html) เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับกราฟที่หามาได้ในตัวกลางอื่น ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบค่ามุมหักเหที่ได้จากกิจกรรมที่ 3.7 กับค่าที่ได้จากการคำนวณในทฤษฎีด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปนี้

**ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)**

12) นักเรียนตรวจสอบการบันทึกแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 1

**คนที่ 2** แผนการจัดการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนที่ 1 ขนาดของแรงโน้มถ่วง แผนที่ 2 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี และแผนที่ 3 วัสดุในชีวิตประจำวัน ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์เป็นดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2

ประเด็นที่	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1	พบจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
2	พบข้อความที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
3	ลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้		
4	ไม่พบการระบุให้ครูแสดงพฤติกรรมเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
5	ไม่พบการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
6	ไม่พบขั้นตอนการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบขั้นตอนการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
9	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		
10	ไม่พบการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		

จากตาราง 11 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2 ในประเด็นที่ 4-10 นั้นเหมือนกันทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยอยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในประเด็นที่ 1-2 นั้น มีเพียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เท่านั้น ที่พบข้อความในจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้ และทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากคำสำคัญ คือ อธิบายแนวคิด และสร้างคำอธิบายโดยใช้กฎและ/หรือทฤษฎี แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังข้อความต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ  $F = (Gm_1m_2)/r^2$

สาระการเรียนรู้: แรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ  $F = (Gm_1m_2)/r^2$

ส่วนประเด็นที่ 3 นั้น ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตัวอย่างเช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้กิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 135 (กิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร) ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวอย่างของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นดังภาพประกอบที่ 8

**7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

**1. ขั้นสร้างความสนใจ**

1. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้อยากเห็น ดังนี้

- นักเรียนรู้จักคำว่าวันอ้อมข้าวหรือไม่ เป็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)

ภาพ ตะวันอ้อมข้าว  
(<https://www.chiangmainews.co.th/page/archives/1873179/>)

- นักเรียนคิดว่าในรอบ 1 ปี ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกที่เดิมในเวลาเดิมทุกวันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ขึ้นและตกที่เดิมและเวลาเดิมทุกวันไม่เปลี่ยนแปลง หรือขึ้นและตกที่ตำแหน่งและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน)
- ถ้าดวงอาทิตย์หายไปบนที่หนึ่งใด นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับโลกของเรา (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)

**2. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาจาก POWERPOINT เพิ่มเติมและตั้งประเด็นคำถามดังนี้**

- จากเนื้อหาที่ได้ฟังไป นักดาราศาสตร์ค้นพบอะไร สิ่งที่น่าสนใจมีลักษณะอย่างไร (นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวที่มีลักษณะคล้ายระบบสุริยะของเราชื่อว่าทราพีซัส)
- นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวนี้ได้อย่างไร (ค้นพบโดยการสำรวจด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง)
- เพราะเหตุใดจึงมีความเป็นไปได้ว่าดาวเคราะห์ในระบบดาวนี้จะมียังมีชีวิต (เพราะดาวเคราะห์อยู่ในพื้นที่ที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและอาจมีน้ำเป็นองค์ประกอบ)
- ภาพที่นักเรียนสังเกตเห็นภาพนาฬิกาดาราศาสตร์และปฏิทิน ณ กรุงปราก สาธารณรัฐเช็ก คนสมัยก่อนสร้างปฏิทินจากการสังเกตสิ่งใด (จากการสังเกตดวงอาทิตย์และดวงจันทร์)
- การบอกเวลา 1 วัน 1 เดือน 1 ปี คนสมัยก่อนบอกได้อย่างไร (ระยะเวลา 1 วัน บอกจากการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ระยะเวลา 1 เดือน บอกจากรูปร่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏ ระยะเวลา 1 ปี บอกจากการเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์)

**2. ขั้นสำรวจและค้นหา**

1. นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวบริวารต่อไป

- แรงสัถย์ที่กระทำต่อวัตถุที่ไม่เท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ (ถูกต้อง)
- แรงโน้มถ่วงสามารถกระทำต่อวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุ (ถูกต้อง)
- แรงกิริยา-ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามและเกิดขึ้นบนวัตถุเดียวกัน (ไม่ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงจะมีขนาดลดลงเมื่ออยู่ห่างจากต้นกำเนิดสนามมากขึ้น (ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงมีทิศทางพุ่งออกรอบ ๆ ต้นกำเนิดสนามโน้มถ่วง (ไม่ถูกต้อง)

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4-6 คน โดยแต่ละเพศ คณะความสามารถ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วง

4. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียด

5. นักเรียนรับอุปกรณ์การทำกิจกรรม พร้อมทั้งตั้งอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม สังเกตและบันทึกผลการทดลองไปใบกิจกรรม

**3. อธิบายและลงข้อสรุป**

1. ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมว่า ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลงเมื่อระยะห่างจากศูนย์กลางของโลกมากขึ้น และขนาดของแรงโน้มถ่วงจะมากขึ้นเมื่อมวลของดาวเคราะห์มากขึ้นที่ระยะห่างเท่ากัน

3. ครูอธิบายความรู้ในหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น และเปิดแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีอัตราเท่ากับให้นักเรียนดูและร่วมกันสรุปองค์ความรู้

**4. ขยายความรู้**

ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมจาก หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 และร่วมกับอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง โดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- เพราะเหตุใดเมื่อเรานั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์ เราจะมีน้ำหนักไม่เท่ากับน้ำหนักที่ซึ่งบนโลก (แนวคำตอบ เนื่องจากขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับขนาดของมวลของผู้ซึ่งและมวลของดาว ดังนั้นดวงจันทร์ซึ่งมีมวลน้อยกว่าโลกจึงมีแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อน้อยกว่า ดังนั้นเมื่อเรานั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์จึงมีขนาดน้อยกว่าเมื่อซึ่งบนโลก)
- ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง และสัมพันธ์อย่างไร (ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับมวลของวัตถุทั้งสอง โดยเมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะเพิ่มมากขึ้น และสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างวัตถุ โดยเมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลง)

**5. ขั้นประเมิน**

1. ตรวจสอบบันทึกผลการทำกิจกรรม

2. แบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนรู้

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 2

**คนที่ 3** แผนการจัดการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนที่ 1 ไรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย แผนที่ 2 กฎของโอห์ม และแผนที่ 3 กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์เป็นตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3

ประเด็นที่	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1	ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
2	ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
3	ลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้		
4	ไม่พบการระบุให้ครูแสดงพฤติกรรมเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
5	ไม่พบการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
6	ไม่พบขั้นตอนการป้องกันหรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบขั้นตอนการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
9	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		
10	ไม่พบการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		

จากตาราง 12 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3 ในประเด็นที่ 1-2 และ 4-10 นั้นเหมือนกันทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นที่ 3 นั้น ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ซึ่งรูปแบบของกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีการกำหนดหรือแบ่งหัวข้อให้ผู้เรียนไปศึกษา และนำเสนอแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวอย่างของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นดังภาพประกอบที่ 9



### ขั้นที่ 1 เสนอสิ่งเร้าและระบุคำถามสำคัญ (Stimulating and Key questioning)(5 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย โดยให้นักเรียนสังเกตภาพ แล้วครูถามนักเรียนดังนี้



1.1 จากภาพ นักเรียนเคยเห็นคนที่มีลักษณะเหมือนในภาพหรือไม่

1.2 นักเรียนคิดว่าลักษณะโรคเหล่านี้มีการถ่ายทอดได้อย่างไร

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

### ขั้นที่ 2 แสวงหาสารสนเทศและวิเคราะห์ (Searching and Analyzing)(15 นาที)

3. ให้นักเรียนออกมาจับบัตรคำเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย

3.1 โรคธาลัสซีเมีย

3.2 ผิวเผือก

3.3 โรคซิกเคิลเซลล์

3.4 โรคท้าวแสนปม

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อที่กลุ่มของตนเองได้รับจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### ขั้นที่ 3 อภิปรายและสร้างความรู้ (Discussing and Constructing)(15 นาที)

5. ครูให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กัน

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย จาก Power point เพิ่มเติม

7. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย

### ขั้นที่ 4 สื่อสารและสะท้อนความคิด (Communicating and Reflecting)(10 นาที)

8. ให้นักเรียนทำโจทย์การถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกายในหนังสือเรียน

### ขั้นที่ 5 ประยุกต์และตอบแทนสังคม (Applying and Serving )(15 นาที)

9. นักเรียนทำโจทย์การถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกายในหนังสือเรียน

ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 3



**คนที่ 4** แผนการจัดการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนที่ 1 อัตรส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ แผนที่ 2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และแผนที่ 3 แรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์เป็นตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4

ประเด็นที่	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1	ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พบจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	
2	ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	พบข้อความที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	
3	ลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้		
4	ไม่พบการระบุให้ครูแสดงพฤติกรรมเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
5	ไม่พบการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
6	ไม่พบขั้นตอนการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบขั้นตอนการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
9	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		
10	ไม่พบการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		

จากตาราง 13 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4 ในประเด็นที่ 4-10 นั้นเหมือนกันทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนในประเด็นที่ 1 และ 2 นั้น มีเพียงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เท่านั้นที่พบจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้ และทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากคำสำคัญ คือ อธิบายแนวคิด และสร้างคำอธิบายโดยใช้

กฎและ/หรือทฤษฎี แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังข้อความต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ  $F = Gm_1 m_2 / r^2$

สาระการเรียนรู้: ดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล แรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ  $F = Gm_1 m_2 / r^2$

ส่วนประเด็นที่ 3 นั้น ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตัวอย่างเช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้กิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 37 (กิจกรรม เรื่อง จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด) ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวอย่างของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นดังภาพประกอบที่ 10

8. ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es)

นักเรียนเข้าเรียนออนไลน์ โดยทาง  
ห้อง Google classroom



วิดีโอที่ 1

ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1) ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องพันธุกรรมที่เรียนไปในคาบที่แล้ว โดยผ่านทางเกมตอบคำถาม  
ในเว็บ Quizwhizzer (<https://app.quizwhizzer.com/game/60d88b28235744000fd3fead>)




2) ครูให้นักเรียนดูแผนภาพแสดง การผสมพันธุระหว่างถั่วรุ่นพ่อแม่และการผสมพันธุระหว่างลูกรุ่นที่ 1  
และตั้งประเด็นคำถามร่วมกันว่าดังนี้

- ความหมายของพีโนไทป์ (พีโนไทป์ เป็นลักษณะที่แสดงออกซึ่งเป็นผลมาจากจีโนไทป์)
- ความหมายของฮอมอไซกัสและเฮเทอโรไซกัส (คู่แอลลีลที่เหมือนกัน เช่น TT tt เรียกว่า ฮอมอไซกัส ส่วนคู่แอลลีลที่แตกต่างกัน เช่น Tt เรียกว่า เฮเทอโรไซกัส)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20 นาที)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมเรื่องจีโนไทป์และพีโนไทป์ของสัตว์ประเภทใดเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า จีโนไทป์และพีโนไทป์ของลูกขึ้นอยู่กับลักษณะของพ่อแม่ นักเรียนจะคำนวณอัตราส่วนของจีโนไทป์และพีโนไทป์ได้อย่างไร

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการ ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 37 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (จีโนไทป์และพีโนไทป์ของสัตว์ประเภท)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (1.หาจีโนไทป์และพีโนไทป์ของสัตว์ประเภท 2.คำนวณและอธิบายอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และพีโนไทป์ของรุ่นลูกสัตว์ประเภท)
- วิธีดำเนินการมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (โยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันเพื่อหาจีโนไทป์และพีโนไทป์ในแต่ละลักษณะของสัตว์ประเภท แล้วนำพีโนไทป์ทั้งหมดมาวาดเป็นภาพสัตว์ประเภท จากนั้นเลือกจีโนไทป์ของลักษณะ 1 ลักษณะจากการทำกิจกรรมโดยกำหนดให้เป็นพ่อแม่ผสมพันธุ์กันแม่ที่มีลักษณะเดียวกันตามที่โจทย์กำหนดให้แล้วเขียนแผนภาพเพื่อหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และพีโนไทป์ของลูก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมพีโนไทป์ของแต่ละลักษณะ แล้วนำมาวาดเป็นภาพสัตว์ประเภท)

4) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเข้าไปสังเกตการทำกิจกรรมใน Google meet และให้คำแนะนำ ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การหาพีโนไทป์โดยการโยนเหรียญ การเขียนแผนภาพการผสมพันธุระหว่างพ่อแม่ ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (10 นาที)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมเรื่องจีโนไทป์และพีโนไทป์ของสัตว์ประเภทเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

6) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การเข้าคู่กันของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกหรือพีโนไทป์ที่แตกต่างกัน เป็นผลให้สัตว์ประเภท มีลักษณะแตกต่างกัน การเขียนแผนภาพการผสมพันธุจะทำให้สามารถหาอัตราส่วนจีโนไทป์และพีโนไทป์ของลูกได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

7) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม เพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรมว่า การเข้าคู่ของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์ซึ่งเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตมีพีโนไทป์ที่แตกต่างกัน ถ้าทราบจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่ เราสามารถคำนวณหาอัตราส่วนจีโนไทป์และพีโนไทป์ของลูกได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)

8) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของคุณครูคนที่ 4

จากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทั้ง 4 คน ในภาพรวมพบว่าใน ประเด็นที่ 4-10 มีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาด โอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นที่ 1-2 มีครู 3 คนที่มีการกำหนดจุดประสงค์การ เรียนรู้และสาระการเรียนรู้อยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 แผนจาก 3 แผน สำหรับลักษณะของกิจกรรมโดยภาพรวมของครูทุกคนค่อนข้าง สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทั้ง 3 แผน โดยครูมีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS)

### ผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของคุณครูที่เป็นกลุ่มที่ ศึกษาโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ที่พัฒนาขึ้นจากวิธีทัศน์การสอนที่คุณได้ทำการบันทึกและจัดส่งให้ โดย ทำการสังเกตพฤติกรรมของคุณครูที่เกิดขึ้นในขณะที่ครูปฏิบัติการสอนจำนวน 3 ครั้งต่อครูกลุ่มที่ศึกษา 1 คน ในคาบเรียนที่ตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มีการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ไว้แล้ว โดยทำการ สังเกตการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการ เรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ประเด็น ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง 14 โดยในแต่ละประเด็นการวิเคราะห์จะจัดแบ่งระดับเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสใน การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตาราง 14 ประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่	พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้
1	ครูมีการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2	ครูมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติ เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3	ครูแสดงพฤติกรรม การพูด หรือการใช้กัลยวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4	ครูมีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนในกิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้
5	ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด
6	ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
7	ครูให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบการเรียนการสอน เช่น การให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทิน
8	ครูมีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบความถี่ของผู้เรียน การอภิปรายตอบคำถาม การใช้แบบประเมิน

ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูแต่ละท่าน มีรายละเอียดดังนี้

**คนที่ 1** ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูใน 3 หัวข้อได้แก่ ครั้งที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ ครั้งที่ 2 ขนาดของแรงโน้มถ่วง และครั้งที่ 3 ตัวต้านทาน ซึ่งรายละเอียดผลการสังเกตพฤติกรรมเป็นตาราง 15

ตาราง 15 ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 1

ประเด็นที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	ไม่พบการชี้แจงจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
2	การจัดกิจกรรมค่อนข้าง	การจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น สอดคล้องกับธรรมชาติของ	เน้นการบรรยายความรู้
	วิทยาศาสตร์ เช่น	เน้นการให้	
	ผู้เรียนทำการสืบเสาะตาม		
	ขั้นตอนที่กำหนดไว้		
3	ไม่พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
4	ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
5	ไม่พบการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
6	ไม่พบการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		

จากตาราง 15 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการสังเกตพฤติกรรมของคุณครูคนที่ 1 ในประเด็นที่ 1 และ 3-8 ทั้ง 3 ครั้ง อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนในประเด็นที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2-3 นั้น การจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการบรรยายเนื้อหา มีเพียงการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 ที่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ซึ่งใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) โดยใช้ใบงานที่ดำเนินการตามกิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 135 (กิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร) ซึ่งครูได้จัดกิจกรรมโดยมีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการพูดถึงรายละเอียดและจุดประสงค์ของกิจกรรมซึ่งอยู่ในคิวอาร์โค้ดของใบงาน ครูให้นักเรียนศึกษารายละเอียดของใบงาน พร้อมกับให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนของกิจกรรม ในระหว่างทำกิจกรรมครูเน้นย้ำให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบและสังเกตผลการทดลองร่วมกัน เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการหักเหและการสะท้อนกลับหมดของแสงและชี้แจงกับนักเรียน



