

รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้  
วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วทันัญญ วุฒิวรรณ

ดุขฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาดุขฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มกราคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุष्ฎีนิพนธ์ และคณะกรรมการสอบดุष्ฎีนิพนธ์ ได้พิจารณา  
ดุष्ฎีนิพนธ์ของ วฑัฒญ วุฒิมิวรรณ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษาดุष्ฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมดุष्ฎีนิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.จันทรพร พรหมมาศ)

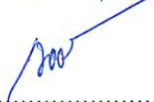
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี)

คณะกรรมการสอบดุष्ฎีนิพนธ์

..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)

..... กรรมการ  
(ดร.จันทรพร พรหมมาศ)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับดุष्ฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษาดุष्ฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 23 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ครั้งที่ 2 ปีการศึกษา 2557

## กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ ดร.จันทิพร พรหมมาศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติตรี อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ ที่ได้ช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่ ตลอดจนให้ปรึกษาแนะแนวทางที่ถูกต้อง และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ครู และผู้ประสานงานในการเก็บข้อมูลทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมการพัฒนาครั้งนี้ด้วยความเต็มใจ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ สมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้ความรัก กำลังใจ และความห่วงใยผู้วิจัยอย่างดียิ่งจนสามารถสำเร็จการศึกษา นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมสาขา และต่างสาขาทุกคน รวมถึงผู้ร่วมงานในคณะศึกษาศาสตร์ทุกคนที่ได้ให้กำลังใจ และช่วยเหลือสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

วทันัญญ วุฒิวรรณ

55810125: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: รูปแบบการพัฒนาครู/ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์/ การออกแบบการจัดการเรียนรู้

วาทัญญู วุฒิวรณ: รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้  
วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ELEMENTARY TEACHERS DEVELOPMENT  
MODEL FOR SCIENCE SUBJECT INSTRUCTIONAL DESIGN INTEGRATED NATURE OF  
SCIENCE) คณะกรรมการควบคุมคุรุสภา: จันทพร พรหมมาศ, ค.ด., สุมาลี กาญจนชาติ, ค.ด.  
174 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเพื่อประเมินรูปแบบ  
การพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินจากความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้  
วิชาวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา การดำเนินการวิจัย  
แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีแนวคิดและทฤษฎี  
ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครู การเรียนรู้ผู้ใหญ่ และทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)  
และระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูประถมศึกษา  
จำนวน 27 คน ระยะเวลาที่ใช้ 36 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ  
การพัฒนาครู 2) แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบวัดความเข้าใจ  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษา มีกระบวนการพัฒนาครูดังนี้  
ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนการจัด  
การเรียนรู้ ให้ครูทุกคนมีความรู้และความใจตรงกัน ขั้นวิเคราะห์ร่วมกัน ครูร่วมวิเคราะห์การเขียน  
แผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ ขั้นจัดการปรับปรุง ครูร่วมกัน  
ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และขั้นสะท้อนความคิด  
ครูนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว และวิธีการการทำงานร่วมกันของกลุ่มในการวิเคราะห์  
แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันว่ามีกระบวนการทำงานอย่างไร 2) ครูประถมศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนน  
ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.86 คะแนนสูงกว่าก่อนเข้ารับ  
การพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ครูประถมศึกษา  
มีค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับ 2.76 คะแนนสูงกว่า  
ก่อนเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

55810125: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D.  
(CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: TEACHER DEVELOPMENT MODEL/ NATURE OF SCIENCE/  
INSTRUCTIONAL DESIGN

WATANYOU WUTTHIWAN: ELEMENTARY TEACHERS DEVELOPMENT MODEL  
FOR SCIENCE SUBJECT INSTRUCTIONAL DESIGN INTEGRATED NATURE OF SCIENCE.  
ADVISORY COMMITTEE: CHANPHORN PROMMAS, Ph.d., SUMALEE KANJANACHATREE,  
Ph.d. 174 P. 2017.

The purposes of this research were to develop the model for elementary school teacher to design instruction on teaching science by incorporating nature of science, and to evaluate the developed model through evaluating the elementary school teacher's ability in: designing science subject instruction and understanding of nature of science. The study process comprised two phases. The first phase was developing the model for elementary school teacher to be able to design instruction on teaching science by integrating nature of science, utilizing the concept of teacher professional development, adult learning and constructivism theory. The second phase was evaluating the effectiveness of the developed model. The samples were 27 elementary school teachers. The time spent for evaluation process was 36 hours. The tools used in the study were: 1) lesson plan for using the developed model, 2) instructional design assessment form, and 3) the test on understanding the nature of science. The statistics for data analyses were mean, standard deviation, and t-test.

The research results were: 1) the teacher development model consisted of the following activities: the preparation stage, it is for preparing the knowledge on the nature of science, knowledge on instructional design to build the background knowledge, the analysis stage, the teachers analyzed to assure that the lesson plan incorporates the nature of science, the revision stage, the teachers revise the lesson plan according to the revision requirement, the final stage, the reflection stage, the teachers reflect and present the revised lesson plan. 2) Concerning the evaluation of the developed model, it was found that scores on the instructional design ability of the teachers was at 2.86 which are significantly higher than the pretest score at the .05 level. 3) The elementary school teacher possesses the score of understanding of nature of science after participating in the development model at 2.76 which is significantly higher than the pre participation at the .05 level.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย .....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	9
การพัฒนาครู .....	9
การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Adult learning).....	26
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) .....	35
ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) .....	50
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	54
กลุ่มสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	63
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	66
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	71
ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ	
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	71

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาคูประถมศึกษา ให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ .....	87
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
4.1 สัญลักษณที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
4.2 ระยะเวลาที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการพัฒนาคูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	90
4.3 ระยะเวลาที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาคูประถมศึกษา ให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ .....	93
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	102
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	104
5.2 อภิปรายผล .....	107
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	112
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	113
บรรณานุกรม .....	114
ภาคผนวก.....	123
ภาคผนวก ก .....	124
ภาคผนวก ข .....	128
ภาคผนวก ค .....	158
ภาคผนวก ง.....	166
ภาคผนวก จ .....	171
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	174



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบลักษณะการเรียนรู้ของผู้ใหญ่และวิธีสอน.....	31
2	ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	43
3	เครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	48
4	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนา และหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู.....	94
5	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง เข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู.....	95
6	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู.....	96
7	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู.....	98
8	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนา และหลังการพัฒนาของครูประถมศึกษา.....	99

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	5
2 หลักการของรูปแบบการพัฒนาคู.....	75
3 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาคูซึ่งกำหนดขึ้นจากหลักการของรูปแบบ การพัฒนาคู.....	76
4 กระบวนการพัฒนาคูซึ่งได้จากการวิเคราะห์หลักการ และวัตถุประสงค์ ของรูปแบบการพัฒนาคู .....	80

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เนื่องด้วยวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ความรู้ และกระบวนการที่ช่วยให้มนุษย์สามารถพัฒนาวิธีคิดได้อย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ และสร้างสรรค์เทคโนโลยี นวัตกรรม ตลอดจนเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์เพื่อใช้ในการทำงานและการดำรงชีพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 1) กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลักในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยมุ่งหวังให้เยาวชนทุกคนเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551 ก, หน้า 62-67) ในฐานะหน่วยงานที่ดูแลด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยได้ระบุว่า “การศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีเป้าหมายเพื่อให้มีความสำคัญกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และสามารถอยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณภาพ” เมื่อพิจารณาผลการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับนานาชาติ เช่น Programme for international students assessment ซึ่งประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ที่ตอบสนองเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำซึ่งไม่ถึงในระดับพื้นฐาน และต่ำมากกว่าค่าเฉลี่ย OECD (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 18-19) ผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าควรมีการเตรียมพร้อมให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เพราะเป็นการวางพื้นฐาน สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมให้การเรียนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพในการเรียนระดับที่สูงขึ้นต่อไป ซึ่งนักการศึกษาด้านการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการศึกษา วิจัย และพัฒนานวัตกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนมาโดยตลอด ดังเช่น การสอนแบบ Learning cycle การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem based learning) และการสอนเชิงรุก (Active learning) เป็นต้น ซึ่งนวัตกรรมเหล่านี้ได้ถูกเผยแพร่สู่ครูผ่านการฝึกอบรม การประชุมสัมมนา บทความ เอกสาร หนังสือหรือสื่อต่าง ๆ ตลอดเวลา แต่จากผลการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์อาจจะยังไม่ได้ำนานวัตกรรมการสอนเหล่านั้นไปใช้

อย่างจริงจัง หรือตัวครูเองมีความรู้ความเข้าใจไม่เพียงพอที่จะนำนวัตกรรมต่าง ๆ ไปใช้ในห้องเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น จึงเป็นประเด็นศึกษาที่น่าสนใจเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย การเรียนรู้ทั้งตัวเนื้อหาสาระ ซึ่งเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจสิ่งเหล่านี้ ซึ่งเรียกว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) McComas, Clough and Almazroa (2000, pp. 3-39) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย ความหมายของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ National Science Teachers Association (2003, p. 16) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าปราศจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์” Bell, Maeng, Peters and Sterling (2010, p. 2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า “ขณะที่เรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อค้นหาความรู้ เช่น การสังเกต การสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนับได้ว่านักเรียน ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปในขณะเดียวกันโดยที่นักเรียนไม่รู้ว่่าสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรมเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” นอกจากนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ มีข้อจำกัดหรือขอบเขตของวิทยาศาสตร์ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย วิธีการ และการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาของ Lederman (1992), สิริธนาภิกษุ กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล (2548, หน้า 133-145) พบว่า เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้ นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และเกิดความตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์ รวมถึงเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมากยิ่งขึ้น ความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ได้ดียิ่งขึ้น และ McComas, Almazroa and Clough (1998) ได้ระบุว่า ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ ของนักเรียน เช่น นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อวิชา วิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีได้

ในประเทศไทย หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดให้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์อยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็น สาระบูรณาการ หมายความว่าเมื่อครูสอนวิทยาศาสตร์เนื้อหาอะไร ระดับใด ครูต้องออกแบบ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดแทรกการสนทนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปด้วยเสมอ ครูวิทยาศาสตร์ จึงควรมีความรู้ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนไม่คลาดเคลื่อน Schwartz and Lederman (2001) กล่าวว่า “การที่ครูสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่สอน จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีทำให้เข้าใจเนื้อหา นั้นสมบูรณ์มากขึ้น” ซึ่ง ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ได้ศึกษาพบว่า ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลอย่างมากในการตัดสินใจและการปฏิบัติการสอนของครู แต่ผลการวิจัยของ Abd-El-Khalick and BouJaoude (1997) Bell (2008) และ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) พบว่า ครูส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และยังไม่สามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีพอสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งงานวิจัยของเสาวลักษณ์ โรมมา (2551) พบว่า ครูยังขาดความชัดเจน เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คือ วิทยาศาสตร์ ประยุกต์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความจริงแท้ และสามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวที่จะทำให้ได้มาซึ่งความรู้ ฏกอยู่เหนือธรรมชาติ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นขั้นตอนตายตัว และวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ไม่มีความสัมพันธ์กัน แม้ว่า ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะถูกบรรจุไว้ในเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มานาน หลายปี แต่ครูส่วนใหญ่ยังขาดความชัดเจน และไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปสอดแทรกในบทเรียนได้ ซึ่งเห็นได้จากผลการประเมินต่าง ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในอนาคตจึงมีความคาดหวังในตัวครูที่เป็นกลไกสำคัญ ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้ ที่หลากหลาย และคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน มีการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความตื่นตัว ทำทหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง สร้างบรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดี

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องรู้และเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนา การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคุณภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาครูที่ผ่านมาเน้น การพัฒนาเชิงปริมาณมากกว่าเชิงคุณภาพ และผลการพัฒนาครูยังไม่ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2553) จึงควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับ การสอนวิทยาศาสตร์จัดการอบรมสัมมนาครูให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสอนธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ และควรให้ความสำคัญกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งของครู

และนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์มีทัศนคติในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดี และสามารถสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่นักเรียนยังไม่มี ความเข้าใจได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การเป็น ผู้รู้วิทยาศาสตร์ต่อไปได้ (ขวัญหญิง ทิพแก้ว และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2555, หน้า 82-83)

จากสาเหตุข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู โดยเฉพาะครูประถมศึกษา ที่เป็นผู้วางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่ให้นักเรียนให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ครูสามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นและสอดคล้องแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกเนื้อหา และครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ โดยได้นำหลักการเรียนรู้ผู้ใหญ่มาเป็นแนวคิดในการพัฒนารูปแบบด้วย เพราะแนวคิดของการเรียนรู้ผู้ใหญ่จะไม่เพิ่มภาระให้กับครูระหว่างเข้ารับการพัฒนา สามารถ นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้จริง และเกิดประโยชน์ต่อการทำงานของครู ใช้กระบวนการที่เน้นให้ครู เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติแล้วเชื่อมโยงความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้รับกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วก่อนเรียนกับเพื่อนครู จัดกิจกรรม ที่ทำให้ครูเห็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่ดีอย่างเป็นรูปธรรม กระตุ้นให้ครูคิด และมีส่วนร่วม ในการพัฒนาทุกขั้นตอน

## คำถามการวิจัย

1. รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
2. รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ครูประถมศึกษาออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

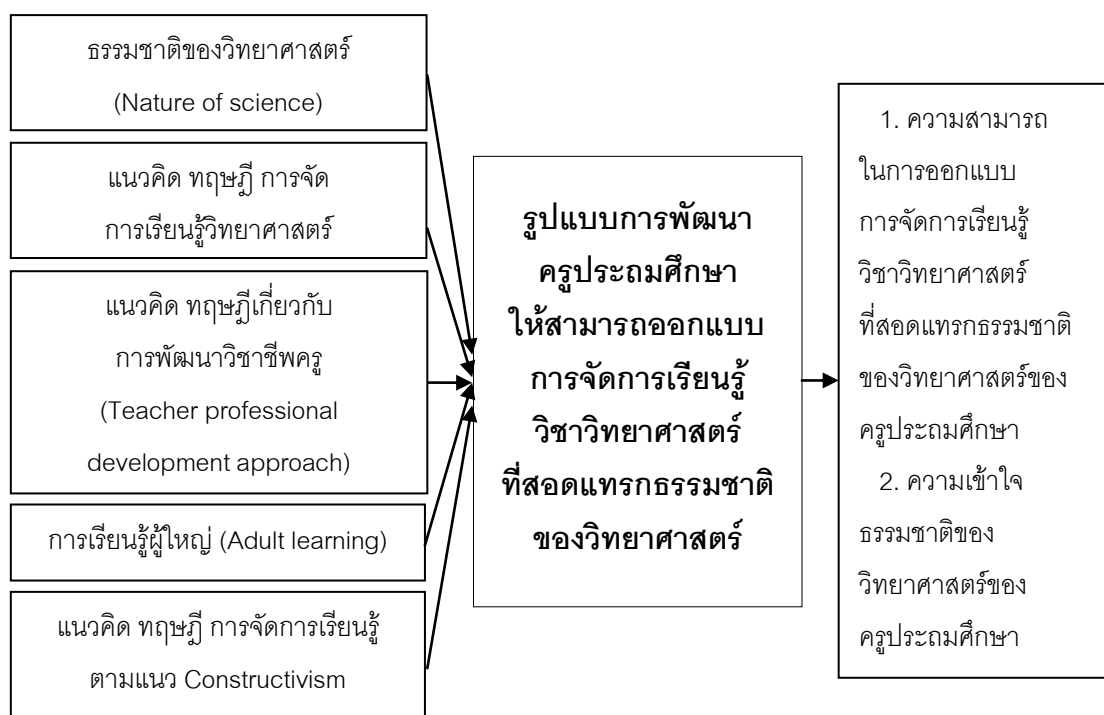
## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อประเมินรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินจาก ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา

## สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาหลังเข้ารับการพัฒนาลูกสูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนาลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาหลังเข้ารับการพัฒนาลูกสูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนาลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาให้มีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ที่สามารถนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างแท้จริง
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครูสามารถนำรูปแบบการพัฒนาครูไปใช้ในการส่งเสริมศักยภาพครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ผู้บริหาร ครู และผู้เกี่ยวข้องด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้แนวทางในการพัฒนา รูปแบบการออกแบบการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องจาก เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร

4. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้น ได้แนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ครู และนักเรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน

### ขอบเขตของการวิจัย

โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

#### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้แก่ ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดชลบุรีที่มี 5 อำเภอ 28 โรงเรียน จำนวน 58 คน

#### 2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 27 คน สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดชลบุรี ซึ่งผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากครู วิทยาศาสตร์ 7 โรงเรียน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling) และมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 รวบรวมรายชื่อโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดชลบุรี จากสำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัดชลบุรี

2.2 เลือกโรงเรียนที่มีระดับประถมศึกษา พบว่ามี 5 อำเภอ แต่ละอำเภอมีโรงเรียน ดังนี้

อำเภอเมืองชลบุรี	16	โรงเรียน
อำเภอบางละมุง	2	โรงเรียน
อำเภอบ้านบึง	2	โรงเรียน
อำเภอพนัสนิคม	3	โรงเรียน
อำเภอศรีราชา	5	โรงเรียน

2.3 สุ่มกลุ่มตัวอย่างอำเภอในจังหวัดชลบุรีได้ 2 อำเภอ คือ อำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอศรีราชา มีโรงเรียนทั้งหมด 21 โรงเรียน



2.4 สุ่มกลุ่มตัวอย่างระดับโรงเรียนได้ 7 โรงเรียน คือ โรงเรียนเทศบาลแหลมฉบัง 1 โรงเรียนเทศบาลแหลมฉบัง 2 โรงเรียนอนุบาลเมืองใหม่ชลบุรี โรงเรียนวัดเขาเชิงเทียนเทพาราม โรงเรียนชุมชนวัดหนองค้อ โรงเรียนเทศบาลบ้านศรีมหาธาตุ และโรงเรียนเทศบาลวัดราชบุรี นิยมธรรม

2.5 สุ่มกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากครูที่ได้ ในแต่ละโรงเรียน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง ได้ครู จำนวน 27 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองรูปแบบฯ คือ 36 ชั่วโมง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษา หมายถึง แบบแผนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยมีกระบวนการที่เน้นให้ครูเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติแล้วเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเข้ากับความรู้ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยใช้หลักการเรียนรู้ผู้ใหญ่ที่จะไม่เพิ่มภาระให้กับครูระหว่างเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์ต่อการทำงานของครู จัดกิจกรรมที่ทำให้ครูเห็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ดีอย่างเป็นรูปธรรม กระตุ้นให้ครูคิด และมีส่วนร่วมในการพัฒนาทุกขั้นตอน ซึ่งรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษา ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนาครู และการวัดและประเมินผล

2. ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยแสดงออกเป็น แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาสาระได้อย่างเหมาะสม และมุ่งเรียนรู้ทั้งเนื้อหา และกระบวนการ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จาก แผนการจัดการเรียนรู้ของครูประถมศึกษาโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 2 ด้าน คือ ความรู้ เกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubric) 4 ระดับ จำนวน 7 ด้าน คือ

2.1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2 ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3 การระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้  
มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

2.4 ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดแทรกธรรมชาติ  
ของวิทยาศาสตร์

2.5 ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหา

2.6 ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน

2.7 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล

3. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา หมายถึง ความเข้าใจ  
ของครูประถมศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า เน้นลักษณะเฉพาะของ  
วิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์  
กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายอยู่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ การทดลอง และการค้นพบเพื่อให้ได้  
คำตอบ ซึ่งเป็นความจริงที่ตรงกัน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้  
ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้  
ได้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการพัฒนาครู มีจำนวน 8 ประเด็น ประกอบด้วย

3.1 โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้

3.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

3.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

3.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้

3.5 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

3.6 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ

3.7 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย

3.8 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคำถามแบบปรนัย จำนวน  
14 ข้อ ครอบคลุม 8 ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ให้ครูแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ  
คือ เข้าใจ เข้าใจบางส่วน และไม่เข้าใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้มีความสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การพัฒนาครู
2. การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Adult learning)
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)
4. ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)
5. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
6. กลุ่มสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### การพัฒนาครู

การพัฒนาครูเป็นการพัฒนาวิชาชีพ (Professional development) ที่มีจุดประสงค์ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมรรถนะครูให้สามารถจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพ จากการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศสามารถ เสนอประเด็นที่สำคัญในการพัฒนาครู ดังนี้

#### จุดมุ่งหมายของการพัฒนาครู

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2009) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้ของครูที่ต้องใช้ในบริบทเรื่องต่าง ๆ ให้ทันต่อเหตุการณ์
2. เพื่อพัฒนาครูเกี่ยวกับทักษะ ทศนคติ วิธีการการสอน เทคนิคการสอน และการวิจัยทางการศึกษา
3. เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับหลักสูตร หรือการเรียนการสอน
4. เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับโรงเรียนในการพัฒนาและใช้กลยุทธ์ใหม่ ๆ เกี่ยวกับหลักสูตรและด้านอื่น ๆ ของการเรียนการสอน

5. เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล และความเชี่ยวชาญในกลุ่มครูและบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

6. เพื่อช่วยให้ครูที่มีประสบการณ์น้อยกลายเป็นครูที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

National Science Teachers Association (2000) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการพัฒนาครูไว้ว่า เพื่อผลิตครูที่มีคุณภาพ มีความรู้ ความเข้าใจทั้งความรู้ด้านวิชาชีพครู ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน ให้นักเรียนเห็นคุณค่า ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป้าหมายของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ต้องการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นหนักด้านเนื้อหา แต่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจลึกซึ้ง และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 ข) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมุ่งพัฒนาครูให้มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงจัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับนโยบายการศึกษาของชาติ โดยการพัฒนาทั้งด้านเนื้อหาความรู้ ความสามารถในการบริหารจัดการ รวมถึงความสามารถในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ที่ดีควรจัดประสบการณ์ให้ครูเหมือนกับที่ครูจะได้พบจริงในชั้นเรียน เพราะจะทำให้ครูมีความเข้าใจ และตระหนักว่าวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีเป็นอย่างไร เพื่อครูจะสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับกลับไปสอนในชั้นเรียนได้ รวมถึงเปิดโอกาสให้ครูได้ทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สะท้อนความคิดเห็น และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง

Dass (1999), Hassel (1999) และ Louck-Horseley (2000) ได้สรุปจุดมุ่งหมายในการพัฒนาครู ดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ทักษะการสอน ส่งเสริมสมรรถภาพทางสติปัญญา และความเป็นผู้นำของครูและนักการศึกษา
3. เพื่อส่งเสริมให้ครูเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้การสะท้อนความคิดอย่างสร้างสรรค์ของครูวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้ครูใช้วิธีในการสืบเสาะปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ใช้เหตุผลและข้อค้นพบจากการวิจัยประกอบการตัดสินใจ และการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ยนต์ ชุ่มจิต (2535) กล่าวว่า ครูเป็นบุคคลสำคัญที่สุดต่อการพัฒนาสังคมและการศึกษาของชาติ เพราะครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาบุคคลในสังคมให้มีความเจริญงอกงามอย่างเต็มที่ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาชาติบ้านเมืองต่อไป ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการพัฒนาครูการพัฒนาครูสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. เพื่อช่วยพัฒนาคุณภาพและวิธีการทำงานของครู ทำให้ครูมีสมรรถภาพในการสอนมีความเพิ่มขึ้น เข้าใจบทบาทหน้าที่และปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ไขข้อบกพร่องให้ดีขึ้น
2. การพัฒนาครูช่วยประหยัดเวลา และลดความสูญเปล่าทางวิชาการ เพราะครูได้รับการพัฒนาจนเป็นครูที่มีคุณภาพนั้น ย่อมไม่ทำสิ่งใดผิดพลาดง่าย ๆ สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สอนนักเรียนได้ผลเต็มที่และตรงตามจุดประสงค์
3. การพัฒนาครูช่วยให้ครูได้เรียนรู้งานในหน้าที่ได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูบรรจุใหม่ หรือครูที่ย้ายไปทำการสอนที่แห่งใหม่ เป็นต้น
4. การพัฒนาครูช่วยแบ่งเบา หรือลดภาระหน้าที่ของผู้บังคับบัญชาหรือหัวหน้างาน เพราะครูได้รับการพัฒนาอย่างดีและต่อเนื่อง จะมีความเข้าใจในงานการสอน และงานอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี
5. การพัฒนาครูช่วยกระตุ้นให้ครูปฏิบัติงานเพื่อความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงาน กล่าวคือ ทำให้ครูทุกคนได้มีโอกาสก้าวหน้าไปสู่ตำแหน่งทางวิชาการ หรือการบริหารที่มีสถานภาพดีขึ้น
6. การพัฒนาครูช่วยให้ครูเป็นบุคคลที่ทันสมัยอยู่เสมอทั้งในด้านความรู้ และเทคโนโลยีต่าง ๆ รวมทั้งหลักการปฏิบัติงานและเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

ปรีชาญ เดชศรี (2547, หน้า 55-62) อธิบายว่า การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะครูวิทยาศาสตร์มีหน้าที่พัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเนื้อหาสาระ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่จะทำการสอน
2. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในตัวนักเรียนที่แตกต่างกันในด้านสังคม ร่างกาย อารมณ์ ครอบครัวย และสิ่งแวดล้อม
3. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนแบบต่าง ๆ และสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับนักเรียน

4. ครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และวัยของนักเรียน

5. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความสามารถในการจัดหลักสูตรสถานศึกษาได้อย่างเหมาะสม

6. ครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถพัฒนาและใช้การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ได้

7. การนำผู้รู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน

การพัฒนาคุณภาพของครูด้านความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนการสอน ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ก็มีหน้าที่ในการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้ค้นพบ เป็นผู้คิดอย่างพินิจพิเคราะห์ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันแล้ว การพัฒนาครูจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งตามที่สถาบันผลิตครูและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการพัฒนาครูไว้

#### **ลักษณะและบทบาทของครูวิทยาศาสตร์**

ครูวิทยาศาสตร์เป็นกลไกสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิชาที่ครูต้องศึกษาค้นคว้า ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพราะความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ครูจึงต้องแสวงหาความรู้เพื่อถ่ายทอดให้กับนักเรียนที่ต้องเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิต และการประกอบอาชีพ ครูวิทยาศาสตร์จึงควรมีลักษณะและบทบาทที่ครูวิทยาศาสตร์ควรจะเป็น เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการพัฒนาตนเองให้เหมาะสม ได้มีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้อธิบายลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Simpson and Brown (1997, pp. 211-213) กล่าวถึง ลักษณะของครูวิทยาศาสตร์

ดังนี้

1. สามารถประเมินพฤติกรรมในห้องเรียนของตนเอง
2. ตั้งใจสอนและรับผิดชอบในการสอน
3. มอบหมายงานให้นักเรียนตามความสามารถ และความสนใจ
4. มีความสามารถในการออกแบบการทดลอง และเตรียมปฏิบัติการในห้องทดลอง
5. มีความสามารถในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
6. มีความสามารถในการสอนด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย

7. มีความสามารถในการสร้าง และปรับปรุงแผนการสอน บันทึกรายการสอน และเนื้อหา  
วิทยาศาสตร์

8. มีความสามารถในการพัฒนาการสอนเพื่อจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางสติปัญญา  
ของนักเรียน

9. มีความสามารถในการกระตุ้น และสนับสนุนให้นักเรียนจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์

10. มีความสามารถในการกำหนดจุดมุ่งหมายอื่น ๆ ในโปรแกรมวิทยาศาสตร์

และบทเรียนวิทยาศาสตร์

11. มีความสามารถในการสอนโดยคำนึงถึงความปลอดภัย

12. มีความสามารถในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม

American Association for the Advancement of Science (1990) ได้ระบุลักษณะ  
ของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. มีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สำคัญ และกฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์

3. มีความตระหนักถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่ส่งผลต่อกัน

4. มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์

6. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542, หน้า 64) ได้กล่าวถึงลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้วิชาชีพครู และความรู้ในวิชาพื้นฐานทั่วไป

2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะวิชาชีพครู

3. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพครู

กรมวิชาการ (2545) อธิบายลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างดี รวมถึง

วิธีการเรียนรู้ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนักเรียน พร้อมทั้งจะเรียนรู้เรื่องราวใหม่ ๆ พร้อมกับนักเรียน

5. เป็นผู้ที่มีความสนใจใฝ่หาความรู้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุง

และพัฒนาตนเอง

6. มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ มีการใช้สื่อการเรียนรู้อย่างหลากหลาย และสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้

7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในอาชีพครูในฐานะครูวิชาชีพ

8. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับเพื่อนครูในโรงเรียนและชุมชน เพื่อหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, หน้า 18-47) ได้กำหนดลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ว่าควรเป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจเนื้อหาสาระ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างครอบคลุมหลักสูตร และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมถึงจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน ตัวอย่างของมาตรฐานที่ 1 ของมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ด้านความรู้

1.1 มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งด้านสาระความรู้ และด้านกระบวนการเรียนรู้

ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้ ความเข้าใจในภาระงาน การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรู้ ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ตามสาขาวิชาที่สอน และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผู้เรียน

ตัวบ่งชี้ที่ 4 มีความรู้ ความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และใช้การสำรวจตรวจสอบเป็นวิธีการในการศึกษาวิทยาศาสตร์

1.2 มีความรู้ และความตระหนักในความสำคัญของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ ความเข้าใจในความสำคัญ และความจำเป็นของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวทางการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์



1.3 มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ ความเข้าใจโครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้ ความเข้าใจในการวางแผน และการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์

## 2. ด้านการแสดงผล

2.1 มีการเฝ้าหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีผลการปฏิบัติงานที่แสดงถึงการแสวงหาความรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จตาม เป้าหมาย

ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีการแสวงหา หรือพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ หรือจัดหาแหล่งเรียนรู้ ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ทันสมัย ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

2.2 มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และกำหนดภาระงานต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และกำหนดภาระงาน ตามสาระการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

## 3. ด้านความสามารถ

3.1 จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ และการแก้ปัญหา

ตัวบ่งชี้ที่ 1 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ที่มีการใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ แก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์อื่น

ตัวบ่งชี้ที่ 2 จัดสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และบริเวณ ทั่วไปของสถานศึกษาให้เป็นแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 2 การใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเอง และนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์

มีความสนใจใฝ่พัฒนา วิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง และนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และปฏิบัติงานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสังคม โดยคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาของผู้เรียน

เข้าใจระดับการเรียนรู้ พัฒนาการของผู้เรียน และจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้พัฒนาทางสติปัญญา สังคมและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน

เข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียน และใช้เป็นข้อสนเทศพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการสอนที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิด และการเรียนรู้ของผู้เรียน

เข้าใจหลักการสอนและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ วิจัย การแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน หรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสถานการณ์ หรือสภาพแวดล้อมที่จูงใจให้ผู้เรียนสนใจเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด และการเขียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตรและการวางแผนการสอน

พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตามเป้าหมาย โดยคำนึงถึงลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงได้อย่างครอบคลุมสมรรถภาพของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ และนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับชุมชน และให้โอกาสผู้ปกครอง ชุมชนและองค์กร เพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

วิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพชร์ (2553) อธิบายลักษณะของครูไว้ 3 ประการ คือ

1. ครูต้องมีความรู้ที่แตกฉานในวิชาที่รับผิดชอบในการสั่งสอนและถ่ายทอดให้แก่ นักเรียน
2. ครูมีความรู้ความชำนาญในการสอน และถ่ายทอดวิชาความรู้
3. ครูมีความสามารถในการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และจิตสำนึกที่นักเรียน ฟังจะได้รับ

สกุล มูลแสงดง (2554, หน้า 133) อธิบายลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาสาระที่สอน
2. เป็นผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญในการสอน
3. เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการพัฒนาหลักสูตร
4. สามารถวางแผนการสอนและแบบเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
5. สามารถคิดค้น ดำเนินการสอนที่นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้
6. สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)
7. เป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
8. เป็นผู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติ ทักษะต่าง ๆ ที่ช่วยให้นักเรียน มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) อธิบายลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ดี โดยความรู้ที่มีเป็นไปตามวิชาเอกที่เรียนจบ หรือวิชาที่สอน และต้องมีความรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ STEM เนื้อหาด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์การสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ครู

สามารถถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ได้เป็นอย่างดี และครูที่มีความรู้ดีจะติดตามความก้าวหน้าของความรู้ในศาสตร์นั้น เพราะความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ครูวิทยาศาสตร์จึงต้องศึกษาค้นคว้าความรู้ในศาสตร์ของตนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

2. มีความสามารถในการปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านการปฏิบัติการสอน ได้แก่ ความสามารถทางการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เช่น การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สามารถเลือกใช้รูปแบบการสอนได้เหมาะสม จัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้ดี เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอน วัสดุและประเมินผลได้ดี และนำผลการประเมินมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

3. มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู ครูวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้นำในด้านการใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคม หรือชุมชน

4. มีมนุษยสัมพันธ์ดี ครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรภายในสถานศึกษา และสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลภายนอกได้

5. พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้นำในวิชาชีพ เป็นผู้ที่พัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยพัฒนาทั้งด้านปัญญา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านจิตใจ และคุณลักษณะในวิชาชีพครู

นอกจากลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้ครูวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาตนเองให้เหมาะสมตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญที่จะทำให้ครูวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นักการศึกษาทั้งในประเทศ ต่างประเทศ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้อธิบายบทบาทของครูวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Indiana Professional Standard Board (1997) ได้กำหนดบทบาทของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ครูวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เครื่องมือ การสืบเสาะประวัติและธรรมชาติ และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน
2. ครูวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และจัดโอกาสการเรียนรู้ที่ส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสติปัญญา สังคม และบุคลิกภาพของนักเรียน
3. ครูวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียน และสามารถจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความแตกต่างของนักเรียน

4. ครูวิทยาศาสตร์ควรเข้าใจ และใช้วิธีสอนที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางปัญญา ทักษะการสืบเสาะ และจิตวิทยาของนักเรียน
5. ครูวิทยาศาสตร์ควรเข้าใจ และใช้แรงจูงใจในการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และแรงจูงใจตนเอง
6. ครูวิทยาศาสตร์ควรเข้าใจ และใช้เทคนิคการสื่อสารที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสืบเสาะ ความร่วมมือในการเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนของนักเรียน
7. ครูวิทยาศาสตร์ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยคำนึงถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียน ชุมชน และเป้าหมายของหลักสูตร
8. ครูวิทยาศาสตร์ควรเข้าใจ และใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริงที่หลากหลายเพื่อประเมินส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสติปัญญา สังคม และร่างกายของนักเรียน
9. ครูวิทยาศาสตร์ต้องสะท้อน และประเมินการทำงานของตนเองอย่างต่อเนื่อง และพยายามพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ
10. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ครอบครัวของนักเรียน เพื่อนร่วมงาน และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

Wisconsin Education Association Council (1999) ได้กำหนดบทบาท

ครูวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะ และโครงสร้างของหลักสูตร เพื่อสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน
2. มีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน และจัดเตรียมโอกาสในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา
3. มีความเข้าใจความแตกต่างของนักเรียน สามารถประยุกต์การสอนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่ด้อยความสามารถ และส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถ
4. มีความเข้าใจ และใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เน้นพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะการสืบเสาะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. มีความเข้าใจในการใช้แรงจูงใจแบบกลุ่ม และแบบรายบุคคล มีการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมทางบวก กระตือรือร้นในการเรียนรู้ การเสริมแรงจูงใจในตนเอง

6. มีความสามารถในการสื่อสารที่ชัดเจนเพื่อให้เข้าใจตรงกัน เพื่อพัฒนาการสืบเสาะ มีการร่วมมือ และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน

7. มีการวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียน ชุมชน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และเป้าหมายของหลักสูตร

8. มีความเข้าใจ และใช้ยุทธวิธีการประเมินที่หลากหลาย ตรงตามพัฒนาการของนักเรียน

9. เป็นผู้ฝึกการสะท้อนความคิด

10. สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดความรู้สึที่ดีต่อการเรียน มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อนักเรียน ครอบครัวนักเรียน ชุมชน และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (ม.ป.ป. อ้างถึงใน หน่วยศึกษานิเทศก์, 2535) ได้กล่าวถึง บทบาทและหน้าที่ของครูวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ปัจจุบันครูวิทยาศาสตร์มีหน้าที่หลายด้าน นอกเหนือจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งเป็นหน้าที่หลักของครูแล้ว ครูวิทยาศาสตร์ ยังมีงานเกี่ยวกับกิจกรรมส่งเสริมการเรียนการสอนการ เช่น โครงการวิทยาศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ การจัดนิทรรศการ กิจกรรมแข่งขันต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น นอกจากนี้ ครูวิทยาศาสตร์ ควรมีส่วนร่วมในการช่วยเหลืองานของชุมชน โรงเรียน มหาวิทยาลัย หน่วยราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การผลิตผลงานทางวิชาการ การเขียนบทความวิชาการ เพื่อเผยแพร่ การเข้าร่วมแสดงผลงานทางวิชาการ การศึกษาค้นคว้าเพื่อเพิ่มพูนความรู้ประสบการณ์ ตลอดจนงานด้านวิจัย

ปรีชา อมาตยกุล (2528, หน้า 84-85) ได้กล่าวถึงบทบาท และหน้าที่ของครูวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นวิชาใด สาขาใด และสอนในระดับใดก็ตาม ถือว่าเป็นผู้นำคนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องมีบทบาทความเป็นผู้นำทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้
2. สอนให้เกิดความชื่นชม และรักที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น
3. สอนให้ใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการรับฟัง และเชื่อถือ
4. สอนให้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. สอนให้นำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
6. สอนให้นำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในแนวของเทคโนโลยีศึกษา และนำไปใช้จนเกิดประโยชน์
7. สอนให้เกิดความสนใจที่จะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม แม้จะพ้นวัยเรียนไปแล้ว

8. สนับสนุนด้วยการแนะแนวให้นักเรียนได้ศึกษาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม และให้เรียนต่อในชั้นสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์มีลักษณะ และบทบาทที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าใจเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี สนใจใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ รวมทั้งมีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้สอดคล้องและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

### แนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนักการศึกษาได้อธิบายแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

National Science Teachers Association (2000) ได้กำหนดมาตรฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มาตรฐานด้านเนื้อหา (Content)
2. มาตรฐานด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)
3. มาตรฐานด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยการสืบเสาะ (Teaching science through inquiry)
4. มาตรฐานด้านบริบทของวิทยาศาสตร์ (The context of science)
5. มาตรฐานด้านการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy)
6. มาตรฐานด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science curriculum)
7. มาตรฐานด้านบริบททางสังคมของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (The social context of science teaching)
8. มาตรฐานด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Professional practice)
9. มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ (Environment for learning)
10. มาตรฐานด้านวัดและประเมินผล (Assessment)

Queensland University of Technology (2002) เสนอแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านรูปแบบขององค์ความรู้แนวใหม่ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ ครูต้องได้รับทักษะความรู้ที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่จะนำไปจัดกระบวนการเรียนการสอน และในขณะเดียวกัน

ครูต้องมีความสามารถที่จะจำแนกองค์ความรู้ใหม่ ๆ เหล่านั้น เพื่อนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับการเรียนการสอนได้อีกด้วย

2. ด้านกลยุทธ์การสอนแบบใหม่ ทักษะความรู้ในเชิงยุทธศาสตร์แนวใหม่สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การสอนแบบ Constructivism การสอนแบบสะท้อนคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical reflection) หรือการสอนแบบถ่ายโยงความรู้ (Transformation) เป็นต้น

3. ด้านการวัดและประเมินผล ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและรูปแบบขององค์ความรู้ที่สอน สามารถนำไปสู่การจัดกระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมได้

4. ด้านการสอนในเชิงบูรณาการ ครูต้องการเพิ่มเติมและขยายขอบข่ายแนวคิดในการบูรณาการการจัดการเรียนการสอนให้มีความลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ทั้งในลักษณะการบูรณาการแบบรายวิชา หรือแบบสหวิชา

5. ด้านสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ครูต้องการเพิ่มสมรรถนะทางการสอน โดยใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐานในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนโดยผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. ด้านระบบนิเทศติดตามช่วยเหลือ ครูต้องการทักษะการสร้างระบบการนิเทศติดตามและช่วยเหลือเพื่อสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน รวมทั้งบทบาทใหม่ของครูในลักษณะของผู้อำนวยความสะดวกต่อนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นสิ่งที่ครูต้องสร้างให้เกิดขึ้นคือ สมรรถนะในเชิงผู้นิเทศและช่วยเหลือที่ทรงประสิทธิภาพ

7. ด้านการวิจัยปฏิบัติการ ครูต้องมีสมรรถนะของการเป็นนักวิจัยเพื่อนำไปสู่การพัฒนาทั้งครูและนักเรียนให้บังเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

Sparks and Loucks-Horsley (1989, pp. 40-57) ได้อธิบายรูปแบบการพัฒนาครู 5 รูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาครู สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. รูปแบบการพัฒนาที่เกิดจากความต้องการของครู (Individually guided) รูปแบบนี้เชื่อว่าครูจะกำหนดความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองได้ดีที่สุด และสิ่งที่จะพัฒนา มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์การเรียนรู้โดยตรง ขั้นตอนการพัฒนาครูตามรูปแบบนี้จะเริ่มต้นด้วยความต้องการจำเป็น การจัดทำแผนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ การปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ และการประเมินผลตามแผนงาน



2. รูปแบบการสังเกตและการประเมิน (Observation and assessment) โดยครูได้มีโอกาสสังเกตการสอน และสะท้อนให้เพื่อนครูได้ทราบ ซึ่งจะได้ผลดีทั้งต่อผู้สังเกตและผู้ถูกสังเกตด้วย

3. รูปแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนา (Involvement in a development process) รูปแบบนี้เชื่อว่า ครูเป็นผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ จึงต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์กับงาน และตรงกับความสนใจของตนเอง อยากที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยจะเริ่มจากการกำหนดปัญหา การหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหา การดำเนินการ และการประเมินผลตามแผนงาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงหรือ การเปลี่ยนแปลงแผนงาน

4. รูปแบบการฝึกอบรม (Training) เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เป็นลักษณะการถ่ายทอดความรู้ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำจากภายนอก ซึ่งมักพบปัญหาในการนำเอาทักษะการเรียนรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปสู่การปฏิบัติจริงในชั้นเรียน

5. รูปแบบการสืบเสาะค้นคว้า (Inquiry) อาจใช้ได้กับรายบุคคล และเป็นกลุ่ม เป็นรูปแบบที่มุ่งให้ครูได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียน หรือปัญหาของโรงเรียน โดยอาจใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Organization for Economic Co-operation and Development (2009) ได้สรุปแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การอบรมเชิงปฏิบัติการ
2. การเข้าร่วมสัมมนา
3. การเข้าเรียน
4. การสังเกตชั้นเรียนโรงเรียนอื่น
5. การเข้าร่วมเครือข่ายครู
6. การทำวิจัยชั้นเรียนทั้งแบบคนเดียวและแบบกลุ่มที่มีความสนใจเหมือนกัน
7. การสร้างระบบพี่เลี้ยง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพรทิพย์ แซ่จัน (2551) ได้อธิบายแนวทางการพัฒนาครูสรุปประเด็น ดังนี้

1. มีกระบวนการสรรหาผู้มีความสามารถเป็นเลิศเพื่อมาเรียนครูหรือประกอบวิชาชีพครู และปฏิรูปหลักสูตรการผลิตครูให้ทันสมัย

2. มีการประเมินและต่ออายุใบประกอบวิชาชีพครูเป็นระยะ ๆ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของครูอย่างต่อเนื่อง
3. มีการแบ่งเขตพื้นที่ในการพัฒนาครู โดยมอบหมายให้อยู่ภายใต้การดูแลของแต่ละมลรัฐ ซึ่งมีกฎหมายบังคับใช้กับครูในพื้นที่ของตน และเน้นการพัฒนาครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School-based management)
4. มีงบประมาณค่อนข้างสูงในการจัดโครงการพัฒนาครู
5. มีการพัฒนาแบบเครือข่ายความร่วมมือที่มีความเข้มแข็ง
6. มีการพัฒนาผู้บริหาร เพื่อให้สามารถบริหารจัดการพัฒนาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. มีระบบการรักษายกย่องครูที่มีผลงานดีเด่นให้คงอยู่ในวิชาชีพครูตลอดชีวิต โดยพัฒนาระบบการให้รางวัลหรือค่าตอบแทนทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม
8. กำหนดแนวทางการพัฒนาทั้งแบบระดับชาติ ระดับโรงเรียนและระดับบุคคล ตามสมรรถนะที่จำเป็นต้องพัฒนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, หน้า 4) อธิบายแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์เพื่อเปลี่ยนความรู้ ความเชื่อและพฤติกรรมในการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับที่มาตรฐานกำหนด ดังนี้

1. ให้ครูรู้สึกขัดแย้งระหว่างความเชื่อ พฤติกรรมและความรู้หรือประสบการณ์เดิม กับความรู้หรือประสบการณ์และความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ รวมถึงกระตุ้นให้ครูแสดงความเข้าใจของตนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น กระตุ้นให้ครูรู้สึกสับสนหรือไม่แน่ใจในสิ่งที่ตนคิดว่าตนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าและกระตุ้นให้ครูรู้สึกความไม่แน่ใจหรือสับสนว่านักเรียนมีความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างไร
2. ให้เวลาและความช่วยเหลืออย่างเพียงพอแก่ครูเพื่อให้ครูได้คิดเรื่องการขัดแย้งหรือความสับสนที่เกิดขึ้น ครูต้องการเวลาและโอกาสในการสนทนา การท้าทายความคิดด้วยคำถามหรือกิจกรรม การอ่าน หรือการทำความเข้าใจในประสบการณ์ต่าง ๆ ที่พบในการอบรม
3. ให้ครูทำกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสับสนในเรื่องนั้น ๆ รวมถึงกิจกรรมที่จะช่วยแก้ไขความสับสนนั้น เปิดโอกาสให้ครูได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ว่ากิจกรรมที่ตนทำสร้างความสับสนในการเข้าใจ องค์ความรู้ นั้น ๆ อย่างไร ความรู้เดิมของตนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้หรือไม่ กิจกรรม และองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกต้องสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร
4. ให้ครูเห็นตัวอย่างการสอนเรื่องนั้น ๆ รวมถึงตัวอย่างการเรียนหรือกระบวนการคิดและความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องนั้น โดยอาจให้ครูศึกษาจากใบงานที่นักเรียนทำ ดูเทปตัวอย่าง

การสอนที่หลากหลายรูปแบบเพื่อนำมาวิเคราะห์และสนทนา หรือดูกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

5. เมื่อครูมีความเข้าใจการเรียนการสอนเรื่องนั้นๆ แล้ว เปิดโอกาสให้ครูกิจวิธีสอนเรื่องนั้น ๆ ขึ้นใหม่

6. ให้ครูเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดเรื่องที่เป็นปัญหาในการเรียนการสอนใหม่ กระตุ้นให้ครูทำความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ โดยผ่านกระบวนการข้างต้น และติดตาม ให้คำแนะนำ เพื่อช่วยครูเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนไปในทางที่ดีขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ที่ดีไว้ ดังนี้

1. สร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิม และความรู้ใหม่ของคุณ
2. เปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองในทุกชั้นตอน
3. สร้างสังคมการเรียนรู้ในบริบทที่คุ้นเคย หรือเป็นกันเอง
4. กระตุ้นให้ครูเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และช่วยแก้ปัญหาให้ครูเมื่อเกิดความขัดแย้งระหว่างความรู้เดิม และความรู้ใหม่

5. ช่วยพัฒนายุทธวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีให้กับครู

6. ช่วยให้ความรู้ความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน

7. เปิดโอกาสให้ครูทำงานร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากปัญหาที่เคยประสบตลอดจนหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน

8. ให้ครูกิจวิธีประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีสอนหรือเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นในการพัฒนาครูจึงควรจัดกิจกรรมที่ทำให้ครูเห็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่ดีอย่างเป็นรูปธรรม กระตุ้นให้ครูกิจ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาทุกชั้นตอน ครูวิทยาศาสตร์ควรมีคุณลักษณะเช่นเดียวกับครูสาขาอื่น ๆ ทั่วไป แต่เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ สมมติฐาน กฎ และทฤษฎี และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูวิทยาศาสตร์จึงควรเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติมจากครูวิชาอื่น 3 ประการ คือ ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

## การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Adult learning)

การพัฒนาครูเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้ครูเข้าใจและเปลี่ยนแปลงตนเองและความเชื่อของครูทำให้ส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นของนักเรียนด้วย การพัฒนาครูจึงมีความสำคัญยิ่ง ดังนั้นการพัฒนาครูที่เป็นวัยผู้ใหญ่ผู้วิจัยจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้ใหญ่เพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายในการพัฒนาครูให้มีคุณภาพสูงสุดตามความต้องการของผู้เรียน เพราะผู้ใหญ่เป็นวัยที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านประสบการณ์เดิม ค่านิยม ทักษะ เจตคติและสิ่งแวดล้อม

ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Adult learning theory) แรกเริ่มมีชื่อเรียกว่า “Pedagogy of adult learning” ซึ่ง Knowles (1978, p. 31 อ้างถึงใน สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2555, หน้า 247-249) นักวิชาการด้านการศึกษาผู้ใหญ่เป็นผู้ใช้คำว่า Andragogy ได้ให้ความหมายว่าการนำหรือการให้การศึกษแก่ผู้ใหญ่ หรือศาสตร์และศิลป์ในการสอนผู้ใหญ่ที่แตกต่างจากเด็ก ในทางปฏิบัติ คือ ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน หรือเป็นผู้ร่วมกิจกรรม ผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยให้ผู้ใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รวมไปถึงทักษะ พฤติกรรม ค่านิยม และทัศนคติด้วย ซึ่งผู้สอนจะไม่สอนผู้ใหญ่โดยตรงในสิ่งต่าง ๆ แต่ผู้สอนจะช่วยเหลือให้ผู้ใหญ่เรียนรู้และเข้าใจด้วยตนเอง ในระยะต่อมา Knowles ได้สรุปสาระสำคัญของพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่สมัยใหม่ (Modern adult learning theory) ดังนี้