ว่าในคาบเรียนต่อไปจะมาทบทวนแนวคิดเกี่ยวกับการหักเหแสงอีกครั้ง จากนั้นเก็บอุปกรณ์การทดลองเข้าที่เป็นการจบกิจกรรมการเรียนรู้

**คนที่ 2** ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ ครั้งที่ 1 ขนาดของแรงโน้มถ่วง ครั้งที่ 2 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี และครั้งที่ 3 วัสดุในชีวิตประจำวัน ซึ่งรายละเอียดผลการสังเกตพฤติกรรมเป็นดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 2

ประเด็นที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	ไม่พบการชี้แจงจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
2	การจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้	การจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการบรรยายความรู้	การจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
3	พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ชัดเจน		
4	ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม	พบการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมอย่างชัดเจน	ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม
5	ไม่พบการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
6	ไม่พบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		

จากตาราง 16 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการสังเกตพฤติกรรมของคุณครูคนที่ 2 ในประเด็นที่ 1 และ 5-8 ทั้ง 3 ครั้ง อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นที่ 2 พบว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการบรรยายเนื้อหา ส่วนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ 3 มีรูปแบบการจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการให้ผู้เรียนทำการ

สืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนด ซึ่งใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตัวอย่างเช่น ในครั้งที่ 1 ที่ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมกิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชา พื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 135 (กิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร) ครูจัดกิจกรรมเริ่มจากการนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูใช้คำถาม 5 ข้อจากหนังสือเรียนของ นักเรียนเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และครูกล่าวถึงคำว่า ตะวันอ้อมข้าว ว่านักเรียนเคยได้ยิน และรู้จักหรือไม่ จากนั้นครูกล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมเรื่องขนาดของแรงโน้มถ่วงและครูให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนในหนังสือเรียน ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมครูเดินสังเกต การทำกิจกรรมและให้คำแนะนำเป็นระยะ เมื่อนักเรียนดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้น ครูทำการสรุปกิจกรรม และแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วงตามสมการ  $F = Gm_1m_2/r^2$

ผลการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นที่ 3 พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการ หลักฐาน แต่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 คุณครูมีการจัดกิจกรรมที่โดยครูให้นักเรียนวิเคราะห์กราฟ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของคนกับระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลาง และแบบจำลอง เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วงเกี่ยวกับมวลและระยะห่างระหว่างวัตถุ โดยครูให้นักเรียน วิเคราะห์และดูแนวโน้มของแต่ละปัจจัยว่าเป็นอย่างไร ให้นักเรียนสรุปและร่วมกันอภิปรายผลจากการ วิเคราะห์ จากนั้นเมื่อพิจารณาและวิเคราะห์แบบจำลองและกราฟดังกล่าวแล้ว ครูจึงสรุปการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม และในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 คุณครูใช้ข้อมูลหลักฐานจากการวิเคราะห์ กราฟเพื่ออธิบายประเภทของปฏิกิริยาเคมีโดยครูมีการจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์กราฟ ของพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้พิจารณาเปรียบเทียบพลังงานของการเกิดปฏิกิริยาเคมีในตอนต้น และตอนท้ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่าเป็นอย่างไร ให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์กราฟ และครูอธิบายเพิ่มเติมเชื่อมโยงไปถึงเรื่องประเภทของปฏิกิริยาเคมี (ประเภทดูดและคายความร้อน)

นอกจากนี้ผลการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ 3 ไม่ มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม แต่ใน การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 พบการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระบุแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนแปลงได้ ในกิจกรรมอย่างชัดเจน โดยคุณครูท่านนี้พูดอธิบายถึงกฎทรงมวลว่า

“มันคือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของทฤษฎีหรือกฎ ทั้งนี้โดยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เมื่อมีการทดลองซ้ำ ๆ จนได้ข้อเท็จจริงออกมาก็ตั้งเป็นกฎ ตามผลการทดลองที่ได้ แต่ไม่ได้แปลว่าปัจจุบันจะไม่สามารถมีอะไรที่มากล้ำงัด สมมติคุณไปเป็นนักวิทยาศาสตร์ คุณก็อาจจะทำการทดลอง ขณะที่ทำการทดลองก็อาจจะเกิดคำถามตามมาก็ได้ ก็ต้องพยายามพิสูจน์เพื่อหาคำตอบ แต่ในการพิสูจน์หรือทำการทดลอง ถ้ามันเปลี่ยนหรือแปลกใหม่ขึ้นมา เราก็อาจจะได้ข้อค้นพบใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ”

**คนที่ 3** ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ ครั้งที่ 1 โรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย ครั้งที่ 2 กฎของโอห์ม และครั้งที่ 3 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดผลการสังเกตพฤติกรรมเป็นตาราง 17

ตาราง 17 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 3

ประเด็นที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	ไม่พบการชี้แจงจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
2	การจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการบรรยายความรู้		
3	ไม่พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
4	ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
5	ไม่พบการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
6	ไม่พบการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่พบการให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		

จากตาราง 17 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการสังเกตพฤติกรรมของคุณครูคนที่ 3 ในทุกประเด็น อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ของครูจะเน้นไปที่การบรรยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ในการสอนเรื่องโรคทางพันธุกรรม ครูบรรยายถึงสาเหตุของการเกิดโรคทางพันธุกรรม แนวโน้มและโอกาสในการเกิดความผิดปกติของโรคทางพันธุกรรม และยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม จากนั้นจึงยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมแล้วให้นักเรียนฝึกทำโจทย์โดยมีครูเป็นผู้แนะนำและให้คำอธิบาย

**คนที่ 4** ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ ครั้งที่ 1 อัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ ครั้งที่ 2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และครั้งที่ 3 แรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งรายละเอียดผลการสังเกตพฤติกรรมเป็นตาราง 18

ตาราง 18 ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูคนที่ 4

ประเด็นที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	ไม่พบการชี้แจงจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
2	การจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้	การจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการบรรยายความรู้	การจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
3	ไม่พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
4	ไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม		
5	ไม่พบการบ่งชี้หรือเชื่อมโยงกิจกรรมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
6	ไม่พบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
7	ไม่การให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
8	ไม่พบการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน		

จากตาราง 18 จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของผลการสังเกตพฤติกรรมของคุณครูคนที่ 4 ในประเด็นที่ 1 และ 4-8 ทั้ง 3 ครั้ง อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1-2 มีรูปแบบการจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการให้ผู้เรียนทำการสืบเสาะตามขั้นตอนที่กำหนด ซึ่งใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตัวอย่างเช่น ในครั้งที่ 1 ที่ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร (สสวท. หน้า 37) โดยคุณนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้แอปพลิเคชัน Quiz Whizzer ทบทวนความหมายของคำว่าจีโนไทป์และฟีโนไทป์แล้ว เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมเรื่อง จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม โดยเริ่มจากการศึกษาขั้นตอนในการทำกิจกรรมและดำเนินการตามขั้นตอนของกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนนำเสนอและร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมดังกล่าวร่วมกัน และสุดท้ายครูสรุปผลการทำกิจกรรม

ในประเด็นที่ 3 พบว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1-2 ไม่พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 พบการแสดงพฤติกรรมของครูเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน แต่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูให้นักเรียนดูรูปภาพความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของคนกับระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลางโลก และเชื่อมโยงถึงเรื่องแรงโน้มถ่วง จากนั้นครูให้คำถามชวนคิดว่า แรงโน้มถ่วงที่แต่ละดาวมันไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง ครูชวนนักเรียนวิเคราะห์กราฟดังกล่าว จากนั้นครูให้นักเรียนเขียนกราฟจากข้อมูลในตารางน้ำหนักของคนในแต่ละดาวเคราะห์

จากผลการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทั้ง 4 คน ในภาพรวมพบว่าในประเด็นที่ 1 และ 5-8 มีการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นที่ 2 มีคุณครู 3 คน ที่มีการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 1-2 ใน 3 ครั้งที่มีการสังเกตการจัดการเรียนรู้ โดยส่วนใหญ่ใช้รูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es) ตามกิจกรรมที่อยู่ในหนังสือเรียนของนักเรียน สำหรับประเด็นที่ 3 มีคุณครู 2 คน ที่อยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูแสดงพฤติกรรมเพื่อเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ชัดเจน จำนวน 1-2 ครั้ง จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ครั้ง นอกจากนี้ในประเด็นที่ 4 พบคุณครูเพียงท่านเดียวเท่านั้น ที่จัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือมีการกล่าวถึงธรรมชาติและระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมอย่างชัดเจน โดยพบพฤติกรรมดังกล่าวจำนวน 1 ครั้ง จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ครั้ง

ทั้งนี้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ของคุณครูกลุ่มที่ทำการศึกษา  
ทั้ง 4 คนสามารถนำมาสรุปและเปรียบเทียบได้ดังแสดงในตาราง

ตาราง 19 สรุปและเปรียบเทียบข้อมูลความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติ  
ของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ของคุณครูกลุ่มที่  
ทำการศึกษา

ประเด็น	ครูคนที่ 1	ครูคนที่ 2	ครูคนที่ 3	ครูคนที่ 4
ความเข้าใจ แนวคิด ธรรมชาติของ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ บูรณาการอยู่ ในตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้	อธิบายแนวคิด ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ เป็นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ บางส่วนที่อธิบาย สอดคล้องกับข้อชาย AAAS เป็นแนวคิดใน ด้านการสืบเสาะหา ความรู้มากที่สุด รองลงมาเป็นด้านโลก ในมุมมองแบบ วิทยาศาสตร์และไม่ พบในด้านการทาง วิทยาศาสตร์	อธิบายแนวคิด ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ข้อชายของ AAAS ในด้านการสืบ เสาะหาความรู้มาก ที่สุด และแนวคิดใน ด้านโลกในมุมมอง แบบวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทาง วิทยาศาสตร์จำนวน เท่ากัน	อธิบายแนวคิด ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ข้อชายของ AAAS ในด้านการสืบ เสาะหาความรู้มาก ที่สุด รองลงมาเป็น แนวคิดใน ด้าน กิจการทาง วิทยาศาสตร์ และ ด้านโลกในมุมมอง แบบวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ	อธิบายแนวคิด ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ข้อชายของ AAAS ในด้านการสืบ เสาะหาความรู้มาก ที่สุด รองลงมาเป็น แนวคิดในด้านโลก ในมุมมองแบบ วิทยาศาสตร์และ ด้านกิจการทาง วิทยาศาสตร์ ตามลำดับ



ตาราง 19 (ต่อ)

ประเด็น	ครูคนที่ 1	ครูคนที่ 2	ครูคนที่ 3	ครูคนที่ 4
ความเข้าใจการ จัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ตาม ตัวชี้วัดและสาระ การเรียนรู้	เข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวทางแบบ Implicit ด้วยการทำการทดลอง ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการใช้ ทักษะและกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยไม่ต้องระบุ แนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ออกมา	เข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางแบบ Explicit ด้วยการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือ การค้นคว้าและนำเสนอข้อมูล การใช้คำถามอภิปราย แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างกิจกรรม และครูสรุปแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่าง ชัดแจ้งหลังทำกิจกรรม		
การออกแบบ แผนการจัดการ เรียนรู้	- ประเด็นที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ Implicit 1 แผน - ประเด็นที่ 2 กำหนดสาระการ เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์แบบ Implicit 1 แผน - ประเด็นที่ 3 มีลักษณะของ กิจกรรมแบบ Implicit ทุกแผน ประเด็นที่ 4 - 10 จัดการเรียนรู้ แบบพลาตโอกาสในการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุก แผน	- ประเด็นที่ 1-2, 4-10 จัดการเรียนรู้แบบพลาต โอกาสในการสอน ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในทุกแผน - ประเด็นที่ 3 มีลักษณะ ของกิจกรรมแบบ Implicit ทุกแผน	- ประเด็นที่ 1 กำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบ Implicit 1 แผน - ประเด็นที่ 2 กำหนด สาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง กับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบ Implicit 1 แผน - ประเด็นที่ 3 มีลักษณะ ของกิจกรรมแบบ Implicit ทุกแผน - ประเด็นที่ 4 - 10 จัดการเรียนรู้แบบพลาต โอกาสในการสอน ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในทุกแผน	

ตาราง 19 (ต่อ)

ประเด็น	ครูคนที่ 1	ครูคนที่ 2	ครูคนที่ 3	ครูคนที่ 4
การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	- ประเด็นที่ 1, 3-8 พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง - ประเด็นที่ 2 ลักษณะการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบ Implicit 1 ครั้ง	- ประเด็นที่ 1, 5-8 พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง - ประเด็นที่ 2 ลักษณะการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบ Implicit 2 ครั้ง - ประเด็นที่ 3 เป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ Implicit 2 ครั้ง - ประเด็นที่ 4 กล่าวถึงและระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ Explicit 1 ครั้ง	ประเด็นที่ 1-8 พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง	- ประเด็นที่ 1, 4-8 พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง - ประเด็นที่ 2 ลักษณะการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบ Implicit 2 ครั้ง - ประเด็นที่ 3 เป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ Implicit 1 ครั้ง

หมายเหตุ

Implicit หมายถึง เป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Explicit หมายถึง ชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## บทที่ 5

### สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

#### คำถามการวิจัย

1. ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างไร

1.1 ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง อย่างไร

1.2 ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง อย่างไร

2. ครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างไร

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ศึกษาความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาความเข้าใจครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ศึกษาการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและบันทึกเทปการสัมภาษณ์ครูกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 4 คน เกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่
2. ทำการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้กรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่
3. ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยทำการสังเกตผ่านวีดิทัศน์บันทึกการสอนในชั้นเรียนที่ครูได้ทำการบันทึกและจัดส่งให้และจากการเข้าสังเกตชั้นเรียนจริงจำนวน 3 ครั้งต่อครูกลุ่มที่ศึกษาแต่ละคน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ตามตัวแปรที่ทำการศึกษาโดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

- 1.1 ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากข้อมูลที่ผู้วิจัยทำการถอดเทป
- 1.2 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ทั้งหมดมาตีความสร้างข้อสรุปความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ โดยสรุปและนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความ

#### 2. การปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

- 2.1 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนมาทำการสรุปผลเกี่ยวกับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่
- 2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนมาวิเคราะห์ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นสรุปผลเกี่ยวกับ

พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตร

2.3 นำข้อมูลจากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูแต่ละคนมาทำการการตีความสร้างข้อสรุป โดยนำเสนอเป็นแบบพรรณนาความ

## สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

### 1. ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์กลุ่มที่ศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในด้านแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

#### 1.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. ในภาพรวมคุณครูมีความเข้าใจว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เคยปรากฏชัดเจนในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ในหลักสูตรฉบับเดิมนั้นไม่ได้หายไป แต่ถูกแทรกหรือบูรณาการอยู่ในมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ (พ.ศ. 2560)

2. ในภาพรวมคุณครูสามารถระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และโดยส่วนใหญ่อธิบายและยกตัวอย่างแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดสอดคล้องกับขอบข่ายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด เช่น แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายปรากฏการณ์

#### 1.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. มีคุณครูจำนวน 2 คน คือ คุณครูคนที่ 1 และ 2 ที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ผ่าน

การทำการทดลองโดยไม่ต้องระบุแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาโดยตรง และคุณครูอีก 2 คน คือ คุณครูคนที่ 3 และ 4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้คำถามเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรม หรือการให้นักเรียนค้นคว้าและนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วครูสรุปกิจกรรมโดยมีการบ่งชี้แนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

2. คุณครูทั้ง 4 คน มีความเข้าใจว่าในการออกแบบวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องมีความเข้าใจในแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนแล้วจึงทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้และกำหนดแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ จากนั้นจึงสอดแทรกแนวความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้หรือพิสูจน์ความรู้

3. คุณครูทั้ง 4 คน ได้เสนอแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลายวิธี โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ถูกนำเสนอมากที่สุด คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) โดยเน้นการใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

## 2. การปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่เป็นดังนี้

1. ในภาพรวมคุณครูทุกคนมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2. แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทุกคนในภาพรวมอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีเพียงประเด็นลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้



แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และในบางแผนการจัดการเรียนรู้พบว่ามีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่มีข้อความที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทุกคนในภาพรวมอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกเว้นในบางประเด็นที่พบระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระดับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.1) ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่ามีคุณครู 3 คนที่มีลักษณะของการจัดกิจกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีคุณครูคนที่ 3 เพียงคนเดียวที่มีลักษณะของการจัดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการบรรยายความรู้ให้ผู้เรียนฟัง