1. ความต้องการและความสนใจ ผู้ใหญ่จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีหากตรงกับความต้องการและความสนใจในประสบการณ์ที่ผ่านมา
2. สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตผู้ใหญ่ การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ควรยึดจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตผู้ใหญ่เป็นหลักสำคัญ
3. การวิเคราะห์ประสบการณ์ การวิเคราะห์ถึงประสบการณ์ของผู้ใหญ่แต่ละคนอย่างละเอียดว่ามีส่วนใดของประสบการณ์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้บ้าง
4. ผู้ใหญ่ต้องการเป็นผู้นำตนเอง คือ การที่ผู้ใหญ่มีความรู้สึกต้องการที่จะสามารถนำตนเองได้
5. ความแตกต่างระหว่างบุคคล

สุกัญญา รัศมีธรรมชิต (2548) กล่าวถึง ความสำคัญของการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ว่ามี 4 ประการ ดังนี้

1. ผู้ใหญ่ต้องการรู้ว่าทำไมเขาควรจะต้องเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ
2. ผู้ใหญ่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directing)

3. ผู้ใหญ่มีประสบการณ์ที่หลากหลายและมากกว่าเด็ก

4. ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนรู้ เมื่อเขาต้องเผชิญสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีความจำเป็น บีบบังคับให้ต้องรู้หรือสามารถทำบางสิ่งบางอย่างให้ได้ เพื่อทำให้เกิดผลงานที่มีประสิทธิภาพ และนำพึงพอใจมากขึ้น

อาชัญญา รัตนอุบล (2551, หน้า 18-19) สรุปไว้ว่า ผู้ใหญ่คือผู้ที่มีวุฒิภาวะทางอารมณ์ สังคม และสติปัญญาตลอดจนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และสังคม ตามวัย ที่เหมาะสมของตน หากจะพิจารณาความเป็นผู้ใหญ่ควรพิจารณาจากปัจจัย ดังนี้

1. ผู้ที่มีพฤติกรรมและบทบาททางสังคมที่เหมาะสมกับผู้ใหญ่
2. ผู้ที่มีอัตมโนทัศน์ (Self-concept) หรือการรับรู้ว่าตนเองเป็นผู้ใหญ่

ลักษณะของผู้ใหญ่ มี 4 ประการ (Knowles, 1980 อ้างถึงใน อาชัญญา รัตนอุบล, 2551, หน้า 20-21) คือ

1. อัตมโนทัศน์ หรือการรับรู้ของตนเอง ผู้ใหญ่มองว่าตนเองไม่ใช่ผู้ที่ต้องพึ่งพาคนอื่น ทุกด้าน ผู้ใหญ่ต้องเป็นผู้รู้จักเหตุผล และสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง และนำตนเองได้ (Self-directing) และแสดงให้เห็นว่าตนสามารถนำตนเองได้ ดังนั้นผู้ใหญ่ต้องการให้ผู้อื่น ปฏิบัติต่อตนเองด้วยความยกย่อง นับถือ ให้ตัดสินใจได้ด้วยตนเอง ไม่อยากให้มองว่าเป็นเด็ก คอยแต่รับคำสั่งให้ทำสิ่งต่าง ๆ ไม่ชอบการถูกลงโทษหรือทำให้ได้ได้รับความอับอายขายหน้า ต้องการความเป็นตัวของตัวเอง และเป็นผู้ที่มีความอิสระในตนเอง

2. ประสบการณ์ ผู้ใหญ่มีประสบการณ์หลายด้าน และหลากหลายที่สะสมมาตั้งแต่วัยเยาว์ยิ่งนานยิ่งสะสมประสบการณ์มากขึ้น ตลอดจนมีประสบการณ์ที่หลากหลาย ผู้ใหญ่มองตนเองจากประสบการณ์ และเห็นคุณค่าของประสบการณ์ตนเอง

3. ความพร้อมในการเรียน ผู้ใหญ่เรียนได้ดีที่สุด หากได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเป็นประโยชน์ และมีความจำเป็นต้องรู้

4. การเห็นคุณค่าของเวลา ผู้ใหญ่มาเรียนเพื่อนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในทันที เมื่อเรียนจบ หรือใช้ประโยชน์เมื่อมีความรู้ในเรื่องดังกล่าวแล้ว

การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ เกิดจากปัจจัย 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้จากธรรมชาติ (Natural setting) ผู้ใหญ่สามารถเรียนรู้จากธรรมชาติ เช่น การอยู่ในร่มสบายกว่าอยู่กลางแจ้ง จึงทำให้คิดค้นการสร้างบ้านให้เป็นที่พักอาศัย

2. การเรียนรู้ที่เกิดจากสังคมที่มีอยู่โดยทั่วไป (Society setting) สภาพการณ์ของสังคมที่มีอยู่โดยทั่วไปในชีวิตประจำวันของผู้ใหญ่ เช่น การเรียนรู้จากการมีส่วนร่วมในสังคมจากสภาพของสังคมประจำวัน การอ่านหนังสือพิมพ์ ฟังวิทยุ ดูโทรทัศน์ เป็นต้น

3. การเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอน (Formal instructional setting) มีการจัดลำดับการเรียนรู้อย่างมีจุดหมายและต่อเนื่อง มีการจัดสภาพการเรียนการสอน เพื่อเกิดการเรียนรู้อย่างตั้งใจ

สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2555, หน้า 7-26) อธิบายหลักการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่ 10 ประการ ที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใหญ่เกิดประสิทธิภาพ โดยจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. แรงจูงใจในการเรียน ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่อาจจะมีเหตุจูงใจในการเรียนสิ่งใด ๆ ด้วยเหตุผลมากมาย เช่น เพื่อความก้าวหน้าในอาชีพ หรืออยากจะเรียนรู้เพื่อค้นหาความรู้ใหม่ ๆ
2. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เหมาะสม ต้องมีความสะดวกสบายเหมาะสม และได้รับความไว้วางใจและการให้เกียรติผู้เรียน เช่น การจัดห้องฝึกอบรมที่จะก่อให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ ควรจัดโต๊ะเก้าอี้ที่สามารถจับคู่หรือเข้าร่วมกลุ่มได้ง่ายเพื่อสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนได้
3. ความต้องการในการเรียนรู้และวิธีการเรียนที่มีความหลากหลาย
4. ความรู้เดิมและประสบการณ์ ควรให้การยอมรับในความรู้เดิมและประสบการณ์ของผู้เรียน ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดความสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดำเนินการจากสิ่งที่รู้แล้ว ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้และเพิ่มพูนโอกาสในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
5. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้
6. ปัญหาที่เป็นจริงและการประยุกต์ ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่จะไม่ต้องการเรียนรู้ เฉพาะเนื้อหาวิชา หรือเน้นเฉพาะด้านข้อมูล แต่จะต้องเน้นการเรียนรู้จากสภาพปัญหาเป็นสำคัญ
7. สติปัญญาและสภาพร่างกาย คือ การมีส่วนร่วมที่จะช่วยให้เกิดการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และมีการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน
8. เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ หมายถึง การนำเสนอเนื้อหาแบบภาพรวมจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันของแต่ละกิจกรรมได้ชัดเจน ย่อมส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ด้านความคงทนในการเรียนรู้
9. การฝึกภาคปฏิบัติหรือการประยุกต์ ควรใช้หลักการเรียนรู้จนแจ่มแจ้ง และการเรียนรู้แบบซ้ำ

10. การวัดสมรรถภาพหรือผลงาน

อาชัญญา รัตนอุบล (2551, หน้า 38-42) อธิบายองค์ประกอบที่สนับสนุนให้ผู้ใหญ่เกิดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ความเหมาะสมและความพร้อมของผู้ใหญ่ ได้แก่ ระดับพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา อายุ ความสามารถ และประสบการณ์เดิม

2. แรงจูงใจทั้งภายในและภายนอก ได้แก่ ความต้องการการเรียนรู้ การได้รับรางวัล การเพิ่มเงินเดือน เป็นต้น

3. ทักษะที่ดีต่อสิ่งที่เรียน ขจัดอุปสรรคจากสิ่งแวดล้อม ปัญหาทางอารมณ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

4. สิ่ง que เรียนรู้สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ และความปรารถนาของผู้ใหญ่

5. สิ่ง que เรียนรู้มีคุณค่า มีความหมายต่อผู้ใหญ่ และทราบจุดหมายของการเรียนรู้

6. สิ่ง que เรียนรู้นั้นสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้ใหญ่

7. ผู้ใหญ่มีโอกาสได้ฝึกฝน ทำซ้ำบ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญ และได้ลงมือทำ

ด้วยตนเอง

8. ผู้ใหญ่ได้มีโอกาสทราบความก้าวหน้า และความผิดพลาดของตน เพื่อจะได้มีโอกาสปรับปรุงแก้ไข

9. มีการเสริมแรง ให้กำลังใจจากผู้สอน ผู้สอนใช้เทคนิคกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสม

ศักรินทร์ ชนประชา (2557) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสอนผู้ใหญ่ให้ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องคำนึงถึงเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการให้เกิดอะไรกับผู้ใหญ่ ดังนี้

1. เป้าหมายด้านความรู้ และความคิด ได้อธิบายพฤติกรรมในการคิดออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการจดจำจากประสบการณ์ต่าง ๆ และระลึกถึงเรื่องราวได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

1.2 ความเข้าใจ หมายถึง ผู้เรียนสามารถแปลความหมาย ขยายความ และตีความ

1.3 การนำไปใช้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถนำความรู้ซึ่งเป็นหลักการทฤษฎีไปใช้ในสภาพที่แตกต่างออกไปได้

1.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกเรื่องราวที่สมบูรณ์ กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ เช่น วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญ

1.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสร้างหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือการพัฒนาของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น

1.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินการกระทำ สิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

ผู้สอนควรกำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

## 2. เป้าหมายด้านความรู้สึก มีดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมแล้ว เกิดการรับรู้ว่าเป็นอะไร เข้าใจถึงลักษณะสำคัญของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความพร้อมที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไป

2.2 การตอบสนอง ซึ่งผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาได้ตอบกับสิ่งแวดล้อมที่เข้ามา 3 ลักษณะ คือ การยอมรับ ความเต็มใจที่จะตอบสนอง และความพอใจที่จะรับจากการตอบสนองนั้น ๆ

2.3 การสร้างคุณค่า คือ การยอมรับคุณค่าว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าหรือประโยชน์ เลือکتัดสินใจว่าจะใช้แนวทางใด และเกิดเจตคติที่ดีในสิ่งที่ได้เรียนรู้

2.4 การจัดระบบคุณค่า ผู้เรียนจะพิจารณาและรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่กระจัดกระจาย เป็นหมวดหมู่ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายเกิดความพอใจและนำไปใช้

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย เป็นการรวบรวมความรู้ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จึงแสดงออกมาเกิดเป็นคุณลักษณะ

3. เป้าหมายด้านการปฏิบัติ ได้แบ่งพฤติกรรมเป็น 7 ชั้น คือ 1) การรับรู้ 2) การเตรียมความพร้อม 3) การตอบสนองตามคำแนะนำของผู้สอน หรือการทำเลียนแบบ 4) ฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ 5) การตอบสนองที่ซับซ้อน 6) การดัดแปลงให้เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ได้ดี 7) ความชำนาญ

Jarvis (1983, pp. 130-156 อ้างถึงใน สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2555, หน้า 259-270) ได้เปรียบเทียบลักษณะการเรียนรู้ของผู้ใหญ่และวิธีสอนสรุปได้ ดังนี้



ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะการเรียนรู้ของผู้ใหญ่และวิธีสอน

ลักษณะการเรียนรู้ของผู้ใหญ่	วิธีสอน
1. การเรียนรู้เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์	การสอนไม่ใช่สิ่งที่มีความจำเป็นและสำคัญมากนักในการเรียนรู้ แต่จะเป็นการอำนวยความสะดวกให้การเรียนรู้เร็วขึ้น
2. ผู้ใหญ่ในฐานะผู้เรียนชอบที่จะมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้	วิธีสอนควรใช้เพื่อการอำนวยความสะดวกมากกว่าเป็นการสั่งสอน
2.1 ผู้ใหญ่จะมีสิ่งเหล่านี้ติดตัวมา คือ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ประสบการณ์</li> <li>- ความหมายต่อสถานการณ์การเรียนรู้</li> <li>- ความต้องการในการเรียนรู้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรใช้ประสบการณ์ของผู้ใหญ่ให้เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน</li> <li>- ผู้ใหญ่ควรสร้างระบบความหมายที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยการบูรณาการความรู้เข้าด้วยกัน</li> <li>- ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้ใหญ่เพื่อการประยุกต์ การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้มากกว่าทฤษฎี</li> </ul>
2.2 ลักษณะของผู้ใหญ่ในสถานการณ์การเรียนรู้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความเชื่อมั่นตนเอง</li> <li>- ความชื่นชมในตนเอง</li> <li>- การรับรู้ในตนเอง</li> <li>- ผู้ใหญ่จะเรียนรู้ได้ดีหากไม่มีการข่มขู่ให้เกิดความกลัว</li> <li>- ผู้ใหญ่ต้องการให้ผู้สอนปฏิบัติต่อตนเองในฐานะผู้ใหญ่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้สอนควรสนับสนุนให้เป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรม</li> <li>- ผู้สอนควรส่งเสริมให้ควบคู่ไปกับความรู้ที่ได้รับ</li> <li>- สนับสนุนให้ผู้ใหญ่มีการประเมินผล การเรียนรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- ควรจัดกิจกรรมที่เน้นความร่วมมือระหว่างเรียนมากกว่าการแข่งขัน</li> <li>- ผู้สอนควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น</li> </ul>

นอกจากนี้จาวิส อาจารย์ผู้สอนวิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้จำแนกวิธีการสอนผู้ใหญ่ เป็น 3 ประเภท คือ

1. วิธีการสอนโดยใช้ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered methods) เป็นวิธีการที่ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้นำและดำเนินการ จัดเป็นวิธีสอนที่จะพยายามให้ความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริงแก่ผู้ใหญ่เป็นสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น การสอนแบบสาธิต การอภิปรายด้วยการชี้แนะ การอภิปรายด้วยการควบคุม การอภิปรายโดยการบรรยายนำ และการบรรยาย

2. วิธีการสอนโดยใช้ผู้ใหญ่เป็นศูนย์กลางแบบกลุ่ม (Student-centered group methods) เป็นการสอนที่ผู้ใหญ่สามารถเรียนรู้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เป็นการนำประสบการณ์ของผู้ใหญ่มาสู่สถานการณ์การเรียนการสอนด้วยเพื่อน วิธีนี้ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ยกตัวอย่างเช่น การระดมสมอง การโต้วาที การอภิปรายกลุ่ม บทบาทสมมติ การสัมมนา การทัศนศึกษา การประชุมเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น

3. วิธีการสอนโดยใช้ผู้ใหญ่เป็นศูนย์กลางรายบุคคล (Individual student-centered methods) เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นเฉพาะผู้ใหญ่เป็นรายบุคคล เพื่อให้ผู้ใหญ่จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับตนเอง (Self-selected learning) หรือการให้ผู้สอนกำหนดกิจกรรมได้ (Tutor-set project) ยกตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนทางไกล

พติน แดงจวง (2554, หน้า 173-174) ได้จำแนกรูปแบบการสอนครุในประเทศไทย ได้ 3 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบการพัฒนาที่เป็นทางการ หมายถึง การพัฒนาที่ทางราชการหรือหน่วยงานเป็นผู้กำหนด ส่วนใหญ่จะกำหนดไว้ในแผนงานประจำปีของโรงเรียน หรือของเขตพื้นที่การศึกษา หรือจากส่วนกลาง การพัฒนารูปแบบนี้ส่วนใหญ่จะมีงบประมาณของทางราชการรองรับ หรือให้ไปราชการ หรือเป็นคำสั่งให้ปฏิบัติเป็นครั้งคราว หรือเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการในวันเวลาราชการ เช่น การฝึกอบรม การศึกษาดูงาน การนิเทศจากภายในและภายนอกสถานศึกษา การศึกษาต่อตามความต้องการของหน่วยงานต้นสังกัด การส่งผลงานทางวิชาการ การเยี่ยมเยียนการทำวิจัยในชั้นเรียน ซึ่งแต่ละรูปแบบดำเนินการภายใต้กฎระเบียบและความรับผิดชอบของทั้งหน่วยงาน และครู เป็นต้น

2. รูปแบบการพัฒนาที่ไม่เป็นทางการ หมายถึง การพัฒนาตนเองของบุคลากรทางการศึกษาที่มีความต้องการเป็นการส่วนตัว ดำเนินโดยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นความต้องการหรือความตระหนักที่ต้องการพัฒนาของแต่ละบุคคล และต้องเสียค่าใช้จ่ายเอง อาจดำเนินการ

นอกเวลาหรือในเวลาราชการ เช่น การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ การทัศนศึกษา การอ่านเขียน การเข้าร่วมประชุมตามความสนใจ เป็นต้น

3. รูปแบบการพัฒนาแบบกึ่งทางการ หมายถึง การพัฒนาที่ต้องอาศัยเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ที่ดำเนินการทั้งในเวลาราชการ หรือนอกเวลาราชการ เป็นครั้งคราว อาจไม่ได้รับงบประมาณสนับสนุนหรือได้รับเพียงบางส่วน เป็นกระบวนการสร้างบรรยากาศขององค์กรให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้หรือจัดการความรู้ในองค์กร เช่น การที่ครูต้องการพัฒนาตนเองโดยอาศัย การสังเกต การสะท้อนกลับ (Reflection) จากเพื่อนครู

Knowles (1978 อ้างถึงใน สุนทร สุพันธ์ชัย, 2544, หน้า 30-34) ได้เสนอขั้นตอน 7 ขั้นตอน และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผู้ใหญ่เป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ก่อนที่จะเริ่มการเรียนรู้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสร้างบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นเสียก่อน บรรยากาศในการเรียนรู้นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ บรรยากาศทางกายภาพ และบรรยากาศทางจิตวิทยา

2. การจัดโครงสร้างเพื่อการวางแผนร่วมกัน จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อกลุ่มมีขนาดเล็ก เพราะผู้ใหญ่จะสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวางแผนร่วมกันได้

3. การวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่ง เพราะจะทำให้ทราบว่าผู้ใหญ่มีความต้องการอย่างไร ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอน คือ กำหนดรูปแบบความสามารถที่ต้องการ การประเมินระดับการปฏิบัติของผู้ใหญ่ในปัจจุบัน และการประเมินความต้องการในการเรียนรู้

4. การกำหนดจุดประสงค์ในการเรียนรู้ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร และกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

5. การออกแบบประสบการณ์ในการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติตามที่ได้ตั้งจุดประสงค์ไว้

6. การดำเนินการให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ ควรจัดให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ การเรียนรู้

7. การประเมินผล และการวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้ใหม่

อาชัญญา รัตนอุบล (2551, หน้า 76) ได้กล่าวถึงลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ที่เหมาะสม สอดคล้องความต้องการของผู้ใหญ่และสามารถเรียนรู้ได้ดี ได้แก่

1. เป็นกิจกรรมที่สนองตอบความต้องการของผู้ใหญ่โดยตรง คือ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับอาชีพ

2. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ชัดเจน ซึ่งทำให้ผู้ใหญ่รู้สึกว่าประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว

3. เป็นกิจกรรมที่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา หรือกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับวัย

4. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาแวดล้อมในชีวิตประจำวันที่ยุใหญ่เห็นว่าจำเป็น สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เหตุผลมากขึ้น

6. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ใช้พลังกำลังมาก

7. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับปัญหา และการเปลี่ยนแปลงชีวิตในแต่ละวัย

ในการจัดกระบวนการพัฒนาครู นอกจากจะออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัยแล้วยังต้องคำนึงถึงเหตุจูงใจในการเรียนรู้ของครูที่เป็นวัยผู้ใหญ่ด้วย ซึ่ง สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2555, หน้า 10-13) ได้เสนอรูปแบบแรงจูงใจของเคลเลอร์ (Keller's ARCS model) ที่นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบุคคล และการฝึกอบรมสรุปไว้ว่า

รูปแบบแรงจูงใจของเคลเลอร์ (Keller's ARCS model) มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตั้งใจ คือ ความตั้งใจและความสนใจของผู้ใหญ่ การเอาใจใส่และความตั้งใจมุ่งมั่นเป็นปัจจัยกระตุ้นการเข้ารับการพัฒนาประการแรก

2. ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง ผู้ใหญ่จะต้องมองเห็นความสัมพันธ์และสิ่งเกี่ยวข้องกับการที่รับผิดชอบ รวมถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการพัฒนา

3. ความเชื่อมั่น แรงจูงใจในการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเชื่อมั่นในตัวผู้สอนที่สามารถทำให้ผู้ใหญ่บรรลุเป้าหมาย และประสบความสำเร็จในกิจกรรมการเรียนรู้

4. ความพึงพอใจ ผู้ใหญ่ที่ได้รับรางวัล เช่น ประกาศนียบัตร อนุทินบัตร จะมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ สามารถทำให้เกิดแรงจูงใจไปสู่การเรียนรู้เพิ่มขึ้นในอนาคต ผู้สอนควรจะต้องมีทัศนคติที่ดีต่อผู้ใหญ่ที่เข้าร่วมการพัฒนา โดยมีความกระตือรือร้นในการชักจูงผู้ใหญ่ด้วยน้ำเสียงที่ไพเราะ สายตาที่เป็นมิตร ภาษา และท่าทางที่ใช้ทำให้ผู้ใหญ่เกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม ดังนั้นผู้สอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้ใหญ่ขาดความสนใจถ้าไม่มีแรงจูงใจที่เหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้ใหญ่ จึงต้องจัดด้วยกิจกรรมที่หลากหลายวิธี เช่น การสอนแบบบรรยาย การระดมสมอง การสัมมนา การอภิปรายกลุ่ม การสาธิต การทำโครงการเป็นกลุ่ม การฝึกงาน การสอนกลุ่มย่อยแบบศูนย์การเรียน การทัศนศึกษา การศึกษาเป็นกลุ่ม เป็นต้น วิธีการสอนเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาครูให้มีประสิทธิภาพได้เป็นอย่างดี

## ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ล้วนมีธรรมชาติของวิชาแตกต่างกันไปวิชาวิทยาศาสตร์จึงต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) ที่ต้องสะท้อนให้เห็นถึงมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติที่ถูกต้อง เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง การอภิปราย การอ่าน เป็นต้น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสาระสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นสิ่งที่ จะช่วยให้นักเรียนเป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจลักษณะ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เข้าใจผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม (National Research Council, 1996) ดังปรากฏในหลักสูตรของประเทศต่าง ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ แคนาดา (McComas, 2004) รวมทั้งหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของประเทศไทย ซึ่งได้ระบุไว้ในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (1994, pp.1-11)

ได้ให้ความหมายคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็น การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ซึ่งเน้นความรู้ความจำเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ควรเน้นให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์สมประสมการณเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และปรากฏการณ์ทางสังคม รวมทั้งให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับวิทยาศาสตร์ ส่วนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนนั้น ควรให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้นทีละน้อยตามวุฒิภาวะ

McComas (2004) ได้กล่าวถึงความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Akerson, Abd-El-Khalick, and Lederman (2000, pp. 295-317) ได้อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ โดยมีกระบวนการที่แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น ๆ

National Science Teachers Association (2003, p. 16) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความเป็นสากล สามารถอธิบายในทางเดียวกัน ตลอดจนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐาน หรือความรู้ใหม่ มาลบล้างความรู้เดิม

Lederman and Lederman (2004, pp. 36-39) ได้กล่าวถึงความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นทั้งค่านิยม และสมมติฐาน รวมถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Bell (2008) ได้อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกมองในหลายแง่มุม ไม่ว่าจะเป็นทั้งประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญา ซึ่งวิธีที่จะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด คือ การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

Crowther, Lederman and Lederman (2005, pp. 50-52) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทำให้เกิดหลักปรัชญา ประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และจิตวิทยา วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องการหลักฐาน ไม่ใช่ความจริงหรือความเชื่อวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการหาความรู้ที่มีคุณค่าในการพัฒนาตามหลักทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, หน้า 67-68) ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (scientific inquiry) และการแก้ปัญหาผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

- วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์เป็นผลจากการเสริมสร้างความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ ที่ส่งผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายใต้ขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี ที่เป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับ

ศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547, หน้า 14) ได้อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การอ้างอิงถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ การทำงานแบบกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์และความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งการอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติการณ์ค้นพบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษารวมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจ มีเหตุผล และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

กุศลสิน มุสิกกุล (2551, หน้า 66) อธิบายถึงความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ และในเชิงสังคมวิทยา นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังยอมรับอีกว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามทุกคำถามอย่างสมบูรณ์ได้ และจำเป็นต้องอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต และการทดลองมาอ้างอิงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยพยายามที่จะเลี่ยงการอคติต่อสิ่งที่สัมผัส และเมื่อพิจารณาในแง่ของประโยชน์ต่อคนและสังคม