3.2) การเป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าคุณครูคนที่ 2 และ 4 แสดงพฤติกรรมที่เป็นแบบอย่างแต่ไม่ได้มีการสะท้อนหรือระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจน ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.3) การกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรม พบว่ามีคุณครูคนที่ 2 เพียงคนเดียวที่มีการกล่าวถึงและระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบังชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## อภิปรายผล

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลออกเป็น 2 ประเด็นหลัก ประกอบด้วย ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่ และการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่

สามารถอภิปรายผลได้ 4 ประเด็น ดังนี้

#### 1.1 ครูมีความเข้าใจว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกบูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดสอดคล้องกับในคู่มือการใช้หลักสูตร

จากการสัมภาษณ์ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ พบว่า คุณครูทั้ง 4 ท่าน มีความเข้าใจว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เคยปรากฏชัดเจนในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ในหลักสูตรฉบับเดิมนั้น ไม่ได้หายไป แต่ถูกแทรกหรือบูรณาการอยู่ในมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ (พ.ศ. 2560) และสามารถระบุตัวชี้วัดและยกตัวอย่างแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัด สะท้อนให้เห็นว่าคุณครูตระหนักว่ามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ปรับปรุงใหม่ยังคงให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความเข้าใจนี้มีความสอดคล้องกับในคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ได้มีการระบุถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และได้มีการอ้างอิงกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายของ AAAS ไว้สำหรับให้ครูใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-10)

#### 1.2 ครูระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดได้แต่ไม่สอดคล้องกัน และไม่ครอบคลุมกับแนวคิดที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้หลักสูตร

จากการที่ในภาพรวมคุณครูได้ระบุตัวชี้วัดและยกตัวอย่างแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่อยู่ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายปรากฏการณ์ และวิธีการหรือ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีความสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผู้วิจัยและคณะได้ทำการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ฉบับปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2560 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่าในหลักสูตรมีตัวชี้วัดที่บูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 35 ตัวชี้วัด และวิทยาศาสตร์ให้การอธิบายและพยากรณ์ 19 ตัวชี้วัด (Pinkheaw et al., 2022, p. 86) จึงมีความเป็นไปได้เช่นกันว่าเกิดจากการที่ในหลักสูตรขาดการเน้นการบูรณาการแนวคิดในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามจากการที่พบว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์ที่ระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นข้อความเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่าย AAAS และพบว่าโดยส่วนใหญ่คุณครูระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดเดียวกันได้ไม่ตรงกันและไม่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดตามกรอบการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่โดยผู้วิจัย รวมถึงคุณครูอธิบายยกตัวอย่างแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครอบคลุมกับแนวคิดที่ถูกระบุไว้ในคู่มือการใช้หลักสูตรโดยเฉพาะในด้านโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่าตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรอาจยังขาดความชัดเจนเพียงพอที่จะช่วยให้ครูทุกคนสามารถทำการวิเคราะห์แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ออกมาได้ตรงกัน และครูแต่ละคนอาจจะยังมีความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำกัดจึงไม่สามารถวิเคราะห์และอธิบายแนวคิดที่บูรณาการอยู่ได้ตัวชี้วัดได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงหลักสูตรโดยเพิ่มข้อความที่สะท้อนถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และควรส่งเสริมให้ครูมีความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมตามขอบข่ายของ AAAS มากขึ้นโดยเฉพาะในด้านโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สาวิตร์ สิทธิชัยกานต์, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, และ โชติมา หนูพริก, 2559, น. 133)

### 1.3 ครูตระหนักถึงความสำคัญของการมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อการวางแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับ PCK for Teaching NOS ในด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการที่คุณครูทุกคนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ตรงกันว่า การที่คุณครูจะสามารถจัดการเรียนรู้ให้สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูจะต้องมีความเข้าใจในแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้และกำหนดแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ พบว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาที่เห็นตรงกันว่าในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นที่คุณครูเองก็ต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักสำคัญที่ส่งเสริมให้คุณครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Nouri, Saberi, McComas, & Mohammadi, 2021, p. 606)

จากการที่คุณครูได้อธิบายถึงกระบวนการในการออกแบบวางแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้และกำหนดแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ จากนั้นจึงสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่าคุณครูมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (PCK for teaching NOS) ในด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ระบุไว้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูจะต้องพิจารณาเนื้อหาสาระในเอกสารหลักสูตรว่าในปีการศึกษานั้น ๆ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ลักษณะหรือขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรว่าอะไรเป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ควรนำมาสอน (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2555, น. 246-247)

#### 1.4 คุณมีความเข้าใจทั้งที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการที่พบว่ามีความรู้จำนวน 2 คน คือ คุณครูคนที่ 1 และ 2 มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยคุณครูคนที่ 2 ได้ระบุอย่างชัดเจนว่านักเรียนจะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกระบวนการที่ได้ทำ สอดคล้องกับผลการวิจัยของขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555, น. 130) ที่ได้ทำการศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และพบว่าคุณครูมีความเชื่อว่านักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผ่านการทำโครงการหรือทำโครงงานบูรณาการด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การที่คุณครูคนที่ 1 และ 2 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากการที่คุณครูไม่ได้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรีโดยคุณครูคนที่ 1 ได้เรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรีเมื่อ 30 ปีก่อน ซึ่งในช่วงเวลานั้นยังไม่มี การส่งเสริมแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 2006) และคุณครูคนที่ 2 ไม่เคยเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรี ในขณะที่คุณครูคนที่ 3 และ 4 ซึ่งมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ผ่านการเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรีโดยเพิ่งจบการศึกษาในช่วง 5-7 ปีที่ผ่านมา ซึ่งในหลักสูตรระดับปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในปัจจุบันได้มีการสอนแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและให้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2565)

นอกจากนี้การที่คุณครูไม่ได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังอาจเกิดจากการความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณครูที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงงานเพื่อสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือการให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์โดยใช้กฎหรือทฤษฎีเพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคล้าย



กับผลการวิจัยของปริณดา ลิมปานนท์ (2547, น. 118) ที่ทำการศึกษาการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์และพบว่าครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญต่อการสอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน ทั้งนี้การที่ครูมุ่งเน้นไปที่กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจเกิดจากการที่ครูครุคิดว่าความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรเรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์เข้ากับเนื้อหาได้ง่ายกว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แนวคิดอื่น ๆ ดังที่ครูคนหนึ่งที่ 3 ได้กล่าวว่า “ไม่ว่าจะเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาซึ่งความรู้ ความเชื่อหรือปรัชญาต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ส่วนตัวคิดว่าจะเน้นไปทางวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่า เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในเวลาที่เราสอน แต่อย่างอื่นเอามาเข้ากับเนื้อหาอาจจะยากนิดนึง ”

อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยของ คริสเฟอร์ และ อับดุล เอล คาลิก (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002) พบว่า การสอนโดยใช้แนวทางการจัดเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูจึงไม่ควรคิดว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมหรือการได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการยากที่นักเรียนจะสามารถรับรู้และเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้หรือการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจน และควรตระหนักว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นส่วนหนึ่งเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998; Lederman et al., 1998)

## 2. การปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

สามารถอภิปรายผลได้ 3 ประเด็น ดังนี้

### 2.1 ครูขาดความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แม้ว่าครูทุกคนจะมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุตัวชี้วัดที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติ



ของวิทยาศาสตร์ รวมถึงอธิบายแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ แต่พบว่าในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ครูไม่ได้มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อีกทั้งไม่ว่าครูจะมีความเข้าใจในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือแบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ครูทุกคนก็ไม่ได้มีการออกแบบลักษณะของกิจกรรมแบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนในองค์ประกอบอื่น ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ก็เป็นการจัดการเรียนรู้แบบพลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่าครูทุกคนยังขาดความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คล้ายคลึงกับงานวิจัยของนนทวุฒิ นิยมวงษ์, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ พัฒนี จันทร์โรทัย (2558, น. 123) ที่ได้ทำการศึกษาสภาพการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของอาจารย์ มหาวิทยาลัยรัฐแห่งหนึ่ง พบว่า อาจารย์ทั้งหมดไม่ได้มีการวางแผนเพื่อบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในการสอน โดยไม่ได้วิเคราะห์เนื้อหาของรายวิชาที่ตนเองต้องการสอนว่ามีโอกาสสำหรับการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ รวมทั้งไม่ได้เชื่อมโยงให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองออกมา มีเพียงเนื้อหาวิชาที่ต้องการจัดการเรียนการสอนให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาเท่านั้น

สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้ครูไม่สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

1. ครูมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยไม่ตระหนักถึงความจำเป็นในการระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในแผนการจัดการเรียนรู้

2. ครูมีความเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแทรกอยู่แล้วในตัวชีวิต สามารถเขียนอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยการกำหนดเป็นสมรรถนะด้านทักษะและกระบวนการ รวมถึงทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้สอดแทรกอยู่แล้วในกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง การทำโครงการ ดังนั้น ครูจึงไม่ได้มีการระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างชัดเจน

3. ครูไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชีวิตกับเนื้อหาและกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

4. ครูอาจยังได้รับการฝึกฝนพัฒนาทักษะในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในระหว่างที่เรียนระดับปริญญาตรีหรือในการอบรมเกี่ยวกับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอและยังขาดความเข้าใจในองค์ประกอบของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. ครูออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยยึดตามกิจกรรมที่อยู่ในหนังสือเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูอาจไม่สัมพันธ์กัน

จากผลการวิจัยพบว่าครูคนที่ 3 ซึ่งมีความเข้าใจในวิธีการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมเป็นแบบพลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ยกเว้นมีลักษณะของการจัดกิจกรรมเป็นแบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกแผน แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคุณครูท่านนี้จัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับพลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง โดยเน้นการสอนแบบบรรยาย ขณะที่คุณครูคนที่ 2 ซึ่งมีความเข้าใจในวิธีการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลับพบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ได้มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางแผน และมีลักษณะของกิจกรรมแบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกแผน รวมถึงในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณครูแสดงพฤติกรรมที่เป็นแบบอย่างในการสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกล่าวถึงและระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อค้นพบนี้สะท้อนให้เห็นว่าความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับพฤติกรรมการสอนของครูอาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรง (Lederman, 2006, pp. 852-853)

ในกรณีของคุณครูคนที่ 3 สอดคล้องกับผลการวิจัยของชวีญหญิง ทิพแก้ว (2555) และสาวิตรี สิทธิชัยกานต์ (2559) ที่พบว่า แม้ว่าครูจะมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ก็ไม่ได้นำแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น การที่ครูคนที่ 3 ต้องจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ทำให้ครูไม่สามารถให้

นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจึงเน้นการสอนแบบบรรยายโดยครูไม่สามารถรับรู้ได้ว่ากิจกรรมหรือสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถที่สอนหรือสอดแทรกแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางแง่มุมได้ (Akerson & Abd-El-Khalick, 2003)

### 2.3 ครูขาดความสามารถในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้พบว่าในประเด็นลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้และลักษณะของการจัดการเรียนรู้ของคุณครู 3 ท่าน มีลักษณะเป็นแบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของภาณี มณีชม (2556) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถของครูชีววิทยาในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และพบว่า ครูชีววิทยาจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยมากที่สุด และเมื่อนำผลจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยนี้มาพิจารณาโดยใช้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่วิจัยและพัฒนาขึ้นโดยสาวิตรี สิทธิชัยกานต์ และคนอื่นๆ (2559) จะพบว่า ครูยังขาดการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสร้างบรรยากาศให้นักเรียนแสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ การใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน รวมไปถึงการชี้แนะหรือบ่งชี้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามตัวบ่งชี้ที่ขาดเพื่อให้ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ถึงแม้ว่าครูทุกคนจะมีความเข้าใจกระบวนการในการออกแบบวางแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ในภาคปฏิบัติกลับไม่พบว่าครูมีการศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรว่ามีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่ตนเองสอน และครูไม่ได้นำแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากวิเคราะห์มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้และพิจารณาความเชื่อมโยงของแนวคิดดังกล่าวกับให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ (Schwartz & Lederman, 2002) รวมถึงไม่พบว่าครูได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน โดยการเลือกกลยุทธ์วิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์และแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แม้ว่าโดยส่วนใหญ่ครูจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการให้

นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ แต่ยังคงขาดการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ ดังนั้นโดยภาพรวมครูยังไม่สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ การวิจัยในครั้งนี้ต่อไป และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ดังนี้

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง พบว่า คุณครูทั้ง 4 ท่าน มีมุมมองเกี่ยวกับแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่อยู่ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกแนวคิดที่ระบุไว้ในเอกสารคู่มือการใช้หลักสูตร ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้ครูมีความรู้เข้าใจเกี่ยวแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมให้ครบถ้วนในทุกแนวคิดและทุกด้านตามขอบข่ายของ AAAS ตามที่ระบุในเอกสารคู่มือการใช้หลักสูตร และควรมีการพัฒนาความสามารถของครูในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดว่ามีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อะไรที่บูรณาการอยู่ในแต่ละตัวชี้วัด รวมถึงสามารถเชื่อมโยงบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดได้ เพื่อให้ครูสามารถออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ มากยิ่งขึ้นโดยควรมีอบรมพัฒนาครูหรือจัดทำเอกสารประกอบหลักสูตรที่จะช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เข้าสู่การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. จากผลการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางพบว่า คุณครูได้นำเสนอแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ค่อนข้างจะสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ยังคงขาดกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อช่วยให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. จากผลการศึกษาการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทั้ง 4 คน อยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเกือบทุกประเด็น มีเพียงลักษณะของกิจกรรมที่จัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้รับเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของคุณครูทั้ง 4 คน อยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเกือบทุกประเด็น ยกเว้นลักษณะการจัดกิจกรรมซึ่งจัดอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยหรือไม่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้นไม่มีคุณครูคนใดเลยที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายหรือสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติออกมาอย่างชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนได้สร้างความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรมีการส่งเสริมพัฒนาให้คุณครูในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยพัฒนาให้คุณครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเน้นให้คุณครูมีการกำหนดและระบุเป้าหมายหรือจุดประสงค์เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ เพื่อให้คุณครูสามารถที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ และควรมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงพฤติกรรมของคุณครูที่จะช่วยให้ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงควรมีการส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของคุณครูโดยเน้นให้คุณครูมีบทบาทในการกระตุ้นหรือส่งเสริม นักเรียนให้สามารถสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาได้ และครูเป็นแบบอย่าง que แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามปกติ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. อาจใช้แนวทางการศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นเดียวกันในจำนวนที่มากขึ้นหรือในระดับชั้นอื่น เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน หรือเพื่อเป็นการยืนยันผลของการวิจัย และนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

2. อาจเพิ่มการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณครูวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะวัดความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



เพื่อตรวจสอบว่าครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และความเข้าใจดังกล่าวส่งผลถึงความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ควรมีการอบรมพัฒนาวิชาชีพครูทั้งก่อนประจำการและครูประจำการเพื่อให้มีความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมและครอบคลุมตามข้อบ่งชี้ของ AAAS ซึ่งเป็นแนวคิดแบบร่วมสมัย โดยอาจเพิ่มเติมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทย และควรแนะนำและฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับการจัดการเรียนรู้ที่พลาดโอกาสในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาจเพราะครูยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวปฏิบัติและการฝึกปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ และคู่มือการใช้หลักสูตร โดยมีการวิเคราะห์และกำหนดกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องเหมาะสมกับบริบทการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทย ซึ่งไม่จำเป็นต้องอ้างอิงจากกรอบของ AAAS เท่านั้น จากนั้นปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้โดยบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้น และแสดงแนวคิดที่บูรณาการในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้อย่างชัดเจนเพื่อช่วยให้ครูมีความเข้าใจที่ตรงกัน รวมถึงในคู่มือการใช้หลักสูตรควรมีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเชื่อมโยงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ครูสามารถจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยอาจศึกษาตัวอย่างการเชื่อมโยงจากเอกสาร NGSS

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร ควรมีการพัฒนาคู่มือสำหรับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และแนวปฏิบัติสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยอาจใช้



กรอบในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และแบบวิเคราะห์พฤติกรรมจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม  
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาคู่มือ



## บรรณานุกรม

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 22*(7), 665-701.
- Akerson, V. L., & Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching element of nature of science : A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(10), 1025-1049.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Association for Science Teacher Education (ASTE). (2020). *2020 NSTA Standards for Science Teacher Preparation*. Retrieved from [https://theaste.org/wp-content/uploads/2019/01/2020-NSTA-Standards1-6\\_FINAL.pdf](https://theaste.org/wp-content/uploads/2019/01/2020-NSTA-Standards1-6_FINAL.pdf)
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching, 27*(5), 429-446.
- Clough, M. P. (1997). Strategies and activities for initiating and maintaining pressure on students' naive views concerning the nature of science. *Interchange 28*(2&3), 191-204.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Teacher Education, 95*, 145-167.
- Kenyon, L. O. (2003). *The effect of explicit, inquiry instruction on freshman college science majors' understanding of the nature of science*. (Dissertation of Doctor). University of Houston.
- Khisfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' view of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(7), 551-578.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom

- practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916–929.
- Lederman, N. G. (2006). Chapter 28 Nature of Science: Past, Present, and Future. *In Curriculum and Assessment in Science* (pp. 831-880). Chicago: Illinois Institute of Technology.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. *In Lederman Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879).
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas. (ed). *The Nature of Science in Science Education* (pp. 83-126). Netherlands: Kluwer Academic.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., & Schwartz, R. S. (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.
- Lederman, N. G., Wade, P. D., & Bell, R. L. (1998). Assessing understanding of the nature of science: a historical perspective. In W. F. McComas. (ed). *The Nature of Science in Science Education* (331-350). Netherlands: Kluwer Academic.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998a). An Introduction. *In The Nature of Science in Science Education* (pp. 511-532). Netherland: Kluwer Academic.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998b). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. *In The Nature of Science in International Science Education Rationales and Strategies* (pp. 3-39). Los Angeles, California: Kluwer Academic.
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Ministry of Education. (2015). *The New Zealand Curriculum*. education.govt.nz website: Retrieved from <https://www.education.govt.nz/>
- Mumba, F. (2005). *Influence of explicit instruction and reflection on mathematics and*

- science teaching fellows' views of the nature of science.* (Dissertation of Doctor). Illinois State University, Chicago
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- National Science Teaching Association (NSTA). (2000). Nature of science. *Why Learn About Nature of Science?* nsta.org website: Retrieved from <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- NGSS Lead States. (2013a). *Appendix H – understanding the scientific enterprise: the nature of science in the next generation science standards.* Retrieved from <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/resource/files/Appendix%20H%20-%20The%20Nature%20of%20Science%20in%20the%20Next%20Generation%20Science%20Standards%204.15.13.pdf>
- NGSS Lead States. (2013b). *Next generation science standards: for states, by states.* Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states>
- Nouri, N., Saberi, M., McComas, W. F., & Mohammadi, M. (2021). Proposed teacher competencies to support effective nature of science instruction: a metasyntesis of the literature. *Journal of Science Teacher Education*, 32(6), 601-624.
- Oothoudt, B. (2008). *Development of an instrument to measure understanding of the nature of science as a process of inquiry in comparison to pseudoscience.* (Master's thesis). California State University, Long Beach.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy.* Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa\\_19963777](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa_19963777)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2017). PISA 2015

Science Framework. *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, 19 - 49. Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework\\_9789264281820-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en)

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). Chapter 4 PISA 2018 science framework. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, (PISA 2018 Assessment and Analytical Framework), 97-117. Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework\\_f30da688-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_f30da688-en)

Pinkheaw, T., Promkatkeaw, T., & Khumwong, P. (2022). The nature of science in new science learning indicators of thai basic education core curriculum: documentary research. *Srinakharinwirot science journal*, 38(1), 83-94.

Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (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.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14

Young, N. J. (2011). *The Effect of Explicit Instruction on Student Views of The The Nature of Science and Science Related Attitudues*. (Master's thesis). University of Southern California, Los Angeles.

เกียรติศักดิ์ ชินวงศ์. (2545). การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยใช้ห้องเรียนธรรมชาติ. *วารสารวิชาการ*, 4(11), 13-27.

ไพโซ แสงดารา. (2556). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach)*. (ปริญญาโทบริหารศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โรชวรรณนา เซฟโฆลาม, และ ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์. (2564). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(2), 276-286.

โรชวรรณนา เซฟโฆลาม. (2562). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม*

เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม. (ปริญญาณีพนธ์ปริญญาดุขฎิบัถนทิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กฤติยาณี เจริญลอย. (2557). *การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัถนทิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กลุ่มพัฒนากระบวนการเรียนรู้ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ชนิษฐา ปาโท. (2555). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง พลังงาน โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัถนทิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ขวัญหญิง ทิพแก้ว. (2555). *การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัถนทิต). เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ขวัญหญิง ทิพแก้ว, และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). *การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง*. *วารสารปริชาติ ฉบับพิเศษ*, 25(3), 75-84.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2555). *ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Pedagogical Content Knowledge for Teaching Nature of Science)*. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 2(2), 232-259.

นพคุณ สุขสวัสดิ์. (2559). *การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*



- ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด. (ปริญญาณีพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. นพภัทร สัจจาลเพ็ชร, ชาตรี ฝ้ายคำตา, และ อภิสสิฏฐ์ สงสะเสน. (2560). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอม. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(2), 271-296.
- นัฐพงษ์ ฤทธิโชติ. (2559). การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวคิดเรื่อง พันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นันทวุฒิ นิยมวงษ์, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ พัฒน์ จันทโรทัย. (2558). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 10(28).
- บุษกร เชี่ยวจินดาگانต์. (2561). เทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา. วารสารศิลปศาสตร์ปริทัศน์, 13(25), 102-118.
- ปริญดา ลิ้มปานานท์. (2547). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปริญดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์. (2562). การศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 10(2), 246-262.
- พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น. วารสารวิทยาศาสตร์, 63(1).
- พิเชษฐ สุริยะเพ็ญ. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ที่เน้นการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. (ปริญญาณีพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พิมพ์พิรุณ ปัญญา, และ ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2559). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7(2), 265-284.

พิรุณ ไพรสนิท. (2556). การวิจัยและพัฒนากลยุทธ์เพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : การวิจัยผสม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภาณี มณีชม. (2556). ความสามารถในการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนของครูชีววิทยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. (2565). มคอ. 3 รายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ [รายละเอียดของรายวิชา]: คณะวิทยาศาสตร์และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ล้วน สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วทัญญู วุฒิวรรณ, จันทร์พร พรหมมาศ, และ สุมาลี กาญจนชาติรี. (2560). รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์, 28(1), 124-139.

วิภาวี จินดานุรักษ์. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้และการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2555). คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND). (2563). ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (PISA THAILAND). (2565). เกี่ยวกับ PISA. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.

สราวัตน์ สุขผ่องใส. (2558). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง กฎของแก๊สและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาวิตรี สิทธิชัยกานต์. (2559). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษา. (ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, และ โชติมา หนูพริก. (2559). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์.

วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 10(2).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุนันทา กองตาพันธุ์. (2556). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีและปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาดีละห์ แจ๊ะแม. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีของต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา).

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี ฝ้ายคำตา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. อาจารย์ ดร.โรชวรรณงา เซฟโฆลาม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา







ภาคผนวก ข  
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นและข้อคำถามในการสัมภาษณ์กับจุดประสงค์ในการสัมภาษณ์