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2555) อธิบายถึงความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า คือ ความพยายามของมนุษย์ที่จะเชื่อมโยงโลกทางกายภาพ ชีวภาพ จิตวิทยา และสังคมเข้าไว้ด้วยกัน ความรู้วิทยาศาสตร์นี้จึงได้รับการพัฒนาภายใต้แนวคิดทางสังคม ปรัชญา และจิตวิทยาที่มนุษย์มีต่อการศึกษา การใช้ และการอธิบายความรู้ที่ได้ค้นพบ การอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการแสวงหาความรู้ที่มีหลักฐานปรากฏ แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ การทดลอง ค้นพบเพื่อให้ได้คำตอบ ความจริงที่ตรงกัน ความสัมพันธ์ของงานด้านสังคม ปรัชญา ประวัติศาสตร์ และจิตวิทยา

## สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (1994, pp. 1-11) อธิบาย สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) คือ ความรู้ที่ได้จากการศึกษา และแนวคิดที่วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และการหาคำตอบจากคำถามทางวิทยาศาสตร์ ใหม่ ๆ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินการ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสร้างคำถามใหม่ สร้างเครื่องมือในการพิสูจน์ จากนั้นหาวิธีการ การวิเคราะห์ผล และการสังเกตตามสิ่งที่สามารถ พิสูจน์ได้ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานด้วย ซึ่ง American Association for the Advancement of Science ได้สรุปสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านโลกทัศน์ดังสรุปได้ว่า

- โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้
- แนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกเปลี่ยนแปลงได้
- ความรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทน
- ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific inquiry) เป็นการใช้กระบวนการ ที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้นตอน การแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มีความยืดหยุ่น ประกอบไปด้วยจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิด เชิงตรรกะ และหลักฐานเชิงประจักษ์ ไม่ถูกจำกัดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช่ว่าแค่การทดลองเท่านั้น สามารถสรุปสาระด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์
- วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์

- วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย
- นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุ และหลีกเลี่ยงความลำเอียง
- นักวิทยาศาสตร์ไม่ตกอยู่ในอำนาจหรืออิทธิพลใด ๆ

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) เป็นการดำเนินงานทางด้าน วิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ โดยสรุปเป็นประเด็นได้ ดังนี้

- วิทยาศาสตร์คือกิจการทางสังคมที่ซับซ้อน
- วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร



- วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ
- นักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการนำผลการวิจัยไปใช้

National Science Teachers Association (2003, p. 16) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า คือ

- ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมมีผลต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการวิวัฒนาการ
- คำสอนทางปรัชญา ข้อสรุป เป้าหมาย และคุณค่าเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้สามารถแยกวิทยาศาสตร์ออกจากเทคโนโลยี และแยกวิทยาศาสตร์ออกจากศาสตร์สาขาอื่น ๆ
- การกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่จริง โดยใช้วิจารณ์ญาณวิเคราะห์สิ่งที่ไม่ถูกต้อง หรือสงสัยด้วยวิทยาศาสตร์

Lederman (2002) และ McComas (2004) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้น และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเด็น ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์หรืออย่างเป็นเหตุเป็นผล
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
3. กฎ และทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใด ๆ แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ ทั้งกฎ และทฤษฎีมีความสำคัญในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิดค้นหาคำตอบ เป็นต้น
5. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการลงข้อสรุปจะแตกต่างกัน โดยการสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการลงข้อสรุป
6. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์
7. วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งได้รับผลมาจากประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ และความรู้สึกนึกคิดของคน ดังนั้นในการทำงานวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบ และประเมินความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8. วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคม และวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน

Akerson and Buzzelli (2007, p. 16) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งความน่าเชื่อถือ และความจริงชั่วคราว
2. การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีวิธีการเฉพาะ แต่มีลักษณะร่วมของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีการสนับสนุนจากการทดลองเชิงประจักษ์สามารถทดสอบได้ ซึ่งแตกต่างจากธรรมชาติที่เห็นเชิงประจักษ์โดยไม่ต้องทำการทดลอง

3. ความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. กฎและทฤษฎีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5. การสังเกตและการอนุมานมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

6. วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นส่วนตัว แต่ความคิดเห็นส่วนตัว

เป็นองค์ประกอบในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะเกิดจากการสงสัย ความอยากรู้ และต้องการหาคำตอบ

7. บริบทของสังคมและวัฒนธรรมมีบทบาทในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Niaz (2009, p. 3) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ที่มาจากการสังเกต การทดลองเชิงประจักษ์ ข้อพิสูจน์ที่มีเหตุผล และสมมติฐานต่าง ๆ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถเชื่อถือได้ทั้งหมด

2. ทฤษฎีมาจากการสังเกต

3. วิทยาศาสตร์อาจเกิดความผิดพลาดได้

4. การทดลองทางวิทยาศาสตร์ไม่มีวิธีการ หรือขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง จึงไม่มีขั้นตอนสากลให้ปฏิบัติตามในการทดลอง

5. ทฤษฎี และกฎมีบทบาทที่แตกต่างกัน

6. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มาจากความต้องการแข่งขันหาข้อสรุปสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

7. นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเหตุผลผลการทดลองเรื่องเดียวกันได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

8. การพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละช่วงเวลามีพื้นฐานจากข้อสนับสนุนที่สอดคล้องกัน

9. นักวิทยาศาสตร์ต้องเก็บข้อมูลอย่างถูกต้อง

10. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการ และมีการคาดคะเน

11. สังคม และประวัติศาสตร์มีผลต่อความคิดทางวิทยาศาสตร์

National Science Digital Library (2015) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้

ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) คือ ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ในการสำรวจโลก โดยมีความต่อเนื่องและการเปลี่ยนแปลง

2. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific theories) คือ หลักฐานที่สามารถเข้าใจได้

3. หลักฐานและและเหตุผลในการสืบเสาะ (Evidence and reasoning in inquiry) คือ ที่มาของเหตุผล การสังเกต และการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์

4. การสืบเสาะความรู้แบบวิทยาศาสตร์ (Scientific investigation) ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ ดังนี้ ตัวแปรควบคุมและเงื่อนไข ความเที่ยงตรงของผลการทดลอง การเก็บบันทึกข้อมูล และรูปแบบของการสืบเสาะ

5. การหลีกเลี่ยงความลำเอียงทางวิทยาศาสตร์ (Avoiding bias in science) นักวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรคำนึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ ความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง สิ่งป้องกันการลำเอียง ความคาดหวัง และคำอธิบาย

6. ประชาคมวิทยาศาสตร์ (The scientific community) ควรกำหนดข้อตกลงร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น ระเบียบวินัยทางวิทยาศาสตร์ อาชีพ บทบาทนักวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมือง ทุนวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การติดต่อสื่อสาร และการเผยแพร่งานทางวิทยาศาสตร์

7. วิทยาศาสตร์และสังคม (Science and society) วิทยาศาสตร์และสังคมมีการส่งผลซึ่งกันและทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องมีจริยธรรมการวิจัยเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 ข, หน้า 62-67) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่เหมือนกันในแต่ละครั้ง ทำให้ได้ผลไม่เหมือนกันทุกประการ เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของปัจจัยต่าง ๆ เช่น สิ่งที่สำรวจตรวจสอบอาจมีความแตกต่างกันในบางด้านที่คาดไม่ถึง หรือวิธีการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ อาจมีความคลาดเคลื่อนบางอย่าง หรืออาจเกิดการสังเกตที่ไม่เที่ยงตรง ซึ่งเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าเกิดจากปัจจัยใด

## 2. ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสังเกต ลักษณะของสิ่งของหรือเหตุการณ์ การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบ และการทำการทดลอง การสำรวจตรวจสอบสามารถใช้ได้ในคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางกายภาพ สิ่งมีชีวิต และสังคม

- ผลของการสำรวจตรวจสอบมักจะไม่ค่อยเหมือนเดิมทุกประการ หากมีความแตกต่างกันอย่างมาก ควรจะพยายามค้นหาสาเหตุ การทำตามขั้นตอนอย่างรัดกุม และเก็บข้อมูลอย่างละเอียด จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่บอกได้ว่าอะไรทำให้เกิดความแตกต่าง

- คำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งมาจากการสังเกต และอีกส่วนหนึ่งมาจากความคิดเห็น บางครั้งนักวิทยาศาสตร์อธิบายสิ่งที่สังเกตเห็นอย่างเดียวกันด้วยคำอธิบายที่แตกต่างกัน จึงนำไปสู่การสังเกตเพิ่มเติม

- นักวิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับข้อค้นพบที่ถูกลืมขึ้นมาเมื่อมีหลักฐานที่ยืนยันได้ และผ่านการอภิปรายอย่างมีเหตุผล

## 3. ด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

- วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำหายซึ่งทุกคนจากทุกประเทศสามารถมีส่วนร่วมได้

- การสื่อสารอย่างชัดเจนเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสื่อสารสิ่งที่พวกเขาทำกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ นำความคิดมาอภิปราย ถกเถียงกันกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และสามารถได้รับข่าวสารการค้นพบทางวิทยาศาสตร์จากทั่วโลก

- การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องข้องกับงานหลายประเภทและทำให้คนทุกเพศ ทุกวัย และทุกสถานภาพได้เข้ามามีส่วนร่วม

Bell (2008) อธิบายสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่ามีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการ	ประเด็นสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
การสังเกต	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถหากล้างได้ด้วยหลักฐานใหม่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกต
การอนุมาน	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้จากการสังเกตและ การอนุมาน ไม่สามารถแยกสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกจากกันได้
การจำแนก	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง
การทำนาย/ การตั้งสมมติฐาน	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้ค้นพบและทำนาย สิ่งต่าง ๆ ได้
การสืบสอบ	วิทยาศาสตร์มีวิธีการสืบเสาะหลายทางเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ทางวิทยาศาสตร์
การสรุปลงความเห็น	นักวิทยาศาสตร์สามารถสรุปลงความเห็นจากความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาเป็นทฤษฎี

จากการศึกษาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็น  
เพื่อนำไปใช้งานวิจัยตามรูปแบบการพัฒนาครูได้ 8 ประเด็น ดังนี้

1. โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน
4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้
5. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
6. วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ
7. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย
8. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

#### การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญมาโดยตลอดว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรม  
ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมี  
ประสิทธิภาพจะทำให้ นักเรียนเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์ เข้าใจต่อกระบวนการสืบเสาะ

หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจต่อการทำงาน  
ของนักวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจต่อความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี  
และสังคม (Lederman, 1999, McComas et al., 1998) นอกจากนี้มีนักการศึกษาได้อธิบายถึง  
ความสำคัญ และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Driver and Bell (1986, pp. 16-21) อธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติ  
ของวิทยาศาสตร์ว่าควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน  
โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนความรู้เกี่ยวกับขอบเขต และข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้อควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับ  
ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์
3. ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านวัฒนธรรมที่ร่วมสมัย
4. ควรเน้นนักเรียนด้านคุณธรรมจริยธรรมระหว่างการเรียนรู้ เช่น การบันทึก  
ผลการทดลองที่ถูกต้อง การได้มาของข้อมูลที่ไม่ผิดจริยธรรม และการใช้วิทยาศาสตร์ให้เกิด  
ประโยชน์ต่อส่วนรวม เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และปลูกฝัง  
ความมีคุณธรรมจริยธรรม
5. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษา  
ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความต้องการพัฒนาความรู้ ความจำเป็นเนื้อหา  
วิทยาศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้น

Meichtry (1993, pp. 231-241) อธิบายว่าการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับ  
เนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการจัดกิจกรรมแบบลงมือกระทำและ  
ร่วมมือกันเป็นกลุ่ม และนักเรียนต้องมีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับกิจกรรมที่ครูจัด

Clough and Olsan (2004, pp. 28-31) ได้กล่าวถึงเป้าหมายการเรียนรู้ของวิชา  
วิทยาศาสตร์ว่า ต้องให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ มีความเข้าใจในธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ สามารถใช้ทักษะการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ  
ตลอดมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

Schwartz and Lederman (2001, pp. 205-236) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูนำไปสอดคล้องในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จะช่วยเชื่อมโยง  
ความสอดคล้องระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ดี

และทำให้เนื้อหานั้นมีความสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูไม่ต้องเพิ่มภาระงานจากบทเรียนเพิ่มขึ้นด้วย

Johnston and Southerland (2002) อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำความเข้าใจกับนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นว่ามีเนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดที่จะต้องเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความตระหนักว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญ และควรให้ความสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์

McComas (2004) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรบูรณาการไปกับการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลก ดวงดาว และอวกาศ เมื่อมีโอกาสที่จะเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ต้องชี้ และเน้นให้นักเรียนเห็น ทั้งนี้แนวทางการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน และสะท้อนความคิด (Explicit and reflective teaching) คือ วิธีสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำในชั้นเรียนกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนได้อภิปรายเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำยชั่วโงง เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น และครูเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นเรียน

2. การสอนแบบไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Implicit teaching) คือ วิธีสอนที่ครูเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เองจากกิจกรรมการเรียนรู้อในชั้นเรียน ครูควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในกิจกรรมสาระการเรียนรู้ที่ครูจัดให้กับนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้มีกิจกรรมหรือการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่ง Akerson et al. (2000, pp. 295-317) กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย หรือแม้แต่การให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการฝึกงานทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างที่ต้องการ

3. การสอนโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Historical case studies) คือ การที่ครูนำประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่ง

ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับในสมัยหนึ่งแต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ลักษณะ และบทบาทของ นักวิทยาศาสตร์รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000, pp. 295-317) พบว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยการใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับประวัติของวิทยาศาสตร์ การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันได้ เนื่องจากการสอนในห้องเรียน มีเวลาจำกัดทำให้เปลี่ยนแปลงยาก หรือพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้ครบถ้วน และชัดเจน ครูจึงควรใช้วิธีสอนโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และ นักวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน และสะท้อนความคิด

4. การสอนแบบ P.O.E. (Predict observe explain) เป็นการสอนสำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย โดยเป็น วิธีสอนที่ให้ครูนำมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจ ทดลอง และเก็บข้อมูล เพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบมา ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- ครูจัดเตรียมสถานการณ์ เช่น การทดลองเรื่องสารอาหารเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสนใจพร้อมตั้งคำถาม โดยครูให้นักเรียนเป็นผู้ทำนายถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป พร้อมทั้ง อธิบาย และให้เหตุผลประกอบ

- ครูสาธิตสถานการณ์ให้นักเรียนดู นักเรียนเป็นผู้บันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ในกรณีนี้ นักเรียนสามารถจัดเตรียมสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง

- นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตเห็น โดยพยายามเชื่อมโยงถึงคำอธิบาย ที่นักเรียนได้กล่าวไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการสาธิต ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึก ว่า ทุกคำอธิบายมีประโยชน์ สามารถช่วยให้นักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยใส (2552, หน้า 365) ได้เสนอว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปครูจะมีแนวทาง 4 ประเภท ที่ใช้ในการสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Deficient) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ไม่มีกรกล่าว หรืออ้างถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือสอนโดยคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะ หรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ หรือเห็นสอดคล้องจากนักวิทยาศาสตร์



2. การจัดการเรียนรู้ที่บอกความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic) ซึ่งครูจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล เช่น การบรรยายหรือยกตัวอย่าง แต่ไม่ได้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จัดไว้ให้นักเรียน

3. การจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Implicit) คือการจัดกิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะ หรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้ออกส่นักเรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ หรืออภิปราย

4. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Explicit and reflective) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการ หรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน

กาญจนา มหาลี (2553, หน้า 29) ได้เสนอว่า การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้น ครูควรดำเนินการ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ก่อนที่จะสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ถ้าครูไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก

2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ พิจารณาการเชื่อมโยงเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน การสอนโดยสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเดิมจะช่วยให้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์ขึ้น และไม่เป็นการเพิ่มภาระของครู

3. เลือกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ควรเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย และเน้นการให้นักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

4. เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านให้สอดคล้องกัน เช่น ลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้และปรับปรุงแก้ไขได้ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ เป็นต้น

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งในเรื่องของวิทยาศาสตร์ และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอนสรุปได้ว่า การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ต้องเกิดจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณ คุณสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้มีความเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การสอนโดยสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเดิมจะช่วยให้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์ขึ้น และไม่เป็นการเพิ่มภาระของคุณครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลายมิติ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงมีการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดหลากหลายรูปแบบ ซึ่งจากการศึกษาของ Lederman (2007) สามารถสรุปเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้พัฒนา
1954	Science attitude questionnaire	Wilson
1958	Fact about science test (Fast)	Stice
1959	Science attitude scale	Allen
1961	Test on understanding science (TOUS)	Cooly and Kopfer
1962	Process of science test	BSCS
1966	Inventory of science attitude, interests, and appreciations	Swan
1967	Science process inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin inventory of science processes (WISP)	Scientific literacy research center
1968	Science support scale	Schwirian
1968	Nature of science scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the social aspects of science (TSAS)	Korth
1970	Science attitude inventory (SAI)	Moore and Sutman

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้พัฒนา
1974	Science inventory (SI)	Hungerford and Walding
1975	Nature of science test (NOST)	Billeh and Hasan
1975	View of science test (VOST)	Hillis
1976	Nature of scientific knowledge scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of science-related attitude (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of scientific theories test (COST)	Cotham and Smith
1982	Language of science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on science-technology-society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming and Ryan
1990	View of nature of science A (VNOS-A)	Lederman and O'Mally
1992	Modified nature of scientific knowledge scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical incidents	Nott and Wellington
1998	View of nature of science B (VNOS-B)	Abd-El-Khalick, Bell and Lederman
2000	View of nature of science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick and Lederman
2002	View of nature of science D (VNOS-D)	Lederman and Khishfe
2004	View of nature of science E (VNOS-E)	Lederman and Ko

การศึกษาคำถามเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามที่เป็นปรนัย โดยศึกษาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีผู้อื่นสร้างไว้ทั้งในและต่างประเทศ เช่น View of nature of science-B ของ Abd-El-Khalick, Bell and Lederman (1998) และสุธาวัลย์ มีศรี (2550) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใช้วัดเพื่อจัดกลุ่มผู้ที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน และไม่เข้าใจ

## ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

### ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

Martin (1994, p. 44) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นการจัด การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใน ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิม

Krogh (1994, p. 556) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นปรัชญา ที่เกี่ยวกับการพัฒนาการในการสร้างความรู้ สถิติปัญญา จริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งพัฒนาการเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าโครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่ โครงสร้าง (Accommodation)

Troutman and Lichtenberg (1995, p. 25) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้าง ความรู้ว่าเป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปภายในจิตใต้สำนึก ภายในใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยการสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบ บทสรุปของตัวเองกับผู้อื่นเพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

Fosnot (1996 อ้างถึงใน จันทร์พร พรหมมาศ, ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายของทฤษฎี การสร้างความรู้ว่า ความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนา ไม่มีความเป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้น ภายในตัวบุคคล บุคคลจะสร้างความรู้ หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม และวัฒนธรรมขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ความรู้จึงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมของแต่ละบุคคล ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการกำกับ ตนเองที่บุคคลใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งที่เคยรับรู้ หรือความรู้ ที่มีอยู่เดิม กับสิ่งที่รับรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

Glaserfeld Von (1995) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นทฤษฎี ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษา โดยอธิบายเพิ่มเติมว่า ความรู้ไม่ได้เกิดจาก การรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ ส่วนการเรียนรู้เกิดจาก การปรับตัว และการนำประสบการณ์ทั้งหมดมาใช้

ไพจิตร สดวกการ (2539) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นทฤษฎี ที่เกิดจากการกระทำของตนเอง สามารถเกิดเรียนรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการ ต่าง ๆ กันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม จึงเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นภายในสมองซึ่งอาจสอดคล้องหรือ ขัดแย้งกับความเข้าใจ หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ก็ได้

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยา และปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาประยุกต์ โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่ามนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร ทฤษฎีนี้จึงมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางสมองของตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดกิจกรรมที่ทำให้เกิดความขัดแย้ง คือ สภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ต้องมีการปรับเปลี่ยนสอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

จากการศึกษาความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้สามารถสรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ด้วยการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง

### **แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้**

Driver and Bell (1986, pp. 443-456) ได้เสนอแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน
2. การเรียนรู้ คือ การสร้างความหมายจากสิ่งที่ผู้เรียนเห็น หรือได้ยิน อาจจะเป็นไปหรือไม่เป็นไปตามความมุ่งหมายของผู้สอน ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นรับผลจากความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่
3. การสร้างความหมาย เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องโดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำในสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐานตรวจสอบ และอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ และผู้อื่น
4. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะได้รับการตรวจสอบซึ่งอาจได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ
5. ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้เองในการสร้างความตั้งใจในการทำงาน การนำความรู้ที่มีอยู่สร้างความหมายให้ตนเอง และการตรวจสอบความหมายที่สร้างขึ้น

6. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากประสบการณ์มีแบบแผน และความหมายเดียวกันในเชิงนามธรรม

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ได้สรุปแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. คนทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา และแสวงหาวิธีการในการหาคำตอบเพื่ออธิบายสิ่งนั้น
2. การหาคำอธิบายทุกคนจะสร้างแบบจำลองเพื่อแทนปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ได้พบในสมองของตน
3. แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้อาจจะไม่เหมือนกับแบบจำลองของผู้สอน
4. คนทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่รับรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้นอาจมาจากความรู้ สิ่งแวดล้อม สื่อต่าง ๆ
5. การสร้างความหมายเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
6. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตน ครูเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

7. ผู้เรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น

ทิสนา แคมมณี (2550, หน้า 90-94) ได้สรุปแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่ามีกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่รับประสบการณ์ใหม่ที่ต้องการ หรือปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม
2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับเหตุการณ์ใหม่เข้ามาปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้ว ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิมประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซับ และปรับประสบการณ์เดิม คือ ทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

สุมาลี กาญจนชาติ (2543) ได้สรุปแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยผู้เรียนแต่ละคนอาจจะสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้แตกต่างกันตามความรู้เดิมของแต่ละคน
2. การสร้างความรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่น ๆ

## การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

สุมาลี กาญจนชาติ (2543) ได้เสนอว่า ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ควรมีกระบวนการเรียนตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน ผู้เรียนมีการสังเกต ตีความ และเชื่อมโยง ข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม หรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม ผู้เรียนระบุสิ่งที่ต้องการรู้ หรือปัญหา ผู้สอนควรกระตุ้นและชักจูงให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง
2. ขั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจัดกลุ่มเพื่อทำการวิเคราะห์งาน เตรียมสมาชิกในกลุ่มให้มีความรู้ ทักษะที่จะนำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า รวมทั้งกำหนดจุดมุ่งหมาย วางแผน สร้างทางเลือก จัดลำดับขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าของกลุ่มแล้วลงมือกระทำ เพื่อรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และ ตีความ มีการสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งของสมาชิกภายในกลุ่ม จนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้ และกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่ม ผู้สอนทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะต้อง ศึกษาข้อค้นพบ และกระบวนการเรียนรู้ของเพื่อนกลุ่มต่าง ๆ รวมทั้งแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุป ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งเกี่ยวกับข้อค้นพบ และแนวคิดของกลุ่มต่าง ๆ จนสามารถสรุปคำตอบที่เป็นข้อตกลงทางสังคมของผู้เรียน ระหว่างนี้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสได้ คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้าและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มต่าง ๆ กับความเข้าใจของตนเอง ใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา
4. ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะ กระบวนการ ที่ได้เรียนรู้ ไปแล้วมาใช้ในการอธิบาย ตัดสิน แก้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน หรือการดำเนินชีวิตของตนเองในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อจากเรื่องที่เรียน หรือผู้สอนนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

ทฤษฎีการสร้างความรู้สามารถสรุปได้ว่า ความรู้จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนจาก ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมาย ในการเรียนรู้ของตนเอง โดยเกิดจากการลงมือกระทำ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความหมายในสิ่งที่ ตนเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์ตนเอง ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยน โครงสร้างความรู้ของตนด้วย และสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ การเรียนรู้ที่เหมาะสม ควรเกิดขึ้นในสภาพจริง หรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบทของสภาพจริง จะนำไปสู่การเชื่อมโยง ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน งานวิจัยจึงใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้มาเป็นแนวคิดในการพัฒนา รูปแบบการพัฒนาครูที่เน้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความหมายของการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกับบุคคลอื่นเพื่อสร้างความรู้จากความขัดแย้งที่ได้พบ

### แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าว มีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียน เห็นคุณค่าและประโยชน์ของสิ่งที่เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

#### เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545) ได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน



6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนที่มึจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนที่มึจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา การสื่อสาร และตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

### การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการเรียนรู้ใน 3 ลักษณะ (จันท์พร พรหมมาศ, ม.ป.ป.) คือ

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Learning science) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือปรับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ให้ขยายขอบข่าย โดยผ่านประสบการณ์ที่ตนเองได้รับ

2. การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Learning about science) เป็นการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับวิทยาศาสตร์

3. การเรียนรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Doing science) เป็นการเรียนรู้โดยการลงมือกระทำ ผู้เรียนเป็นผู้ได้แสดงบทบาทในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้ 4 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการอ่าน หรือได้รับการบอกเล่าให้รับรู้เกี่ยวกับกระบวนการ และผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนลักษณะนี้ ผู้เรียนจะได้อ่านใบความรู้ หนังสือ บทความทางวิทยาศาสตร์ หรือได้รับการบอกเล่าจากการสอนของคุณ หรือสื่อการสอนต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมความสามารถทางการอ่านมากกว่าการพัฒนาความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

ระดับที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกัน หรือระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนจะร่วมกันอภิปรายกับผู้เรียน หรือกับผู้สอนถึงผลที่ได้จากการสืบสอบ

ระดับที่ 3 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการสาธิตของผู้สอน หรือการสาธิตระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ผู้สอนจัดกิจกรรมเช่นนี้เพื่อสอนสิ่งที่เป็นนามธรรมโดยผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม

ระดับที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการลงมือกระทำของผู้เรียน เป็นการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ ศึกษา สำรวจ หรือทำการทดลอง เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้มีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบ และสรุปอ้างอิง การเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบนี้ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือกระทำ (Hands-on) กิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และฝึกคิดเกี่ยวกับผลที่ได้จากการกระทำนั้น (Minds-on)

สรุปได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการ หรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นรูปแบบการพัฒนาครูจึงเน้นให้ครูได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด

## ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) (Dewey, 1922) ได้อธิบายไว้ว่า ผู้เรียนควรเรียนรู้โดยการลงมือกระทำ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเปลี่ยนจากการเป็นผู้รับความรู้ มาเป็นผู้เรียนรู้ และเปลี่ยนจากผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิด มีกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) เป็นการดำเนินขั้นตอนในการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ได้เพิ่มพูนและสะสมมาเป็นลำดับ โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักการศึกษา และนักจิตวิทยา ทำให้ปัจจุบันมีทฤษฎีการเรียนรู้ และหลักการเรียนรู้จำนวนมากที่อธิบายกระบวนการเกิดการเรียนรู้ ทั้งที่เป็นกระบวนการใหญ่ และกระบวนการย่อย ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning) (Bruner, 1961) ได้อธิบายไว้ว่า เป็นการจัดโครงสร้างของความรู้ จัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน โดยมีแรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

2.1 ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2.2 ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3 ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีสอนและกระบวนการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี

2.4 ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

2.5 ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจภายในให้ผู้เรียน และสอนความคิดรวบยอดให้ผู้เรียน

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (A theory of meaningful verbal learning) (Ausubel, 1969) ได้อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียนหากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้ คือ

มีการนำเสนอความคิดรวบยอด กรอบมโนทัศน์ หรือกรอบแนวคิดเรื่องเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อน การสอนเนื้อหาสาระนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหานั้นอย่างมีความหมาย แบ่งการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

3.1 การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful reception learning) คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ฟัง และผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ

3.2 การเรียนรู้โดยการรับแบบท่องจำโดยไม่คิด (Rote reception learning)

3.3 การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย (Meaningful discovery learning)

3.4 การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำโดยไม่คิด (Rote discovery learning)

ในการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

- ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่ ควรมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่เรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่

- ผู้สอนควรรสอนโดยไม่เน้นท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

- ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจากการสอน หรือการบรรยายของผู้สอน

- ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการเรียบเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้ผู้เรียนออกเป็นหมวดหมู่

- ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้าง ๆ ก่อนที่จะเรียนรู้ในเรื่องใหม่

- ผู้สอนควรแบ่งบทเรียนเป็นหัวข้อที่สำคัญ และบอกให้ทราบเกี่ยวกับหัวข้อสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

4. ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 29) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน และผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นทฤษฎีที่มีข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบาย จึงเป็นกระบวนการที่ต้องสืบค้น สืบเสาะ สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ได้และจดจำได้นาน

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า มุ่งเน้นให้ผู้เรียนอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเป็นประสบการณ์ที่เชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน ต้องการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบจากสิ่งที่สงสัย และเกิดการปรับความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่

โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาส่วนใหญ่เชื่อว่าการนำทฤษฎีการเรียนรู้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ “ควรสอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น” อธิบายเพิ่มเติมได้ว่าเป็นการสอนให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาหรือให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำ ซึ่งอาจมีวิธีการที่หลากหลายสอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวคิดส่วนใหญ่ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเอง (Constructivist learning) ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

- 4.1 ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่าง และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
- 4.2 การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้ และแก้ปัญหาได้จริง
- 4.3 ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูล หรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น
- 4.4 ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมให้เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้
- 4.5 ในการเรียนการสอนผู้เรียนควรมีบทบาทในการเรียนรู้เต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเอง และควบคุมตนเองในการเรียนรู้
- 4.6 ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ ต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษา แนะนำทั้งทางด้านวิชาการ และด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 4.7 การประเมินผล ควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แพ้ผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น สรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ที่ได้รับกับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ก่อนเรียน ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง ควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน ควรมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนเรียน หัวข้อในการเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียนหากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน หรือตรงกับความต้องการของผู้เรียนเพื่อนำไปพัฒนาตนเองต่อไป ซึ่งการที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายได้ปฏิบัติด้วยตนเอง

### แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เสนอรูปแบบการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ มีรายละเอียดดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มีวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้อธิบายกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบสอบหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549) ได้แบ่งระดับของการสืบสอบหาความรู้ได้ 4 ดังนี้

1. **การสืบสอบหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry)** เป็นการสืบสอบหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้ค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือ หรือใบงานตามที่ครูบอก

2. **การสืบสอบหาความรู้แบบนำทาง (Directed inquiry)** เป็นการสืบสอบหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบให้ผู้เรียนปฏิบัติตามการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. **การสืบสอบหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry)** เป็นการสืบสอบหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบสอบหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) เป็นการสืบสอบหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เสนอการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูต้องปรับบทบาทตนเองจากการให้ความรู้ บอกรหัสหรือชี้ นำมาเป็นการให้ความช่วยเหลือ จูงใจ และแนะแนวทาง เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ กิจกรรมการเรียนรู้ พัฒนาการคิด และสร้างความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งครูต้องมีความเชื่อสำคัญว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ให้โอกาสผู้เรียนได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ และร่วมวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้
2. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
3. กระตุ้น และส่งเสริมการคิด การค้นคว้าหาความรู้และการแสดงออกของผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ หรือแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
4. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยง หรือประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนได้ในชีวิตจริง หรือสถานการณ์จริงมากที่สุด
5. จัดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกแสดงความคิดเห็น สื่อความหมาย และฝึกปรับปรุงตนเอง
6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากเพื่อน
7. ส่งเสริมให้มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างความมีวินัย และความรับผิดชอบต่อตนเอง และส่วนรวม
8. จัดสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศการเรียนการสอนที่ไม่เคร่งเครียด มีชีวิตชีวา
9. ใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมการคิด การแก้ปัญหา และการสร้างความรู้
10. จัดหากิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ และขยายความรู้ของตนเอง
11. ประเมินผลการเรียนรู้ และพัฒนาการทุกด้านของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องตามสภาพจริง
12. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน และสะท้อนผลการเรียนของตนเอง และของเพื่อน



การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้สอนต้องปรับบทบาทตนเองจากการให้ความรู้ บอกร หรือชี้แนะ โดยไม่ว่าผู้สอนจะใช้รูปแบบ วิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไป

### กลุ่มสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาผู้เรียน และตัวชี้วัดระบุสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้และปฏิบัติได้ มีความเฉพาะและมีความเป็นรูปธรรมนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ และเป็นเกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผล ซึ่งในงานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552)

#### ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

## เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ ในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กไฟฟ้า การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้ และตามความสนใจ
2. วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ
3. เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุม และเชื่อถือได้
4. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป
5. สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป
6. แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย ลงความเห็น และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
7. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง
8. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจาและเขียนรายงานแสดงกระบวนการ และผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเอง คือ ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายสำคัญคือ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาการบวนการคิดและจินตนาการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ผลกระทบของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต และเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในต่างประเทศ

Lederman (1999, pp. 916-929) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ ครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน ดำเนินการติดตามเพื่อเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 ปี โดยการสังเกตในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามปลายเปิด แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและมีโครงสร้าง และการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ครูไม่ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ดังนั้นความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ส่งผลต่อนักเรียน

Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman (2000, pp. 295-317) ศึกษาอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจน (Explicit) ร่วมกับการสะท้อนการคิดผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อความเข้าใจองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ การไม่คงที่ของความรู้ ความเป็นอัตนัย การจินตนาการและและคิดสร้างสรรค์ และอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 25 คน และนักศึกษาฝึกสอนในโรงเรียนประถมศึกษ จำนวน 25 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด และการสัมภาษณ์ก่อน-หลัง ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และหลังจากการเรียนรู้ พบว่าส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ ยกเว้นด้านอิทธิพลและวัฒนธรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจน้อย

Halai and McNicholl (2004, pp. 93-100) ศึกษาความคิดรวบยอดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู โดยออกแบบเพื่อตอบสนองนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์เกรด 6-8 จำนวน 12 คน ผลการวิจัยพบว่าครูส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Abd-El-Khalick and Akerson (2004, pp. 785-810) พบว่า การอบรมครูด้วยวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ช่วยให้ครูมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทัศนคติที่ได้รับการยอมรับมากขึ้น

Kang, Scharmann and Noh (2004, pp. 314-334) ศึกษาถึงปัจจัยที่จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6-10 ห้องเรียนขนาดใหญ่ในประเทศเกาหลี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อเทคโนโลยี ทฤษฎีเป็นความจริง ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้น แต่เกิดจากการค้นพบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอในการวิจัยว่า ควรเริ่มสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา

### งานวิจัยในประเทศ

ปริญดา ลิ้มปานนท์ (2547, หน้า 115-117) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน พบว่า สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนในทุกด้านตรงกับกรอบการศึกษา คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนมากที่สุด คือ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการที่ครูใช้ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ การบรรยาย และเหตุผลที่ครูสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มี 2 ประการ คือ สอนตามวัตถุประสงค์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และครูต้องการพัฒนานักเรียนในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตประจำวันและการเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็พบว่าบางครั้งครูไม่ได้ตระหนักว่าสอนเรื่องดังกล่าว

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุพันธ์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ์ (2550, หน้า 513-525) ศึกษาการพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 จำนวน 3 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 จากการศึกษาพบว่า ครูไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และครูบางคนมีความโน้มเอียงที่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง และต้องท่องจำเพื่อนำไปใช้นับเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดร่วมสมัยในปัจจุบัน และมีแนวโน้มว่าแนวคิดของครูด้านการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม อาจเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สุธาวัลย์ มีศรี (2550, หน้า 101-110) ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการศึกษาเฉพาะกรณีของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 4 คน วิธีที่ใช้ในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู ประกอบด้วย 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการ 2) การสาธิตการสอน 3) การสอนแบบจุลภาค 4) บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ของครู จากการศึกษาพบว่าครูมีพื้นฐานและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างจำกัด ไม่ชัดเจน และไม่เพียงพอต่อการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ ตลอดจนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียน หลังจากเข้าร่วมโปรแกรม พบว่า ครูมีการเปลี่ยนแปลงด้านแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากง่ายไปสู่การให้รายละเอียดได้มากขึ้น ในเกือบทุกประเด็น สามารถอธิบายได้โดยใช้ภาษาของตนเอง และยกตัวอย่างสนับสนุนความคิดได้ ครูยังสามารถทำการสอนประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนแทนการสอนแบบเป็นนัย และตระหนักถึงความสำคัญของการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552, หน้า 228-239) ได้ศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ และการสังเกตการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 3 คน จากโรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษา 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ห้องเรียนที่ศึกษาเป็นห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ พบว่า ครูเข้าใจว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ แต่ครูก็ยังเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอน พบว่าครูสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนน้อยมาก

ชัย แก้วหนัน (2552, หน้า 130-152) ศึกษาผลของความเข้าใจ และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาชั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างคือ ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 86 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาชั้นพื้นฐาน จำนวน 3 โรงเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ยังมีความเข้าใจที่หลากหลายในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียน

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยมากที่สุด และไม่มีครูวิทยาศาสตร์คนใด ที่จัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกันสะท้อนความคิด

พินิจนันท์ เนื่องจากอวน (2553) ศึกษาการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อจัดการเรียนรู้ดาราศาสตร์และอวกาศบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งงานวิจัยเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้ดาราศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-2 สังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดนนทบุรี จำนวน 162 คน และระยะที่ 2 การศึกษารายกรณีเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยกรณีศึกษาเป็นครูผู้สอนที่ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 คน ผลการวิจัย สรุปได้ว่า 1) ครูต้องการพัฒนาในด้านการวิเคราะห์คู่มือการจัดการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ปัญหาที่ครูต้องการแก้ไขเร่งด่วน ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ เนื้อหา และการจัดการเรียนรู้ 2) การพัฒนาครูควรเริ่มจากความต้องการของครูเป็นหลัก กิจกรรมที่ใช้ในการอบรมควรส่งเสริม ให้ครูได้ลงมือปฏิบัติ และสะท้อนความคิดต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ของตนเอง 3) ครูมีความเข้าใจ แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นในทุกด้านหลังเข้ารับการอบรม และ 4) หลังอบรมครูจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการเนื้อหาดาราศาสตร์ และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการอบรมไปใช้ในห้องเรียน

วีระพันธ์ เจริญลิขิตกวิน (2553) ศึกษาการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-2 เพื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลง ของโลกบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ครูบางส่วนไม่ได้นำเข้าสู่ บทเรียนและสรุปบทเรียน เพราะเวลาเรียนไม่เพียงพอจึงใช้กิจกรรมการอ่านใบงาน และหาคำตอบ จากหนังสือเรียนมาทดแทน อีกทั้งครูขาดความเข้าใจในเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ทำให้ขาดการบูรณาการในการสอน จึงออกแบบและนำโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ ไปใช้เพื่อพัฒนาและตอบสนองความต้องการของครู ภายหลังจากอบรมพบว่า ครูมีความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น การสอนกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของครู มีความหลากหลายในการปฏิบัติและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมุ่งเน้นผู้เรียน เป็นสำคัญมากขึ้น

ประพิณ ขอดแก้ว (2555) ศึกษาการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ Prepare, observe and evaluate, and product-presentation (POP) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบ การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา และศึกษาผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาจาก 6 โรงเรียน จำนวน

12 คน โดยดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเตรียมการ 2) ชั้นสังเกตและประเมิน 3) ชี้นำเสนอผลงาน

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555) ศึกษาการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ รูปแบบการวิจัยเป็นกรณีศึกษาใช้การสังเกตการสอนอย่างมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ครูและนักเรียน และแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (VNOS-C) กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน พบว่าส่วนใหญ่ครูสอนแบบบรรยายเน้นการสอนเนื้อหาและการเรียนเพื่อสอบแข่งขันเป็นสำคัญ ซึ่งบางเนื้อหาครูมีการสอนด้วยการสาธิต การทดลองในเนื้อหาที่สามารถทำการทดลองได้เป็นบางครั้ง และไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

อังสนา วงษ์ดนตรี (2556) ศึกษาการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร และเปรียบเทียบความเข้าใจระหว่างนักเรียนเตรียมทหาร และอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร พบว่า นักเรียนเตรียมทหารส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแบบร่วมสมัย 2 ด้าน คือ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหารมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแบบร่วมสมัยทั้ง 3 ด้าน



### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ ดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัยทั้ง 2 ระยะ มีขั้นตอนและรายละเอียดของการวิจัย ดังนี้

#### ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาครู มีรายละเอียดดังนี้

##### ขั้นที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู โดยมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการออกแบบการจัดการเรียนรู้ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย ตลอดจนผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชาติและระดับนานาชาติ ได้ข้อสรุปดังนี้

- 1.1 นักเรียนส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น จึงเน้นเข้าเรียนกวดวิชา เรียนเทคนิคลัด และท่องจำ จึงทำให้มีความสนใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลดน้อยลง

1.2 ครูส่วนใหญ่สอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ความจำที่ใช้สอบเท่านั้น

1.3 ครูไม่มีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.4 ครูไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกเนื้อหา

1.5 ครูประเมินศึกษาส่วนใหญ่จบไม่ตรงวุฒิในสาขาการวิทยาศาสตร์จึงมีปัญหา ด้านเนื้อหาวิชา และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

1.6 ผลการสอบนานาชาติ PISA ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาได้ 425 คะแนนซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) นักเรียนไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำคะแนนได้ต่ำเช่นเดียวกัน

1.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในระดับประถมศึกษา ยังอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับวิชาอื่น การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นได้

2. ศึกษาเบื้องต้นว่าครูมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร และครูสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้หรือไม่ ปัญหาการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของครูคืออะไร และครูต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร โดยสอบถามความคิดเห็นของครูประถมศึกษาที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 คน ได้ข้อสรุปดังนี้

2.1 ครูยังขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2 ครูส่วนใหญ่สอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ 5E ตามที่สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอไว้ หรือใช้วิธีสอนแบบบรรยายโดยให้นักเรียน ท่องจำเนื้อหา

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาครูเพื่อกำหนดองค์ประกอบ ของรูปแบบการพัฒนาครูที่จะดำเนินการพัฒนาครั้งนี้ ซึ่งพบว่าองค์ประกอบของรูปแบบ การพัฒนาครูที่ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนาครู และการวัดและ ประเมินผล

4. ศึกษา วิเคราะห์แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาครู เช่น ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ผู้ใหญ่ และแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ได้ข้อสรุป ดังนี้

#### 4.1 แนวคิดการพัฒนาครู มีสาระสำคัญ คือ

- การพัฒนาครูควรช่วยให้ครูมีความสามารถในการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และวัยของนักเรียน โดยให้ความรู้แก่ครูเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และวัยของนักเรียน

- การปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูควรให้ครูใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย โดยครูสามารถนำวิธีการที่ได้จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของตนเองไปปรับใช้ในวิชาชีพ

- กิจกรรมในการพัฒนาครูควรเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองในทุกขั้นตอน เช่น สร้างความสนใจ การสนทนา และการแสดงความคิดเห็นที่ทำทลายความคิดเดิมเพื่อให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกต้อง

- การพัฒนาครูควรมุ่งให้ครูมีความเข้าใจในเป้าหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาจให้เข้าร่วมอบรมเพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หรือมีการนิเทศการสอนของครูจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเสนอแนะและคำแนะนำแก่ครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

#### 4.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีหลักการสำคัญ คือ

- ความรู้จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองจากข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว การสร้างความหมาย เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องเพื่อสร้างความรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือศึกษาในสถานการณ์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะมีการตั้งสมมติฐานตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ และผู้อื่น

- การเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสนำเสนอผลงานที่สื่อสารความรู้ความเข้าใจของตนให้ผู้อื่นได้รับรู้เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนจากสังคม

#### 4.3 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ผู้ใหญ่ มีหลักการสำคัญ คือ

- ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่จะเน้นตนเองเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
- ผู้ใหญ่มีความต้องการเรียนรู้ในสิ่งที่ตรงกับความต้องการและความสนใจของตนเอง
- ผู้ใหญ่จะนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีในการทำงาน
- การเรียนรู้ไม่เป็นการเพิ่มภาระให้กับผู้เรียน ผู้เรียนต้องการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น
- ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้น

#### 4.4 แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีสาระครอบคลุม ดังนี้

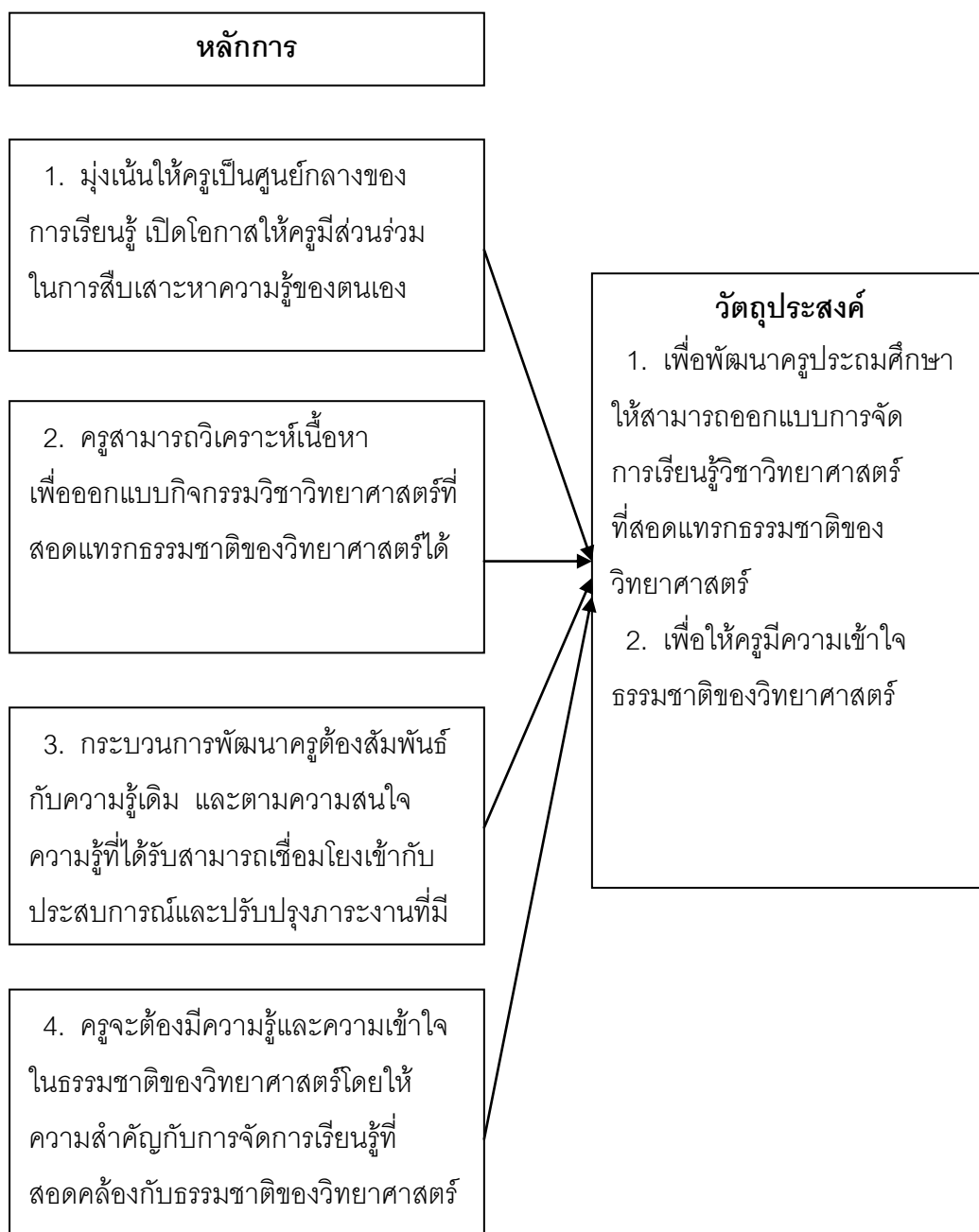
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ในด้านความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ โดยมีกระบวนการที่แตกต่างจากสาขาอื่น ๆ
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะต้องมีความเป็นสากล จะต้องอธิบายไปในทางเดียวกัน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐาน หรือความรู้ใหม่มาลบล้างความรู้เดิม
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญา วิธีที่จะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด คือ การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นความหมายเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบาย ที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใครและทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม
- ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ เนื้อหา ความเข้าใจ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่งเสริมการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5. นำผลการวิเคราะห์ในข้อ 4 มากำหนดเป็นหลักการของรูปแบบการพัฒนาครู ซึ่งผู้วิจัยได้แนวคิดของการกำหนดหลักการมาจากทฤษฎีที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อนำหลักการมาใช้เป็นแบบแผนในการพัฒนาครูให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบ ดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 หลักการของรูปแบบการพัฒนาครู

6. กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครู ผู้วิจัยนำหลักการของรูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้น มากำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบ ดังนี้



ภาพที่ 3 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครูซึ่งกำหนดขึ้นจากหลักการของรูปแบบการพัฒนาครู

ในการพัฒนาครูจะเรียกครูประถมศึกษาที่เข้าร่วมการพัฒนาตามรูปแบบว่า ครู และเรียกผู้ดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาว่า ผู้สอน ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ในกระบวนการพัฒนา โดยมีข้อตกลงของกระบวนการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

6.1 ครูประถมศึกษาที่เข้าร่วมการพัฒนาต้องเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

6.2 ครูที่เข้าร่วมการพัฒนาต้องเข้าร่วมการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้สอน เพื่อเป็น การทบทวนความรู้ สร้างความเข้าใจ และการเรียนรู้ปรับพื้นฐานความรู้

6.3 ครูทำกิจกรรมที่ใช้ภาระงานสอนที่ครูรับผิดชอบอยู่แล้วเป็นฐาน โดยนำ ความรู้ที่ได้รับใหม่มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เดิมให้สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มภาระให้กับครู

7. กำหนดกระบวนการพัฒนาครู ซึ่งได้จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบ การจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์หลักการ และวัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครูในข้อ 5-6 ได้กระบวนการพัฒนาครู 4 ขั้นตอน ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Prepare)

ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแผนการจัดการเรียนรู้เดิมที่ครูใช้สอนในชั้นเรียนจริง และวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูก่อนที่จะแนะนำหัวข้อที่จะเรียน โดยผู้วิจัยนำรูปแบบ การพัฒนาครูที่เริ่มจากขั้นวิเคราะห์ร่วมกันไปทดลองใช้กับครูประถมศึกษาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง กลุ่มตัวอย่างที่โรงเรียนเทศบาลวัดดอนไก่อดี จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า ครูยังมีพื้นฐานความรู้เรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เท่ากัน หรือมีความเข้าใจ ที่ไม่ตรงกัน จึงได้เพิ่มขั้นเตรียมความพร้อมขึ้น เพื่อให้จะให้ความรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แก่ครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้มีความเข้าใจตรงกัน ทั้งนี้ เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาของการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถสอดคล้องได้ในทุกเนื้อหา และทุกระดับชั้น กระตุ้นให้ครู ให้ใช้ความคิดเพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมของครู และสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม รวมถึงชี้ให้ครูเห็นถึงความสำคัญของการ สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อครูมีความเข้าใจ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเข้าใจหลักการของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในกระบวนการพัฒนาครูขั้นต่อไป

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize)

ครูตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จุดเด่นของแผนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยกระตุ้นให้ครูร่วมกันคิดวิเคราะห์ ได้แย้ง และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นที่ 3 จัดการปรับปรุง (Redesign)

ครูนำข้อสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้จากขั้นตอนที่ 1 มาปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหา หรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหา เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ขึ้น ทั้งนี้ ครูอาจทดลองทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของกิจกรรม โดยผู้วิจัยเตรียมเอกสาร ตำรา และวัสดุอุปกรณ์ที่คาดว่าจะใช้ในการศึกษาสำรวจ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้ครูสะท้อนความคิดอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูสามารถสรุปแนวคิดร่วมกันได้ ครูจะมีโอกาสได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับทั้งจากผู้วิจัย และจากครูคนอื่น เข้ากับความรู้อันตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect)

ในขั้นนี้ ครูนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว และกระบวนการทำงานของตนเองในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ควรเริ่มจากขั้นตอนใด จำเป็นต้องรู้อะไรบ้าง เป็นต้น ครูร่วมกันอภิปราย และได้แย้งความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยสะท้อนความคิด อธิบาย และขยายความคิดเพิ่มเติมในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การยกตัวอย่าง การทดลอง หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูในการนำไปประยุกต์สำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นต่อไป

8. การวิเคราะห์แนวทางการวัดและประเมินผลตามรูปแบบการพัฒนาครู ผู้วิจัย กำหนดการวัดและประเมินผล 2 ลักษณะ คือ



8.1 การวัดและประเมินผลก่อนเข้ารับการพัฒนาเพื่อตรวจสอบความรู้และการสอนที่ครูปฏิบัติอยู่ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้ และ วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูโดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

8.2 การวัดและประเมินผลหลังเข้ารับการพัฒนาโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะทำการสังเกตการเข้าร่วมกิจกรรม และสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4 กระบวนการพัฒนาครูซึ่งได้จากการวิเคราะห์หลักการ และวัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครู

## ขั้นที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาคู

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาคู โดยมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาคูโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล) ผู้วิจัยเสนอรูปแบบการพัฒนาคูซึ่งประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนาคู และการวัดและประเมินผลให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการพัฒนาคู ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาคูที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นในแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีประเด็นที่ใช้ในการประเมินรูปแบบ ดังนี้

- หลักการของรูปแบบมีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของครูประถมศึกษา
- หลักการของรูปแบบมีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริง
- หลักการของรูปแบบมีแนวคิดและทฤษฎีรองรับ
- วัตถุประสงค์ของรูปแบบมีความชัดเจนเป็นไปได้
- กระบวนการพัฒนาคูมีทฤษฎีรองรับที่เหมาะสม
- กระบวนการพัฒนาคูมีความเป็นไปได้และเหมาะสม
- กิจกรรมที่จัดให้ครูในกระบวนการพัฒนาคูมีความเป็นไปได้และเหมาะสม

ในการนำไปปฏิบัติจริง

- กิจกรรมที่จัดให้ครูในกระบวนการพัฒนาคูมีลำดับขั้นตอนเหมาะสม
- กิจกรรมที่จัดให้ครูในกระบวนการพัฒนาคูเหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์

ของรูปแบบการพัฒนาคู

- ระยะเวลาที่ในการพัฒนาคูมีความเหมาะสม
- การวัดและประเมินผลรูปแบบการพัฒนาคูครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน

และมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง

ข้อมูลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน (ประคอง กรรณสูต, 2542, หน้า 73) ดังนี้

- 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด
- 3.50-4.49 หมายถึง มาก
- 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง
- 1.50-2.49 หมายถึง น้อย
- 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

โดยกำหนดความเหมาะสมของรูปแบบต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.49 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 ซึ่งผลจากการประเมินผู้ทรงคุณวุฒิประเมินพบว่ารูปแบบที่พัฒนา มีความเหมาะสมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 และมีข้อเสนอแนะสรุปได้ดังนี้

- ควรปรับชื่อกระบวนการพัฒนาขั้นตอนที่ 2 จาก “ร่วมกันปรับปรุง” เป็น “จัดการปรับปรุง”
- กระบวนการพัฒนาครูขั้นตอนที่ 1 ควรกำหนดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากยังคลุมเครือซึ่งอาจทำให้ครูเกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อน

## 2. การสร้างเครื่องมือการวิจัย

### 2.1 เครื่องมือสำหรับใช้ในการพัฒนาครู ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนาครูตามรูปแบบดังกล่าวจำนวน 4 แผน ระยะเวลาที่ใช้ 24 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/ อุปกรณ์ และการประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้สร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 เลือกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างประกอบในเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้พัฒนาครู ดังนี้

เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1.2 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการของรูปแบบการพัฒนาครู 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์ร่วมกัน ขั้นจัดการปรับปรุง ขั้นสะท้อนความคิด

2.1.3 เตรียมสื่อ อุปกรณ์ ข้อมูล และแหล่งศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ฯลฯ ที่คาดว่าครูจะใช้ในระหว่างทำกิจกรรม

2.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อแผน จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/ อุปกรณ์ และการประเมินผล

2.1.5 ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยนำตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา

คณาจารย์นิพนธ์ตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กับขั้นตอนการปฏิบัติการสอน ซึ่งมีข้อแนะนำให้ผู้วิจัยปรับปรุง และแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ครูกคิด วิเคราะห์ ประเมินความเข้าใจของตนเองให้มากที่สุด และมีส่วนร่วมในการพัฒนาตนเอง ครูมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่เรียนรู้ว่าคืออะไร อย่างไร และเมื่อไหร่ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน (ชุดเดียวกับ การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ) ตรวจสอบความสอดคล้องของกระบวนการพัฒนาครู กับขั้นตอนการปฏิบัติการสอนอีกครั้ง ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- เรื่องการลำเลียงน้ำและอาหารของพืชอาจจะเปลี่ยนจากไม้จิ้มฟันเป็นกล้วยไม้ หรือต้นขึ้นฉ่ายจุ่มสีจะทำให้สื่อความหมายได้ดีกว่าไม้จิ้มฟัน
- ควรเพิ่มประเด็นวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์

นอกจากนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการและขอคำแนะนำจาก Prof.Dr.Do-Yong Park อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการพัฒนาครู และกิจกรรมการพัฒนาครูที่เน้นการสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่า กระบวนการพัฒนาครูมีระยะเวลาที่ใช้ เหมาะสม มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ครูสามารถเข้าใจความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยให้ครูจะมองเห็นความเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาที่ใช้สอนจริงในชีวิตประจำวันได้ ในขั้นตอน การพัฒนาครูควรส่งเสริมให้ครูทุกคนได้ลงมือกระทำ สะท้อนความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น ต้องให้เวลาครูในการคิดหาคำตอบจากกิจกรรม เพื่อจะทำให้เกิดประสบการณ์และนำไป ประยุกต์ใช้ในงานของตนเองได้ดี ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ได้ยกตัวอย่างกิจกรรมที่สามารถอธิบาย ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรม Connection inside (การใช้แกนกระดาษ ทิชชูและเชือก)

2.1.6 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับครู ประถมศึกษาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อศึกษาว่ากิจกรรมและวิธีสอน ที่นำมาใช้ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาครูมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร ประเด็นใดที่ควรที่จะเพิ่มเติมหรือปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน และระยะเวลาที่ใช้มีความเหมาะสมกับ เนื้อหาหรือไม่ ผลการทดลองใช้พบว่า

- ขึ้นเตรียมความพร้อมควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่แสดงถึงประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เช่น วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้เหมือนการเกิดบั้งไฟพญานาคที่เป็นความเชื่อของชุมชน นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหน้าที่ให้คำตอบอภิปรายในเรื่องนี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจให้คำตอบได้ก็ตาม

- ควรใช้เวลาครูในการเข้าร่วมกระบวนการพัฒนาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ เพราะครูเป็นวัยผู้ใหญ่ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ซึ่งครูสามารถชี้นำตนเองไปสู่ การเรียนรู้ที่ต้องการได้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้ความรู้ คำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลนักเรียนให้เหมาะสมกับกิจกรรมและวัยของนักเรียน เมื่อครูมีคำถาม หรือข้อสงสัย ผู้วิจัยจึงเป็นเพียงผู้สนับสนุนและช่วยเหลือครูเท่านั้น

- การเลือกวันเวลา และสถานที่ในการพัฒนาครูควรเลือกให้เหมาะสม ครูเข้าร่วมด้วยความเต็มใจ บรรยากาศในห้องมีความเป็นกันเอง ไม่เคร่งเครียดมากเกินไป สะดวกในการเข้าร่วมกิจกรรม

- ควรเพิ่มเอกสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมยกตัวอย่าง เพื่อให้ครูสามารถนำเอกสารประกอบไปทบทวนหลังจากเข้ารับการพัฒนาขึ้นเตรียมความพร้อมแล้ว

2.1.7 นำผลจากการทดลองใช้ในข้อ 2.1.6 มาปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ขึ้น

## 2.2 เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.2.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินด้วยการกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ (Rubric) จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และวารสารวิชาการ

2.2.1.2 ศึกษาตัวชี้วัดของการออกแบบการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ออกแบบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเพื่อสร้างเกณฑ์การให้คะแนนได้ครอบคลุมสอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.2.1.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความเหมาะสมและความชัดเจนด้วยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้เป็นแบบรูบริกส์ (Rubric) 4 ระดับ จำนวน 7 ข้อ

ซึ่งได้มาจากการศึกษาองค์ประกอบของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการสอดแทรก  
 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

- ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้
- การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดแทรก

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- การระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้

มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

- การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยสอดแทรกธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์

- ความเหมาะสมของกระบวนการวัดและประเมินผลที่แสดงให้เห็นการเรียนรู้

เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- 2.2.1.4 นำแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาฯ ศึกษานิพนธ์  
 พิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

- 2.2.1.5 นำแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ  
 จำนวน 5 คน (ชุดเดียวกับการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ) พิจารณาความเหมาะสมของ  
 เกณฑ์การให้คะแนนแล้วดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ทรงคุณวุฒิ  
 ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ควรกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการ  
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน

- ควรปรับภาษาที่ใช้ในเกณฑ์การประเมินให้กระชับขึ้น

- 2.2.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน

ดังนี้

- 2.2.2.1 ศึกษาสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลของไทย

และต่างประเทศ เช่น วารสารวิชาการ สิ่งพิมพ์ เอกสารทางวิชาการ อินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นหลัก  
 ในการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณ

2.2.2.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู

2.2.2.3 สรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยได้ 8 ประเด็น ประกอบด้วย

- โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน
- วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้
- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
- วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ
- วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย
- นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

2.2.2.4 นิยามประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2.2.5 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นปรนัย และศึกษาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีผู้อื่นสร้างไว้ทั้งในและต่างประเทศ เช่น View of nature of science-B ของ Abd-El-Khalick et al. (1998) และสุธาวัลย์ มีศรี (2550, หน้า 119-123) เป็นต้น เพื่อศึกษาประเด็นในการถาม ภาษาที่ใช้แนวทางการให้คะแนน และการสรุปผล ว่าครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่

2.2.2.6 สร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดเพื่อจัดกลุ่มผู้ที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเข้าใจ เข้าใจบางส่วน และไม่เข้าใจ ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 14 ข้อ ครอบคลุม 8 ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2.2.7 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาภาษาที่ใช้ถาม จำนวนข้อของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การให้คะแนน และการสรุปผล แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.2.2.8 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน (ชุดเดียวกับการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ)



พิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความชัดเจนในการใช้ภาษา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ได้ค่า IOC ของข้อคำถามระหว่าง 0.66-1.00 แล้วดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องของการใช้ภาษาในข้อคำถามที่ไม่ชัดเจน บางข้ออาจจะต้องอธิบาย เช่น การหาความรู้หรือการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์เป็นงานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ความต้องการของสังคม วัฒนธรรมของชุมชนไม่มีผลหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง

2.2.2.9 นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับครูประถมศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อปรับปรุงคำถาม ความชัดเจน และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม นำผลที่ได้มาพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

## ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษา ให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูมีการดำเนินงาน ดังนี้

### 1. การเตรียมเพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูที่ได้พัฒนาขึ้น

การเตรียมเพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูที่ได้พัฒนาขึ้น มีการดำเนินงาน ดังนี้

#### 1.1 กำหนดแบบแผนการทดลอง

ในการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นนั้น ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง โดยการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest-posttest design) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2551, หน้า 45) ดังนี้

การวัดก่อนการทดลอง		การวัดหลังการทดลอง
$O_1$	X	$O_2$

$O_1$  หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูก่อนการใช้รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น

- O<sub>2</sub> หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูหลังการใช้รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น
- X หมายถึง การจัดการกระบวนการพัฒนาครูตามรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## 1.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ ครูที่สอนอาชีววิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดชลบุรี จำนวน 58 คน
- 1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ ครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 27 คน สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดชลบุรี โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling)

## 2. การดำเนินการสอนตามรูปแบบการพัฒนาครู

ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเอง จำนวน 36 ชั่วโมง มีการดำเนินงานดังนี้

2.1 ทดสอบก่อนการพัฒนา (pretest) ด้วยแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้เดิมของครูคนละ 1 แผน และสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการกับกลุ่มตัวอย่างด้วยคำถาม ดังนี้

- 2.1.1 ปัจจุบันครูเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนใด
- 2.1.2 ครูเคยได้ยิน หรือรู้จักธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก่อนหรือไม่  
ถ้าเคยอธิบาย หรือยกตัวอย่างประกอบ
- 2.1.3 ในการเรียนในห้องเรียนครูคิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 2.1.4 ครูคิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร
- 2.1.5 ปัจจุบันครูออกแบบการจัดการเรียนรู้อาชีวสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร

2.1.6 ครูคิดว่าการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการในทุกเนื้อหาสาระมีความเป็นไปได้หรือไม่

2.1.7 ครูคิดว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่  
อย่างไร

2.2 ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ชั่วโมง

2.3 ดำเนินการพัฒนาครูโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

2.4 ทดสอบหลังการพัฒนา (Posttest) ด้วยแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้กลุ่มตัวอย่างออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คนละ 1 แผน ผู้วิจัยประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อยืนยันความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และความมั่นใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### 3. การวิเคราะห์ผลการใช้รูปแบบการพัฒนาครู

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการพัฒนาครูเพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนความสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของครูระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามรูปแบบการพัฒนาครู โดยใช้ *t*-test (Dependent sample)

3.2 เปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามรูปแบบการพัฒนาครู โดยใช้ความถี่

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่ง การดำเนินงานออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการ เรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การวิจัย กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$SD$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$D$	แทน	ค่าเฉลี่ยความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียน
$n$	แทน	จำนวนครูในกลุ่มตัวอย่าง
$df$	แทน	Degree of freedom
$t$	แทน	ค่าสถิติ $t$ -dependent
$p$	แทน	ความน่าจะเป็น

#### ระยะที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนา รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินงาน 6 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และแบบสอบถามครูประถมศึกษา 2) สร้าง รูปแบบการพัฒนาครู 3) จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4) สร้างและ ตรวจสอบเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล 5) ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษา

ให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 6) แก้ไขปรับปรุงรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเอกสารประกอบรูปแบบผลการดำเนินงานดังกล่าวได้รูปแบบการพัฒนาครู ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนาครู และการวัดและประเมินผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### หลักการ

รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษานี้ มุ่งให้ครูมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่ต้องการ โดยครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ (Learner-centered) ที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองมีการเรียนรู้เป็นกลุ่มที่ใช้งานประจำเป็นหลัก (On the job based learning) สะท้อนความคิดเห็นระหว่างกัน และสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ตลอดเวลาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน ภายใต้บรรยากาศของการเรียนรู้ที่ไม่เคร่งเครียด จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist learning)

นอกจากนี้รูปแบบดังกล่าวเป็นการพัฒนาครูประจำการซึ่งเป็นวัยผู้ใหญ่ ซึ่งจะสนใจเรียนรู้เมื่อมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงเข้ากับภาระงานหรือประสบการณ์ที่มีอยู่ได้ กิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องสัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยเริ่มจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา

### กระบวนการพัฒนาครู

ในการดำเนินการพัฒนาครูตามรูปแบบนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่จัดเรียงลำดับ ดังนี้

**ขั้นที่ 1** เตรียมความพร้อม (Prepare)

การเตรียมความพร้อมเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนการจัดการเรียนรู้ ให้ครูทุกคนมีความรู้และความใจตรงกัน โดยประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้สอน และวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู กิจกรรมที่ใช้ในขั้นนี้ เช่น การบรรยาย การยกตัวอย่าง และการสาธิตการทดลองที่สามารถชี้ให้เห็นประเด็นของการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้คำถาม ให้ครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในขั้นต่อไป

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize)

ครูนำแผนการจัดการเรียนรู้เดิมมาโต้แย้ง และอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จุดเด่นของแผนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์โต้แย้ง และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นที่ 3 จัดการปรับปรุง (Redesign)

เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้ลงมือปฏิบัติตามความคิด โดยครูปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหา หรือกิจกรรมให้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยผู้สอนเตรียมเอกสาร ตำรา และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีเพียงพอสำหรับทุกกลุ่มสำหรับให้ครูร่วมกันค้นคว้า ระดมความคิด แสดงความคิดเห็น และทดลองกิจกรรมเพื่อใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้ครูสะท้อนความคิด เพื่อให้แต่ละกลุ่มสามารถสรุปแนวคิด ร่วมกันได้ ซึ่งครูจะมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากผู้สอน และความรู้ที่ได้รับจากครูคนอื่นกับความเข้าใจของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect)

เป็นขั้นที่เน้นการแสดงความคิด โดยครูนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว และวิธีการทำงานร่วมกันของกลุ่มในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันว่ามีกระบวนการทำงานอย่างไร เช่น การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เริ่มจากขั้นตอนใด ครูต้องรู้ อะไรบ้าง เป็นต้น สมาชิกกลุ่มอื่นสะท้อนความคิดโต้แย้ง และอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้สอนสะท้อนความคิด อธิบายตามทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการสอน วิทยาศาสตร์ และเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างการทดลอง หรือกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นต่อไป

#### การวัดและประเมินผล

##### 1. การประเมินก่อนเข้ารับการพัฒนาด้วยรูปแบบการพัฒนาครู

1.1 ประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้เดิมที่ครูใช้สอนจริง โดยผู้สอนประเมินเกี่ยวกับการระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาอยู่ในระดับใดการจัดกิจกรรมสำหรับนักเรียนมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

รวมถึงความเหมาะสมด้านกระบวนการวัด สื่ออุปกรณ์ ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## 2. การประเมินหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู

2.1 ประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูพัฒนาาร่วมกัน โดยผู้สอนประเมินเกี่ยวกับการระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาอยู่ในระดับใดการจัดกิจกรรมสำหรับนักเรียนมีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเหมาะสมด้านกระบวนการวัด สื่ออุปกรณ์ ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำรูปแบบการพัฒนาครูไปทดลองใช้กับครูประถมศึกษา จำนวน 27 คน เป็นเวลา 36 ชั่วโมง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รายละเอียดแบ่งออก ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### 1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนา และหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูมีการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนา และหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู

รายการประเมิน	ก่อนเข้ารับการพัฒนา		หลังเข้ารับการพัฒนา	
	$\bar{X}$	$SD$	$\bar{X}$	$SD$
1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	2.11	0.66	3.19	0.56
2. ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1.85	0.60	2.81	0.62
3. การระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	2.19	0.62	2.85	0.66
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	2.15	0.53	3.11	0.70
5. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหา	2.04	0.34	2.48	0.70
6. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน	2.15	0.53	2.63	0.74
7. ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	2.19	0.40	2.93	0.78
ค่าเฉลี่ยรวม	2.09	0.53	2.86	0.68



จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาที่เข้ารับการพัฒนาศึกษา สูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูทั้ง 7 ด้าน เมื่อพิจารณาในรายประเด็น พบว่า ครูมีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ สูงขึ้นมากที่สุด คือ ด้านการกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.19$ ) และความเหมาะสมของ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.11$ )

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง เข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู

ระยะทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการพัฒนา	27	2.09	0.53	11.628**	0.000
หลังการพัฒนา	27	2.86	0.68		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูก่อนและหลังการเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครุ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ก่อนเข้ารับการพัฒนา		หลังเข้ารับการพัฒนา	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
1. วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา	2.00	0.48	2.70	0.67
2. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้อะกฤษฐานที่มีอยู่	1.70	0.61	2.56	0.80
3. นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง	2.15	0.60	2.93	0.27
4. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมักมีรูปแบบที่แน่นอน และสามารถเข้าใจได้	1.59	0.69	2.74	0.53
5. การหาความรู้หรือการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์เป็นงานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ความต้องการของสังคม วัฒนธรรมของชุมชนไม่มีผลหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง	1.37	0.63	2.67	0.55
6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้เมื่อมีหลักฐาน และพยานมาสนับสนุนเพียงพอ	2.30	0.87	2.85	0.46
7. นักวิทยาศาสตร์ต้องระวัง และขจัดความลำเอียง ที่อาจเกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล	1.44	0.58	2.96	0.19
8. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถมาอธิบายความรู้เดิม ได้ดีกว่า	1.41	0.69	2.81	0.48

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ก่อนเข้ารับการพัฒนา		หลังเข้ารับการพัฒนา	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
9. นักวิทยาศาสตร์มักจะทำงานเพียงลำพังคนเดียวในห้องทดลองเพราะหากทำหลายคนจะทำให้ยากต่อการสรุปผลการทดลอง	2.22	0.85	2.63	0.63
10. นักวิทยาศาสตร์ทุกคนหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเดียวกัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนแน่นอน	2.00	0.39	2.93	0.27
11. นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาความรู้	1.56	0.85	2.44	0.89
12. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากการทดลองเท่านั้น	1.59	0.69	2.59	0.80
13. การสะสมข้อมูลหลักฐานทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มั่นคง	2.04	0.81	2.85	0.46
14. นักวิทยาศาสตร์ต้องเผยแพร่ความรู้ที่ตนเองค้นพบและตรวจสอบความรู้โดยนักวิทยาศาสตร์คนอื่นเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.93	0.73	2.93	0.27
คะแนนเฉลี่ยรวม	1.81	0.68	2.76	0.52

จากตารางที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของครูประถมศึกษาที่เข้ารับการพัฒนาฯ สูงกว่า ก่อนเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครูทั้ง 14 ประเด็น เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่า ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงขึ้นมากที่สุด คือ ประเด็นนักวิทยาศาสตร์ต้องระวังและขจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูล ( $\bar{X} = 2.96$ ) ส่วนประเด็นที่ครูมีความเข้าใจน้อยที่สุดหลังเข้ารับการพัฒนา คือ ประเด็นนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาความรู้ ( $\bar{X} = 2.44$ )

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์  
ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู

ระยะทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการพัฒนา	27	1.81	0.68	11.022**	0.000
หลังการพัฒนา	27	2.76	0.52		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 พบว่า ครูประถมศึกษาคูที่เข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู  
มีคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับ 2.76 คะแนน  
ซึ่งสูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครูฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ได้พิจารณาร้อยละของความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับ  
การพัฒนา และหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครูที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นข้อมูล  
แยกเป็นประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาว่าควรได้รับการ  
พัฒนาในประเด็นใดบ้างผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนา  
และหลังการพัฒนาของครูประถมศึกษา

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
	เข้าใจ		เข้าใจบางส่วน		ไม่เข้าใจ	
	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา
1. วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่ เป็นรูปธรรม ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ และสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา	11.11	81.48	62.96	7.41	25.93	11.11
2. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและ ทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้อ หลักฐานที่มีอยู่	7.41	74.07	55.56	7.41	37.04	18.52
3. นักวิทยาศาสตร์จะทำการทดลองซ้ำ หลาย ๆ ครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาด ที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง	25.93	92.59	62.96	7.41	11.11	0.00
4. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มักมีรูปแบบที่แน่นอน และสามารถ เข้าใจได้	11.11	77.78	37.04	18.52	51.85	3.70
5. การหาความรู้หรือการคิดค้น ทางวิทยาศาสตร์เป็นงานของ นักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ความต้องการ ของสังคม วัฒนธรรมของชุมชน ไม่มีผลหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง	7.41	70.37	22.22	25.93	70.37	3.70
6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ เมื่อมีหลักฐานและพยานมาสนับสนุน เพียงพอ	55.56	88.89	18.52	7.41	25.93	3.70
7. นักวิทยาศาสตร์ต้องระวัง และจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้น ในการแปลความหมายข้อมูล	2.96	96.30	35.93	3.70	61.12	0.00