จุดประสงค์ในการสัมภาษณ์	ประเด็นและคำถามในการสัมภาษณ์	ดัชนีความสอดคล้อง	แปลผล
		IOC	
เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปและประสบการณ์เรียนรู้และความเข้าใจพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คุณครูจบการศึกษาจากสาขาวิชาอะไร และคณะอะไร	1	นำไปใช้ได้
	คุณครูมีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์มาเป็นเวลากี่ปีและสอนในระดับชั้นไหนมาบ้าง	1	นำไปใช้ได้
	ปัจจุบันคุณครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนรายวิชาอะไรบ้าง และสอนกี่ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1	นำไปใช้ได้
	คุณครูเคยได้เรียนรู้หรือได้รับการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	1	นำไปใช้ได้
	คุณครูเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร และมีความสำคัญอย่างไร	0.67	นำไปใช้ได้
	คุณครูคิดว่าควรส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนหรือไม่ เพราะอะไร	1	นำไปใช้ได้
	คุณครูคิดว่าควรส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในประเด็นหรือแนวคิดใดบ้าง	1	นำไปใช้ได้
	คุณครูคิดว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร	1	นำไปใช้ได้
เพื่อศึกษาความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	สืบเนื่องจากการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ.2560 ซึ่งได้มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ นั้น คุณครูสามารถระบุหรือยกตัวอย่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ได้หรือไม่ หากได้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใด โปรดอธิบาย	1	นำไปใช้ได้
	ขอให้คุณครูอ่านตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ต่อไปนี้ แล้วพิจารณาว่าคุณครูเห็นแนวคิด	1	นำไปใช้ได้
เพื่อศึกษาความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	คุณครูคิดว่าจะจัดการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ข้างต้นแต่ละข้ออย่างไร เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่คุณครูได้ระบุ	0.67	นำไปใช้ได้
	คุณครูคิดว่าจะจัดการเรียนรู้อย่างไรเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่ของนักเรียน	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้กับแนวคิด และทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ เป็นกรอบการวิเคราะห์	ประเด็นในการวิเคราะห์ แผนการจัดการเรียนรู้	ดัชนีความ สอดคล้อง	แปลผล
		IOC	
มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่าง ชัดเจน	มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
มีการกำหนดแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยที่เป็น เป้าหมายในการเรียนรู้ในเชิงพุทธิ พิสัย	มีการกำหนดสาระการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
จัดการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การ สำรวจ การทดลอง การทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรม อื่น ๆ ตาม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเองและลงมือ ปฏิบัติ	ลักษณะของกิจกรรมในขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้โดยภาพรวมสอดคล้องกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตาม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติ	1	นำไปใช้ได้
ระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูแสดง พฤติกรรม การพูด หรือการใช้กลวิธี ต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้กับ นักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีการระบุให้ครู แสดงพฤติกรรม การพูด หรือการใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนในการสะท้อน ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
มีการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนใน กิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรม	ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีการระบุถึง แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏ อย่างชัดเจนในกิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรม	0.67	นำไปใช้ได้
ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อ บ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่ นักเรียนได้ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด	มีขั้นตอนที่ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย เพื่อบ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่ นักเรียนได้ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ เป็นกรอบการวิเคราะห์	ประเด็นในการวิเคราะห์ แผนการจัดการเรียนรู้	ดัชนีความ สอดคล้อง	แปลผล
		IOC	
นักเรียนได้ร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	มีขั้นตอนการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุป เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบ การเรียนการสอน	มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบการเรียนการ สอน เช่น การให้นักเรียนเขียนบันทึกลงนิติน	1	นำไปใช้ได้
มีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการ ต่าง ๆ	มีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอภิปราย ตอบคำถาม การใช้แบบประเมิน	1	นำไปใช้ได้
มีการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อ การเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มีการใช้หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้กับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบการวิเคราะห์	ประเด็นในการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้	ดัชนีความสอดคล้อง IOC	แปลผล
มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	ครูมีการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
จัดการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติ	โดยภาพรวมครูมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติ เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
ระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูแสดงพฤติกรรม การพูด หรือการใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้นักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ครูแสดงพฤติกรรม การพูด หรือการใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแบบอย่างให้นักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้
มีการระบุถึงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนในกิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรม	ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ครูมีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และระบุแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนในกิจกรรมหรือที่แฝงอยู่ในกิจกรรม	1	นำไปใช้ได้
ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อ บ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่นักเรียนได้ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด	ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบ่งชี้หรือเชื่อมโยงว่ากิจกรรมหรือสิ่งที่นักเรียนได้ทำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และในประเด็นใด	0.67	นำไปใช้ได้
นักเรียนได้ร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ เป็นกรอบการวิเคราะห์	ประเด็นในการวิเคราะห์ พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้	ดัชนีความ สอดคล้อง	แปลผล
		IOC	
นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบ การเรียนการสอน	ครูให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หลังจบการเรียนการ สอน เช่น การให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทิน	1	นำไปใช้ได้
มีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการ ต่าง ๆ	ครูมีการประเมินแนวคิดธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอภิปรายตอบคำถาม การใช้แบบประเมิน	1	นำไปใช้ได้





ภาคผนวก ค  
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

**แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์  
เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้  
แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่**

**ข้อมูลการสัมภาษณ์**

รหัสผู้ให้สัมภาษณ์ .....

วันที่สัมภาษณ์ .....

เวลาที่สัมภาษณ์ .....

สถานที่สัมภาษณ์ .....

ผู้สัมภาษณ์ .....

**การกล่าวนำ**

1. ผู้สัมภาษณ์และนักวิจัย และทำการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัย

สวัสดีครับ ผม นายศรวิทย์ พินเขียว นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับการอนุมัติ  
จากบัณฑิตวิทยาลัยให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความเข้าใจและการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ใน  
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 วัตถุประสงค์ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจ  
ของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระ  
การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 และ 2)  
เพื่อศึกษาการปฏิบัติของครูในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้น  
เรียนตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ตัวอยากรวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และสังเกตการ  
จัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับบทสัมภาษณ์

เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 ของการวิจัย จึงขออนุญาต  
สัมภาษณ์ความเข้าใจของคุณครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการ  
สัมภาษณ์จะประกอบด้วย 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของคุณครู ประเด็นที่ 2  
ประสบการณ์และความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ  
ประเด็นที่ 3 ความเข้าใจของคุณครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม  
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งจะใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 60 นาที  
ในระหว่างที่ทำการสัมภาษณ์คุณสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระหรือเพิ่มเติม  
ประเด็นอื่น ๆ ได้ รวมถึงสามารถเลือกที่จะไม่ตอบคำถามในบางประเด็นหรือหยุดการให้  
สัมภาษณ์ได้ตามความสนใจ ทั้งนี้ในขณะทำการสัมภาษณ์ผมขออนุญาตทำการบันทึก

**ประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์**

**ประเด็นที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์**

1. คุณครูจบการศึกษาจากสาขาวิชาอะไร และคณะอะไร
2. คุณครูมีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์มาเป็นเวลาที่ปีและสอนในระดับชั้นในมา  
บ้าง
3. ปัจจุบันคุณครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนรายวิชาอะไรบ้าง และสอนที่ชั่วโมงต่อสัปดาห์

**ประเด็นที่ 2 ประสบการณ์และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์**

4. คุณครูเคยได้เรียนรู้หรือได้รับการอบรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
5. คุณครูเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร และมีความสำคัญอย่างไร
6. คุณครูคิดว่าควรส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนหรือไม่ เพราะ  
อะไร
7. คุณครูคิดว่าควรส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในประเด็นหรือ  
แนวคิดใดบ้าง
8. คุณครูคิดว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

**ประเด็นที่ 3 ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์  
ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง**

3.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในตัวชี้วัดและ  
สาระการเรียนรู้

9. สืบเนื่องจากการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี พ.ศ.2560 ซึ่งได้มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในตัวชี้วัดและ  
สาระการเรียนรู้ นั่น คุณครูสามารถระบุหรือยกตัวอย่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่มีการ  
บูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ได้หรือไม่ หากได้ตัวชี้วัดและสาระการ  
เรียนรู้ นั้น ๆ มีการบูรณาการแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใด โปรดอธิบาย
10. ขอให้คุณครูอ่านตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ต่อไป แล้วพิจารณาว่าคุณครูเห็นแนวคิด  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการอยู่ในแต่ละข้อหรือไม่ อย่างไร

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครู  
วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้  
แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่

**กรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์  
ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่**

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้**  
รหัสครูสอน..... วิชา..... รหัสวิชา.....  
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง..... เรื่องที่สอน.....  
เวลาในการสอน..... ชั่วโมง..... นาที  
รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้  
.....
2. จุดประสงค์การเรียนรู้  
.....  
.....
3. สาระสำคัญ  
.....
4. กิจกรรมการเรียนรู้ (โดยสังเขป)  
.....  
.....  
.....
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้  
.....  
.....

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**

ประเด็นในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้	ระดับการวิเคราะห์		
	1	2	3
1. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/> ไม่พบจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/> พบจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	<input type="checkbox"/> พบจุดประสงค์ที่สอดคล้องและมีข้อความที่เป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน
<b>ข้อมูลหลักฐานประกอบผลการวิเคราะห์/ ข้อสังเกต</b>			
2. มีการกำหนดสาระการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/> ไม่พบข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/> พบข้อความที่สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ระบุเป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน	<input type="checkbox"/> พบข้อความที่เป็นแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน
<b>ข้อมูลหลักฐานประกอบผลการวิเคราะห์/ ข้อสังเกต</b>			

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างกรอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฉบับปรับปรุงใหม่



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ตรีวิทย์ พิณเขียว
วัน เดือน ปี เกิด	25 พฤษภาคม 2536
สถานที่เกิด	แพร่
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2562 ครุศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป)