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
	เข้าใจ		เข้าใจบางส่วน		ไม่เข้าใจ	
	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา
8. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานเพิ่มเติมที่สามารถมาอธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า	11.11	85.19	18.52	11.11	70.37	3.70
9. นักวิทยาศาสตร์มักจะทำงานเพียงลำพังคนเดียวในห้องทดลอง เพราะหากทำหลายคนจะทำให้ยากต่อการสรุปผลการทดลอง	48.15	70.37	25.93	22.22	25.93	7.41
10. นักวิทยาศาสตร์ทุกคนหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเดียวกัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนแน่นอน	7.41	92.60	85.19	7.40	7.41	0.00
11. นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาความรู้	22.22	70.37	11.11	3.70	62.96	25.93
12. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากการทดลองเท่านั้น	11.11	77.78	37.04	3.70	51.85	18.52
13. การสะสมข้อมูลหลักฐานทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มั่นคง	33.33	88.89	37.04	7.41	29.63	3.70
14. นักวิทยาศาสตร์ต้องเผยแพร่ความรู้ที่ตนเองค้นพบ และตรวจสอบความรู้โดยนักวิทยาศาสตร์คนอื่น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	22.22	92.59	48.15	7.41	29.63	0.00

จากตารางที่ 8 พบว่า ครูมีความเข้าใจในประเด็นนักวิทยาศาสตร์ต้องระวัง และ ขจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.30 ส่วนประเด็นที่ครูเข้าใจน้อยที่สุดมี 3 ประเด็น คือ 1) การหาความรู้หรือการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ เป็นงานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ความต้องการของสังคม วัฒนธรรมของชุมชนไม่มีผลหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง 2) นักวิทยาศาสตร์มักจะทำงานเพียงลำพังคนเดียวในห้องทดลองเพราะหากทำหลายคนจะทำให้ยากต่อการสรุปผลการทดลอง และ 3) นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาความรู้ คิดเป็นร้อยละ 70.37

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบ การพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเพื่อประเมินรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินจากความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา

การวิจัยนี้ มีการดำเนินการวิจัย 2 ระยะ คือ

**ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** มีขั้นตอน การดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก เอกสาร ตำรา งานวิจัย ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชาติ และสอบถามความคิดเห็น ของครูประถมศึกษา จำนวน 100 คน เกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการพัฒนาความรู้ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบ ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดองค์ประกอบ ของรูปแบบ จากนั้นพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู ซึ่งประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนา และการวัดและประเมินผล
2. นำรูปแบบการพัฒนาครูเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ รูปแบบการพัฒนาครูและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ
3. สร้างเครื่องมือวิจัย ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการ การเรียนรู้ และเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความสามารถ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาครูเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบ ความสอดคล้องของกระบวนการพัฒนาครู



5. นำแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาคำตัดสินความสอดคล้อง

6. ทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการพัฒนาคู โดยนำรูปแบบการพัฒนาคู ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับครูประถมศึกษาที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนเทศบาลวัดดอนไก่อี จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 3 คน ผู้วิจัยทดลองสอน 6 ชั่วโมง และนำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

**ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิผลรูปแบบการพัฒนาคูประถมศึกษา ให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ มีการดำเนินงาน ดังนี้**

1. ใช้แผนการทดลองแบบ One-group pretest-posttest design กำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ประชากรเป็นครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สังกัดเทศบาลนครแหลมฉบัง สังกัดเทศบาลเมืองศรีราชา และสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี จำนวน 27 คน โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling)

2. สร้างเครื่องมือวิจัย จำนวน 2 ชุด คือ เครื่องมือสำหรับทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน และเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาคูที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัย เป็นผู้ดำเนินการเองตามกระบวนการพัฒนาคู 4 ขั้น ของรูปแบบการพัฒนาคูประถมศึกษาให้ สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ จำนวน 36 ชั่วโมง โดยทดสอบก่อนการพัฒนา (Pretest) ด้วยแบบประเมินความสามารถในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมครูเรื่องธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ชั่วโมง ดำเนินการพัฒนาคูใน ขั้นที่ 2-4 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นทดสอบหลังการพัฒนา (Posttest) ด้วยวิธีการเดียวกันกับการทดสอบก่อนเข้ารับ การพัฒนา และสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อยืนยันความ

เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณ และความมั่นใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. วิเคราะห์ผลการใช้รูปแบบการพัฒนาครูโดยใช้ค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของคุณช่วงเวลาก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้  $t$ -test (Dependent sample)

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการพัฒนาครู ประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า

1.1 องค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการพัฒนาครู และการวัดและประเมินผล รายละเอียดดังนี้

1.1.1 หลักการของรูปแบบการพัฒนาครูมีประเด็นหลัก 4 ประการ คือ

1.1.1.1 มุ่งเน้นให้ครูเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา (Learner-centered)

1.1.1.2 เปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองในกิจกรรมที่จัดขึ้นอย่างหลากหลาย เช่น การอภิปราย การสาธิต การสนทนาภายในกลุ่มครู และการแสดงความคิดเห็นที่ทำทลายความคิดเดิมเพื่อให้ครูสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist learning)

1.1.1.3 การพัฒนาครูที่เป็นวัยผู้ใหญ่จะสนใจเรียนรู้เมื่อมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนรู้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับภาระงานเดิมที่มีอยู่ได้ (Adult learning) กิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องสัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยเริ่มจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

1.1.1.4 เน้นให้ครูเรียนรู้โดยใช้งานสอนที่ดำเนินการอยู่เป็นพื้นฐาน (On the job based learning) ในการเรียนรู้เพื่อพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครู

1.1.2.1 เพื่อพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.2.2 เพื่อให้ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.3 กระบวนการพัฒนาครูมี 4 ขั้น คือ

1.1.3.1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) เพื่อให้ครูเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเรื่องการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สอนใช้การบรรยาย

การยกตัวอย่าง และการสาธิตการทดลองที่สามารถชี้ให้เห็นประเด็นของการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้

1.1.3.2 ขั้นวิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้ร่วมกันการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ถึงความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องของหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยกระตุ้นให้ครูร่วมกันคิดวิเคราะห์ ได้แย้ง และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่ม

1.1.3.3 ขั้นจัดการปรับปรุง (Redesign) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้ลงมือปฏิบัติตามความคิดโดยปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหา เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ขึ้น โดยผู้วิจัยเตรียมเอกสาร ตำรา สื่อประกอบ คำแนะนำ และกระตุ้นให้ครูสะท้อนความคิดอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูได้แนวคิดร่วมกัน มีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากผู้วิจัย และความรู้ที่ได้รับจากครูคนอื่นเข้ากับความเข้าใจของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

1.1.3.4 ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) เป็นขั้นที่เน้นการแสดงความคิดเห็น โดยครูมีการนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว และกระบวนการทำงานของตนเอง ในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเริ่มจากขั้นตอนใด ครูต้องรู้อะไรบ้าง เป็นต้น และร่วมกันอภิปราย และโต้แย้งความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น มีการยกตัวอย่าง การทดลอง หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

1.1.4 การวัดและประเมินผล ประเมินจากแบบวัด คือ

1.1.4.1 แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1.4.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาตามกระบวนการพัฒนาครู จำนวน 36 ชั่วโมง

1.3 ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้น

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล) ผลการประเมินโดยภาพรวมผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้มีความเหมาะสม

โดยมีข้อเสนอแนะให้ปรับภาษาในส่วนของหลักการของรูปแบบการพัฒนาครูให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น การคำนึงถึงกระบวนการพัฒนาครูจะต้องเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

#### 1.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้น

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล) พบว่า กระบวนการพัฒนาที่มีความเหมาะสม แต่มีสิ่งที่จะต้องนำไปปรับปรุง คือ การเพิ่มเอกสารความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ที่แสดงถึงประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพิ่มเวลา ในขั้นจัดการปรับปรุงให้มากขึ้น เนื่องจากครูเป็นวัยผู้ใหญ่ที่มีความคิดอิสระที่กำหนดแนวทาง ในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และไม่ต้องการชี้แนะ ผู้วิจัยควรเลือกวันเวลาในการพัฒนาครู ให้เหมาะสม และไม่มีภาระงานสอน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า

2.1 ครูมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเข้ารับการพัฒนาสูงกว่าก่อนเข้ารับการ พัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนก่อนเข้ารับการ พัฒนาเท่ากับ 2.09 และคะแนนหลังเข้ารับการ พัฒนาเท่ากับ 2.86

จากการสังเกตแผนการจัดการเรียนรู้ของครูหลังเข้ารับการ พัฒนา ครูส่วนใหญ่ ออกแบบกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น เพิ่มเติมกิจกรรมที่แตกต่างจากคู่มือครู มีแนวโน้มที่จะปรับปรุงการสอนโดยสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปใน การสอนเพิ่มขึ้น จากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการกับครู พบว่าต้องการจะสอดคล้องธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในทุกเนื้อหาสาระ และต้องการสอดคล้องประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตรงตาม มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดแต่ละระดับชั้น

2.2 ครูมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเข้ารับการ พัฒนา สูงกว่าก่อนเข้ารับการ พัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนก่อนเข้ารับการ พัฒนาเท่ากับ 1.81 และคะแนนหลังเข้ารับการ พัฒนาเท่ากับ 2.76

2.3 ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวนเพิ่มขึ้นหลังเข้ารับการ พัฒนา ประเด็นที่มีจำนวนมากที่สุด คือ นักวิทยาศาสตร์ต้องระวัง และขจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้น ในการแปลความหมายข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 96.30

## อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้มีความสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่นำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ

1. รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายตามกระบวนการพัฒนาครู 4 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยให้ความรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบรรยาย และชี้แจงจุดประสงค์ของการเข้าร่วมการพัฒนาในครั้งนี้ เพื่อให้ครูมีความเข้าใจตรงกันในจุดประสงค์ของรูปแบบการพัฒนาครู ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ในช่วงพักรับประทานอาหารว่าง (เช้า) ระหว่างที่ดำเนินการขั้นเตรียมความพร้อมนั้น ครูส่วนใหญ่เริ่มมีการแนะนำตัว แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเรื่องการสอน การออกแบบกิจกรรม การนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ การจัดการเรียนชั้นเรียน และการพัฒนาตนเองในตำแหน่งงาน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนผ่อนคลาย เป็นกันเองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดรูปแบบแรงจูงใจของเคลเลอร์ (Keller's ARCS model) (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2555, หน้า 10-13) ที่ว่า ความตั้งใจและความสนใจของผู้ใหญ่เป็นปัจจัยกระตุ้นการเข้ารับการพัฒนาระบบแรงจูงใจในการเรียนรู้ผู้ใหญ่จะต้องมองเห็นความสัมพันธ์และสิ่งเกี่ยวข้องกับงานที่รับผิดชอบ และ Knowles (1980 อ้างถึงใน อาชัญญา รัตนอุบล, 2551, หน้า 20-21) อธิบายว่า ความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้ใหญ่จะดีที่สุด หากได้เรียนรู้ในสิ่งที่เป็นประโยชน์ มีความจำเป็น ต้องรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในทันทีเมื่อเรียนจบ ซึ่ง อาชัญญา รัตนอุบล (2551, หน้า 38-42) ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงองค์ประกอบที่สนับสนุนให้ผู้ใหญ่เกิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกันว่า ต้องมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งที่เรียน สิ่งที่เราเรียนรู้สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ และความปรารถนาของผู้ใหญ่ มีคุณค่า มีความหมาย และสิ่งที่เรารู้สึกสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้ใหญ่ เมื่อจบกิจกรรมในขั้นนี้ผู้วิจัยยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีการกระตุ้นให้ครูเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเพื่อนำไปสู่การเข้าสู่ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อให้ครูเกิดความเชื่อมั่นยอมรับในความรู้เดิมและประสบการณ์ของตน ตั้งใจพัฒนาตนเองจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่ว่างและเปิดโอกาสในการเรียนรู้ให้กับตนเอง ตามที่ สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2555, หน้า 7-26) ได้กล่าวไว้อีกด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการพัฒนาตนเอง เสริมแรง และให้กำลังใจเพื่อให้ครูมีความพร้อมในการเริ่มต้นในกระบวนการพัฒนาครูตามรูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้นไป

1.2 ชั้นวิเคราะห์ร่วมกัน ชั้นนี้ให้ครูแบ่งกลุ่มเพื่อร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Jarvis (1983, pp. 130-156 อ้างถึงใน สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2555, หน้า 259-270) ที่เสนอวิธีการสอนโดยใช้ผู้ใหญ่มุ่งเน้นศูนย์กลางแบบกลุ่ม (Student-centered group methods) เป็นการสอนที่ผู้ใหญ่มุ่งเน้นการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งนี้เป็นการนำประสบการณ์ของครู มาสู่สถานการณ์การเรียนการสอนด้วยเพื่อน ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ยกตัวอย่างเช่น การระดมสมอง การได้วาที่ การอภิปรายกลุ่ม บทบาทสมมติ การสัมภาษณ์ การทัศนศึกษา การประชุมเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น แต่ละกลุ่มอภิปรายถึงความถูกต้องของ แผนการจัดการเรียนรู้ การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จุดเด่นของแผนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่ Driver and Bell (1986, pp. 443-456) กล่าวว่า การสร้างความหมาย เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำจากสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบ และอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ และผู้อื่น เมื่อครูได้ ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์จะมีการสะท้อนความคิด อภิปราย และให้เหตุผล ทำให้เกิดขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ Fosnot (1996 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, ม.ป.ป.) ที่ได้อธิบายว่า บุคคลจะสร้างความรู้ หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม ขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ความรู้จึงเปลี่ยนแปลง ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมของแต่ละบุคคล การเรียนรู้เป็น กระบวนการกำกับตนเองที่บุคคลใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งที่ เคยรับรู้ หรือความรู้ที่มีอยู่เดิม กับสิ่งที่รับรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

1.3 ชั้นร่วมกันปรับปรุง ครูนำข้อคิดเห็นจากการอภิปรายร่วมกันที่ได้จากสมาชิก ในกลุ่มเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหาหรือกิจกรรมให้มีการสอดแทรก ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 ข) ที่เสนอหลักการพัฒนาริชาชีพครูวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาครูควรเปิดโอกาสให้ครูทำงานร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากปัญหาที่เคยประสบตลอดจนหาวิธีแก้ปัญหาาร่วมกัน กิจกรรมควรส่งเสริมให้ครูได้มีส่วนร่วม กับเพื่อนครูเพื่อเป็นการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ให้กับครู จุดมุ่งหมายของชั้นนี้สอดคล้องกับ Dass (1999), Hassel (1999) และ Loucks-Horsley (2000) ที่ได้สรุปจุดมุ่งหมายในการพัฒนาครู ไว้ว่า เพื่อส่งเสริมให้ครูเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้การสะท้อนความคิดอย่างสร้างสรรค์ของครู

วิทยาศาสตร์ ครูได้ใช้วิธีในการสืบเสาะปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ใช้เหตุผลและข้อค้นพบ ประกอบการตัดสินใจ และการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ การปฏิบัติงาน ทักษะการสอน ส่งเสริมสมรรถภาพทางสติปัญญา และความเป็นผู้นำของครู

#### 1.4 ขั้นสะท้อนความคิด ครูนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว

และกระบวนการทำงานของตนเองในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเริ่มจากขั้นตอนใด ครูร่วมกันอภิปราย และโต้แย้งความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยสะท้อนความคิด อธิบาย และขยายความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการยกตัวอย่างการทดลอง หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูในการนำไปประยุกต์สำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ในเนื้อหาอื่น ในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาค่อนข้างมาก เนื่องจากทุกกลุ่มอยากรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่นและผู้วิจัย เพื่อนำไปปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง ครูที่สอนในระดับชั้นที่แตกต่างกันจะแสดงความคิดเห็นถึงเนื้อหาที่สอน กิจกรรมที่ใช้ เพราะ สามารถบอกได้ว่า จัดกิจกรรมแบบใดที่จะทำให้เกิดความต่อเนื่องด้านเนื้อหาของนักเรียนได้

นอกจากนี้การคัดเลือกครูที่เข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครูนั้น เป็นครูที่ มาด้วยความสมัครใจ เต็มใจ กระตือรือร้น มีความสนใจเรียนรู้เมื่อมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนรู้นั้น สามารถเชื่อมโยงเข้ากับภาระงานหรือประสบการณ์ที่มีอยู่ได้ มีแรงจูงใจในการเปลี่ยนแปลงตนเอง เพื่อพัฒนางานที่รับผิดชอบให้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกวัน และสถานที่ที่ใช้ในการพัฒนาตาม ความสะดวกของครู ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ผู้ใหญ่ของ Knowles (1978, p. 31 อ้างถึงใน สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2555, หน้า 247-249) ที่ได้อธิบายว่า การให้การศึกษาแก่ผู้ใหญ่ แตกต่างจากเด็ก คือผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียน และช่วยให้ผู้ใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รวมไปถึงทักษะ พฤติกรรม ค่านิยม และทัศนคติด้วย ซึ่งผู้สอนจะไม่สอนผู้ใหญ่โดยตรงในสิ่งต่าง ๆ แต่ผู้สอนจะช่วยเหลือให้ผู้ใหญ่เรียนรู้และเข้าใจด้วยตนเอง

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาคือสามารถออกแบบ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครูอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้น สามารถพัฒนาครูในด้านกาหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และด้าน

ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 3.19 และ 3.11 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 5 ปี เมื่อผู้วิจัยให้ความรู้ ยกตัวอย่างกิจกรรมที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเตรียมความพร้อมแล้ว ครูสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่มที่สอนในชั้นต่าง ๆ กัน จึงทำให้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้เหมาะสมต่อเนื่องเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อวิเคราะห์รายด้านของผลการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าด้านการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังมีความต่างของคะแนนก่อนและหลังการพัฒนาที่สูงกว่าด้านอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่ว่าความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลอย่างมากในการตัดสินใจ และการปฏิบัติการสอนของครู งานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000), Schwartz and Lederman (2001) พบว่า ครูต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงจะสามารถจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ แสดงให้เห็นว่าเมื่อครูมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากชั้นเตรียมความพร้อมแล้ว เมื่อได้เข้ารับการพัฒนาในชั้นวิเคราะห์ร่วมกัน ชั้นจัดการปรับปรุง และชั้นสะท้อนความคิด ครูได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองจากการอภิปราย การสนทนาภายในกลุ่มครู วางแผนทำงาน และเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มได้เกิดการสื่อสาร และสะท้อนความคิดอย่างต่อเนื่อง จุดเน้นคือ ครูได้ลงมือปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้ครูเรียนรู้จากประสบการณ์ เมื่อมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดที่หลากหลายระหว่างกันซึ่งในขณะเดียวกันก็เกิดการสร้างความรู้ขึ้นมาในระหว่างที่มีการตอบโต้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

2.2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้ารับการพัฒนามตามรูปแบบการพัฒนาครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าครูประถมศึกษา มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเข้ารับการพัฒนาในประเด็นนักวิทยาศาสตร์ต้องระวัง และขจัดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นในการแปลความหมายข้อมูลมากที่สุด และความต่างของร้อยละครูที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการพัฒนาก็สูงกว่าด้านอื่นอีกด้วย ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในเกือบทุกเนื้อหา มีการทดลอง ซึ่งครูได้มีการเน้นนักเรียนถึงการแปลความหมายที่ต้องมีความซื่อสัตย์กับข้อมูลที่ได้จากการทดลองทุกประเภท และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว ครูส่วนใหญ่จึงมีความเข้าใจในประเด็นนี้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้อง



กับแนวคิดของ Crowther, Lederman and Lederman (2005, p. 50) ที่ว่าการศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายใต้ขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าครูมีแนวโน้มนำประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้ได้กับทุกเนื้อหาสาระ เพราะสามารถสอดแทรกได้ง่าย และครูมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ถ้าพิจารณาจากประเด็นที่ครูมีความไม่เข้าใจมากที่สุด คือ นักวิทยาศาสตร์ทุกคนหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเดียวกัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนแน่นอน อาจเป็นเพราะครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการกำหนดขั้นตอนการทดลอง (Direction lab) ในชั้นเรียนของตนเองแบบเดิมว่านักเรียนทุกคนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่หนังสือเรียนกำหนด และใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ และวิธีการเดียวกันเท่านั้น ไม่สามารถออกแบบการทดลองด้วยตนเองได้ ซึ่ง American Association for the Advancement of Science (1994, pp. 1-11) ได้อธิบายไว้ว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific inquiry) เป็นการใช้กระบวนการที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้นตอน การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความยืดหยุ่น ประกอบไปด้วยจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเชิงตรรกะ และหลักฐานเชิงประจักษ์ ไม่ถูกจำกัดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช่ว่าแค่การทดลองเท่านั้น สามารถสรุปสาระด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ จึงควรให้ครูได้ศึกษาประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติมเพื่อนำไปสอดแทรก และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของตนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เหตุผลอีกประการที่แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ครูประถมศึกษาสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากในระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้นทุกขั้นตอนได้เปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเอง เกิดการอภิปราย การสนทนาภายในกลุ่มครู วางแผนทำงาน และเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการสื่อสารซึ่งกันและกัน ครูเกิดการสะท้อนความคิดอย่างต่อเนื่อง และการแสดงความคิดเห็นที่ทำทลายความคิดเดิมทำให้ครูเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ การสร้างความหมายของการเรียนรู้เกิดมาจากการพัฒนาจากประสบการณ์ เมื่อมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดที่หลากหลายระหว่างกันซึ่งในขณะเดียวกันก็เกิดการสร้างความรู้ขึ้นมาในระหว่างที่มีการตอบโต้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน อีกทั้งผู้วิจัยจะเน้นให้ครูเป็นศูนย์กลาง จัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มภาระให้กับครู นำงานที่ครูรับผิดชอบมาเป็นกิจกรรมในการปรับปรุง พัฒนางาน โดยความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับสามารถ

ช่วยให้ครูกำหนดหน้าในหน้าที่ได้ ระยะเวลา และสถานที่ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมตามความสมัครใจของครู ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ที่ว่า ผู้ใหญ่ต้องการเรียนรู้สิ่งที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ไม่เป็นการเพิ่มภาระ ผู้เรียนต้องการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกเท่านั้น

จากการสังเกต และสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการระหว่างกิจกรรมการพัฒนาครูกับครูที่เข้าร่วมนั้น พบว่า ครูมีความสนใจที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้อื่นเพิ่มเติมมาในครั้งต่อไป เพื่อมาช่วยกันวิเคราะห์ ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ของตน ร่วมกันสะท้อนความคิด แลกเปลี่ยนความคิด และร่วมมือกันออกแบบกิจกรรมการทดลองที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์รอบตัวที่สามารถนำมาทดแทนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของตนได้ สร้างสื่อการสอนที่สร้างสรรค์ และเหมาะกับวัยของนักเรียนมากขึ้น อีกทั้งยังเกิดเครือข่ายของครูวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียน และระหว่างสังกัดได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ที่ว่า ผู้ใหญ่ต้องการเรียนรู้สิ่งที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ไม่เป็นการเพิ่มภาระ ผู้เรียนต้องการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกเท่านั้น ครูเน้นให้ครูเป็นศูนย์กลาง จัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มภาระให้กับครู นำงานที่ครูรับผิดชอบมาเป็นกิจกรรมในการปรับปรุง พัฒนางาน โดยความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับสามารถช่วยให้ครูกำหนดหน้าในหน้าที่ได้ ปัจจัยในการเลือกสถานที่ และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมก็ควรจัดตามความสมัครใจของครูด้วย

### ข้อเสนอแนะ

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของการออกแบบการจัดการเรียนรู้และศึกษาธรรมชาติของวิชาที่ตนเองสอน รวมทั้งคำนึงถึงวิธีการสอน การเลือกสื่อ อุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับนักเรียน
2. การสร้างเครือข่ายครูในการแลกเปลี่ยนความรู้ หรือร่วมกันระดมความคิด เพื่อแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียนเป็นจุดเด่นที่น่าจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
3. การกำหนดระยะเวลา สถานที่ที่ใช้ในการพัฒนาตรงกับความต้องการ และความสมัครใจของครูเป็นส่วนใหญ่ เพราะจะทำให้ครูมีความเต็มใจในการเข้าร่วมมากยิ่งขึ้น

4. การพัฒนาครูไม่ควรเพิ่มภาระให้กับครู ครูควรนำความรู้ที่ได้รับมาปรับปรุงงานที่ได้รับมอบหมายให้ดียิ่งขึ้น หรือสามารถนำมาแก้ไขสิ่งที่ต้องการได้
5. กระบวนการพัฒนาครูต้องเน้นให้ครูได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านคลา

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรติดตามครูในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องต่อพรกธรรมาชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียน
2. ควรสัมภาษณ์นักเรียนถึงการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้ในชั้นเรียน
3. ควรพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา หรือในวิชาอื่นต่อไป

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. ใน เอกสาร ประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การ รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กาญจนา มหาลี. (2553). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุศลสิน มุสิกกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15(1), 66-71.
- ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์. (2553). แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์. *วิทยาลัยการฝึกหัดครู*, 2(1), 115-131.
- ขวัญหญิง ทิพแก้ว. (2555). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขวัญหญิง ทิพแก้ว และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. *วารสารปาริชาติ*, 25(3), 75-84.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์: บทสรุปผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ. แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิส.
- จันทร์พร พรหมมาศ. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 400431 บูรณาการการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ความคิดเห็นของนักการศึกษาและครูสาขาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่พึงประสงค์ในอนาคต*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชัย แก้วหนัน. (2552). ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุพันธ์ สังก้อง และสมาน แก้วไวยุทธ์. (2550). การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาระดับชั้นที่หนึ่ง, *สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 13(4), 513-525.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม*, 6(1), 159-173.
- ทศนา เขมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประคอง กรรณสุด. (2542). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพิณ ขอดแก้ว. (2555). การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ *Prepare, observe and evaluate, and product-presentation (POP)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปริญดา ลิ้มปานนท์. (2547). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา อมาตยกุล. (2528). *มิติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ปรีชาญ เดชศรี. (2547). *สสวท. ตะลุย สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติสหรัฐอเมริกา* หนทางพัฒนาเครื่องมือนวัตกรรมมาตรฐานการศึกษาศาสตร์ไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- พศิน แดงจวง. (2554). *รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ดวงกลมพับลิชชิ่ง.
- พินิจนันท์ เนื่องจากอรน. (2553). การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อจัดการเรียนรู้ดาราศาสตร์และอวกาศบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิค  
การสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพรทิพย์ แจ่มจัน. (2551). สมรรถนะครูและแนวทางการพัฒนาครู  
ในสังคมที่เปลี่ยนแปลง. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์  
ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้  
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต,  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยนต์ ชุ่มจิต. (2535). การพัฒนาครู. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชา  
วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วิชิตวงศ์ ณ บ่อเพชร. (2553). ปฏิรูปการศึกษา: แนวคิด และข้อเสนอแนะ. กรุงเทพฯ: วศิระ.
- วีระพันธ์ เจริญลิขิตกวิน. (2553). การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-2 เพื่อจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวปฏิรูปการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก  
บูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร  
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักรินทร์ ชนประชา. (2557). ทฤษฎีการเรียนรู้ผู้ใหญ่: สิ่งที่ครูสอนผู้ใหญ่ต้องเรียนรู้. วารสาร  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 25(2), 13-23.
- สกุล มูลแสง. (2554). สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย  
รามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้  
กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). เอกสารประกอบการประชุม  
ปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผล และอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ:  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551 ก). 36 ปี สถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551 ข). *เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรม วิทยาศาสตร์ประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 2*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ ฯ.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). *ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2551). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2553). มิติใหม่แห่งการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 12(3), 175-187.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2555). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดการเรียนรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(3), 119-124.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 26(2), 133-145.
- สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ. (2548). *แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย Competency based learning*. กรุงเทพฯ: ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์.
- สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์*, 29(3), 228-239.
- สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยโส. (2552). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 14(4), 360-374.

- สุธาวัลย์ มีศรี. (2550). ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้  
ด้านการสอนเรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 2(1), 101-110.
- สุนทร สุนันท์ชัย. (2544). *เอกสารการสอนชุดวิชาการศึกษาตลอดชีวิตและการศึกษานอกระบบ*.  
นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). *เอกสารประกอบการอบรมครูโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียน  
ในกรุงเทพมหานคร การเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์*.  
กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุมาลี กาญจนชาติ. (2543). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของ  
นักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม*. วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2555). *จิตวิทยาเพื่อการอบรมผู้ใหญ่* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2535). *โครงการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ประจำปีงบประมาณ 2535*.  
กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์.
- อาชัญญา รัตนอุบล. (2551). *พัฒนา การเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมสำหรับผู้ใหญ่*. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อังสนา วงษ์ดนตรี. (2556). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและอาจารย์สอน  
วิทยาศาสตร์โรงเรียนเตรียมทหาร*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Abd-El-Khalick, F. S., & Akerson, V. L. (2004). Learning about nature of science as  
conceptual change: Factors that mediate the development of preservice  
elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88, 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the Knowledge  
base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*,  
34(7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Legeman, N. G. (1998). The nature of science and  
instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*,  
82(4), 417-437.



- 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., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(4), 295-317.
- Akerson, V. L., & Buzzelli, C. A. (2007). Bridging the gap between preservice early childhood teachers' cultural values, perceptions of values held by scientists, and the relationships of these values to conceptions of nature of science. *Journal of Science Education, 37*, 295-317.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Ausubel, D. (1969). *Educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. New York: Allyn & Bacon/ Longman.
- Bell, R., Maeng, J. L., Peters, E. E., & Sterling, D. R. (2010, May). *Scientific inquiry and the nature of science task force report*. Richmond, VA: Virginia Mathematics and Science Coalition.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Education Review, 31*, 21-32.
- Clough, M. P., & Olsan, J. K. (2004). The nature of science always part of the science story. *The Science Teacher, 71*(9), 28-31.
- Crowther, D. T., Lederman, L. G., & Lederman, J. S. (2005). Understanding the true meaning of nature of science. *Science and Children, 43*(2), 50-52.
- Dass, P. M. (1999). *Preparing professional science teacher: Critical goal*. Retrieved from [www.ed.psu.edu/CI/Journals/1998AETS/s5-2-dass](http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/1998AETS/s5-2-dass).
- Dewey, J. (1922). *Human nature and conduct*. New York: Henry Holt.

- Driver, R., & Bell, B. (1986). Student's thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67(240), 443-456.
- Glaserfeld, E. V. (1995). *Radical constructivism: A way of knowledge and learning*. London: The Falmer press.
- Halai, N., & McNicholl, J. (2004). Teachers' conceptions of the nature of science: A comparative study from Pakistan and England. *School Science Review*, 86(314), 93-100.
- Hassel, E. (1999). *Professional development: Learning from the best a toolkit for school and districts based on the national awards program for model professional development*. Illinois: North Central Regional Education Laboratory.
- Indiana Professional Standards Board. (1997). *Standards for teachers of fine arts*. Indianapolis, IN: Indiana Professional Standards Board.
- Johnston, T., & Southerland, A. (2002). Conceptual ecologies and their influence on nature of science conception: More dazed and confused than ever. In *Paper presented at the annual meeting of the national association of research in science teaching*. New Orleans, LA:
- Kang, S., L. Scharmann, & T. Noh. (2004). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education* 89(2), 314-334.
- Krogh S. L. (1994), *Educating young children infancy to grade three* New York: McGraw-Hill.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conception of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- 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. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conception of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-518.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Dordrecht: Kluwer.
- Lederman, N. G., & Lederman, L. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.
- Loucks-Horsley, S. (2000). *A framework for designing & identifying professional development programs*. Retrieved from <http://www.enc/print/professio...s/0,1341,ACQ-142559-5,00.htm>
- Martin, R. E. et al. (1994). *Teaching science for all children*. Boston: Allyn and Bacon.
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24-27.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science and Education*, 7, 511-532.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer.
- Meichtry, Y. J. (1993). The impact of science curricula on student views about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 429-443.

- National Research Council. (1996). *National science education standards*.  
Washington, DC: National Academic Press.
- National Science Digital Library. (2015). Nature of science. In *Science for all Americans*.  
Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm>
- National Science Teachers Association. (2000). *Position statement: The nature of science*. Retrieved from [www.nsta.org/positionstatement&psid](http://www.nsta.org/positionstatement&psid)
- National Science Teachers Association. (2003). *Standards for science teacher preparation*. Retrieved from [ww.nsta.org/presearvice/docs/NSTAstandards2003.pdf](http://www.nsta.org/presearvice/docs/NSTAstandards2003.pdf)
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science and Education*, 18(1), 43-65.
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2009). *Creating effective teaching and learning environments*. Retrieved from [www.oecd.org/publishing/corrigenda](http://www.oecd.org/publishing/corrigenda).
- Queensland University of Technology, (2002). *The Thailand education reform project*. Retrieved from <http://www.erigidigest.org/1996-1/reform.htm>
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2001). It's the nature of the beast: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Simpson, R. D., & Brown, D. K. (1997). Validation science teaching competencies using the Delphi method. *Science Education*, 61, 139-143.
- Troutman, A. P., & Lichtenberg, B. K. (1995). *Mathematics. A good beginning*. New York: Brooks/ Cole.
- Wisconsin Education Association Council. (1999). *Wisconsin Teacher Standards for Teacher Development and Licensure*. Retrieved from [http://environmentalconclusions.com/resources/teacher\\_standards.pdf](http://environmentalconclusions.com/resources/teacher_standards.pdf)

ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

- |   |  |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวะธีรานนท์      | สาขาศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช       |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว    | คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                 |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร | คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยบูรพา                     |
| 4. ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา                       | คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยบูรพา                     |
| 5. อาจารย์เฉลิมชัย วัดเข้าหลาม                  | ครุศึกษาศาสตร์ระดับประเทศ<br>โรงเรียนราชวินิต กรุงเทพฯ |

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว ๓๔๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ มีนาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ทรงคุณวุฒิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวทัญญู วุฒิวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” โดยอยู่ในการควบคุมดูแลของ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๒๙, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕



(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว ๑๒๕๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวทัญญู วุฒิวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” โดยอยู่ในการควบคุมดูแลของ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔, ๕ และ ๖ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ ถึงวันที่ ๓๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๒๙, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

## ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## คู่มือการใช้

### รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา ศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ จำเป็นที่ครูจะต้องตระหนักว่า วิชาเหล่านั้นมีธรรมชาติของวิชา หรือลักษณะของศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อให้สามารถออกแบบและจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้ สอดคล้องและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาหรือศาสตร์เหล่านั้นอย่างถ่องแท้ และสามารถ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครูจึงต้องออกแบบ การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) เพื่อส่งเสริมให้ นักเรียนเข้าใจลักษณะและข้อจำกัดต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อสังคมและตัวของนักเรียนเอง รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์นี้พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยให้นักครู เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสอดคล้อง ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

#### หลักการ

รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา นี้ มุ่งให้ครูมีความเข้าใจในธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่ต้องการ โดยครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ (Learner-centered) ที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองมีการเรียนรู้เป็นกลุ่มที่ใช้งานประจำ เป็นหลัก (On the job based learning) สะท้อนความคิดเห็นระหว่างกัน และสามารถตรวจสอบ การเรียนรู้ของตนได้ตลอดเวลาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน ภายใต้บรรยากาศ ของการเรียนรู้ที่ไม่เคร่งเครียด จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist learning)

นอกจากนี้รูปแบบดังกล่าวเป็นการพัฒนาครูประจำการซึ่งเป็นวัยผู้ใหญ่ ซึ่งจะสนใจ เรียนรู้เมื่อมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงเข้ากับภาระงานหรือประสบการณ์ที่มีอยู่ได้ กิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องสัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยเริ่มจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา

## เงื่อนไขของรูปแบบการพัฒนาครูที่พัฒนาขึ้น

ในการพัฒนาครูจะเรียกครูประถมศึกษาที่เข้าร่วมการพัฒนาตามรูปแบบว่า ครู และเรียกผู้ดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาว่า ผู้สอน ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการควบคุมในการออกแบบการวัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อตกลงของกระบวนการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. ครูประถมศึกษาที่เข้ารับการพัฒนาดำเนินการต้องเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6
2. ครูที่เข้ารับการพัฒนาดำเนินการต้องเข้าร่วมการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้สอน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ความเข้าใจ และปรับพื้นฐานความรู้
3. ครูทำกิจกรรมที่ใช้ภาระงานสอนที่ครูรับผิดชอบอยู่แล้วเป็นฐาน โดยนำความรู้ที่ได้รับใหม่มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เดิมให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มภาระให้กับครู

## กระบวนการพัฒนาครู

ในการดำเนินการพัฒนาครูตามรูปแบบนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่จัดเรียงลำดับ ดังนี้

**ขั้นที่ 1** เตรียมความพร้อม (Prepare)

การเตรียมความพร้อมเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนการจัดการเรียนรู้ให้ครูทุกคนมีความรู้และความใจตรงกัน โดยประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้สอน และวัดความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของครู กิจกรรมที่ใช้ในขั้นนี้ เช่น การบรรยาย การยกตัวอย่าง และการสาธิตการทดลองที่สามารถชี้ให้เห็นประเด็นของการสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้คำถามให้ครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในขั้นต่อไป

## ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize)

ครูนำแผนการจัดการเรียนรู้เดิมมาโต้แย้ง และอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การสอดแทรกธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จุดเด่นของแผนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์โต้แย้ง และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้

## ขั้นที่ 3 จัดการปรับปรุง (Redesign)

เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้ลงมือปฏิบัติตามความคิด โดยครูปรับปรุง เพิ่มเติม เนื้อหาหรือกิจกรรมให้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยผู้สอนเตรียมเอกสาร ตำรา และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีเพียงพอสำหรับทุกกลุ่ม สำหรับให้ครูร่วมกันค้นคว้า ระดมความคิด แสดงความคิดเห็น และทดลองกิจกรรมเพื่อใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้ครูสะท้อนความคิด เพื่อให้แต่ละกลุ่มสามารถสรุปแนวคิด ร่วมกันได้ ซึ่งครูจะมี โอกาสได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากผู้สอน และความรู้ที่ได้รับจากครูคนอื่น กับความเข้าใจของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

## ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect)

เป็นขั้นที่เน้นการแสดงความคิด โดยครูนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว และวิธีการการทำงานร่วมกันของกลุ่มในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันว่า มีกระบวนการทำงานอย่างไร เช่น การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เริ่มจากขั้นตอนใด ครูต้องรู้ อะไรบ้าง เป็นต้น สมาชิกกลุ่มอื่นสะท้อนความคิดโต้แย้ง และอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้สอนสะท้อนความคิด อธิบายตามทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการสอน วิทยาศาสตร์ และเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่าง การทดลอง หรือกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเป็น แนวทางให้กับครูในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นต่อไป

## การวัดและประเมินผล

### 1. การประเมินก่อนเข้ารับการพัฒนาด้วยรูปแบบการพัฒนาครู

#### 1.1 ประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้เดิมที่ครูใช้สอนจริง โดยผู้สอนประเมิน

เกี่ยวกับการระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาอยู่ในระดับใดการจัดกิจกรรมสำหรับนักเรียนมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเหมาะสมด้านกระบวนการวัด สื่ออุปกรณ์ ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

#### 1.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา

โดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### 2. การประเมินหลังเข้ารับการพัฒนาด้วยรูปแบบการพัฒนาครู

#### 2.1 ประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูพัฒนาร่วมกัน โดยผู้สอนประเมิน

เกี่ยวกับการระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาอยู่ในระดับใดการจัดกิจกรรมสำหรับนักเรียนมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเหมาะสมด้านกระบวนการวัด สื่ออุปกรณ์ ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

#### 2.2 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา

โดยใช้แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## แนวทางในการนำรูปแบบการพัฒนาครูไปใช้

ในการนำรูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้นั้น ผู้สอนควรดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรม
2. ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของผู้สอน ซึ่งมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะอาด และสนับสนุนการเรียนรู้ของครู โดยมีบทบาท ดังนี้

#### 2.1 ใช้ความต้องการของครูให้เป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 เปิดโอกาสให้ครูร่วมกันกำหนดกิจกรรม และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เพื่อให้ครูรู้สึกว่าคุณเองมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ และการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน

2.3 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ครูร่วมกันคิด และสร้างผลงาน เพื่อให้ครูเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และเกิดความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

2.4 เสริมแรง และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

2.5 ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นจึงควรใช้เทคนิค วิธีการหรือจัดกิจกรรมอย่างหลากหลาย และเหมาะสมสำหรับครู เพื่อให้ครูเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.6 จัดเตรียมสื่อ กิจกรรม อุปกรณ์ ฯลฯ ให้สอดคล้องกับกิจกรรม เพื่อช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของครู

2.7 สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ครูมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอน และเพื่อนครู นอกจากนี้ควรจัดโต๊ะ เก้าอี้ ในห้องเรียนเป็นรูปแบบโต๊ะกลมที่ทำให้ครูทุกคนสามารถมองเห็นกัน และทำให้เห็นปฏิริยาในการเรียนรู้ของครูแต่ละคน

### บทบาทของผู้สอน

1. เป็นผู้บรรยายเพื่อให้ความรู้กับครู เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสถิติการทดลอง กิจกรรมเพื่อบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. เป็นผู้กระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์โต้แย้ง และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป

3. เป็นผู้วางแผนการจัดการเรียนรู้และจัดเตรียมสื่อ และอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสม รวมถึงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายที่สอดคล้องกับความต้องการของครู

4. เป็นผู้สะท้อนผลงานของครูโดยสามารถให้ข้อเสนอแนะที่อยู่บนฐานของทฤษฎี ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงงาน

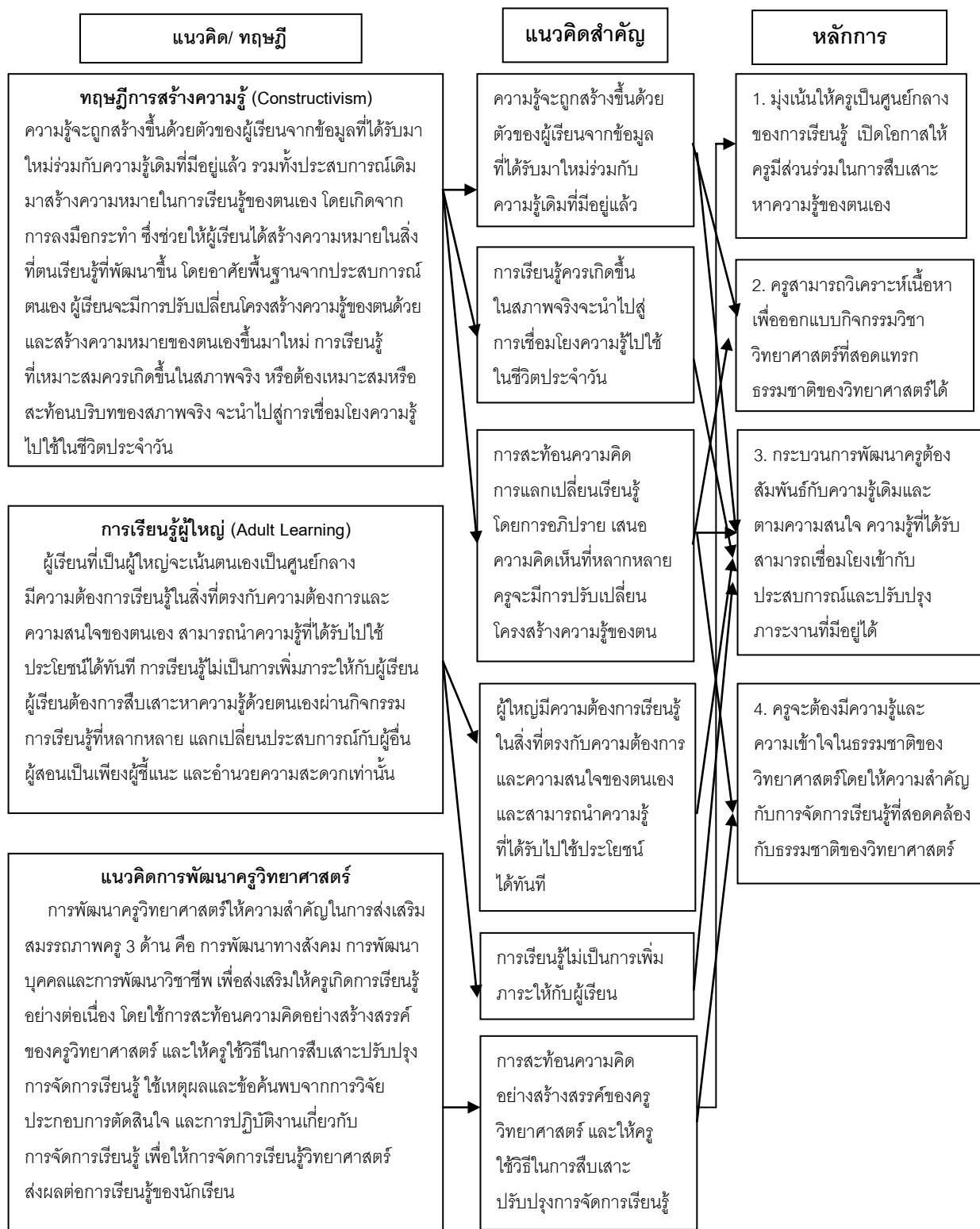
5. เป็นผู้จัดบรรยากาศให้ครูได้ทำงานเป็นกลุ่ม สร้างบรรยากาศของห้องเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้สอน และครูมีการแสดงความคิดเห็น เรียนรู้และทำงานร่วมกัน ลดความตึงเครียดในชั้นเรียน

**บทบาทของครู**

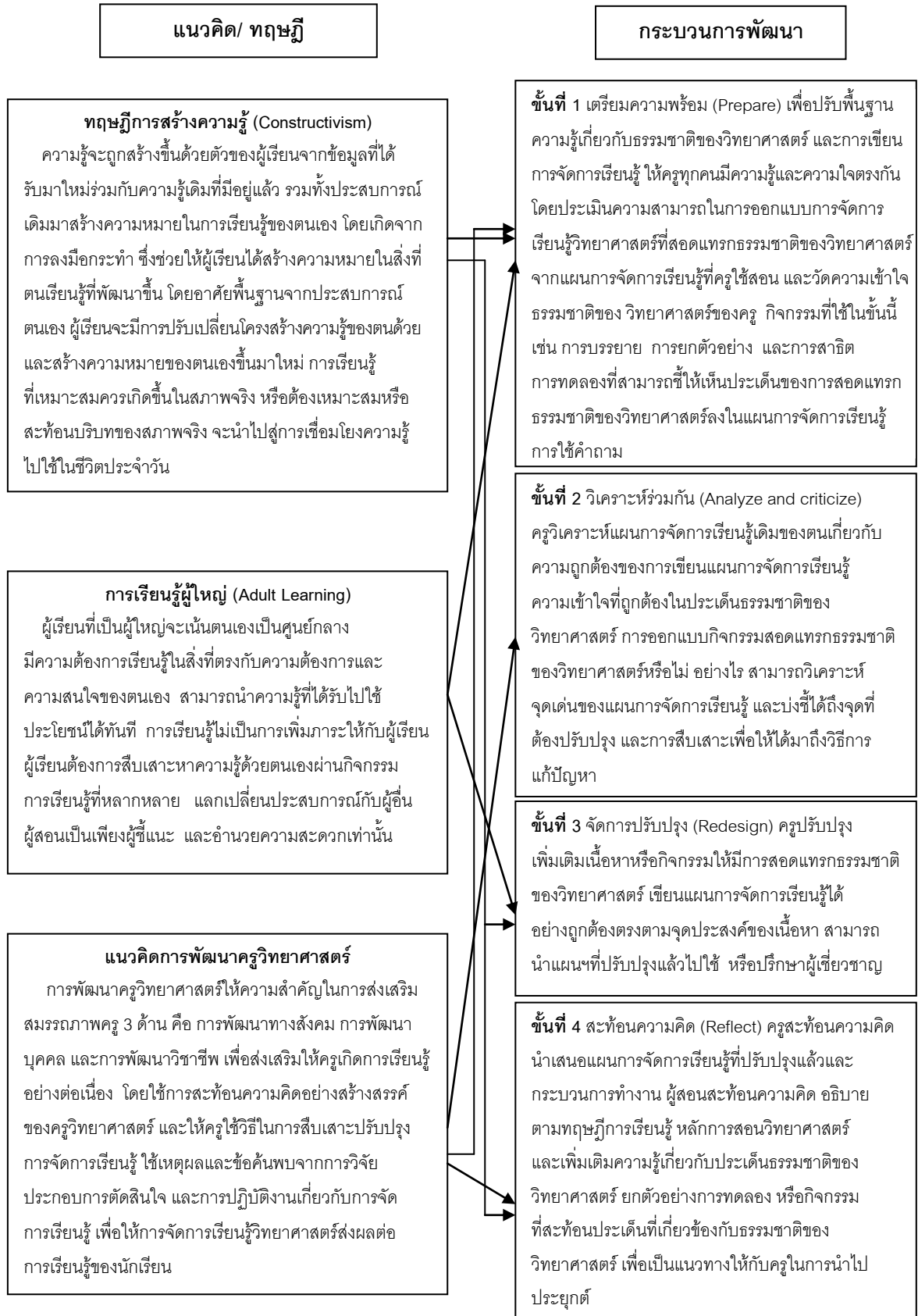
1. วิเคราะห์ ได้แย่ง และอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป ความคิดรวบยอด
2. สะท้อนความคิด คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากผู้สอน และความรู้ที่ได้รับจากครูคนอื่นกับความเข้าใจของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา
3. ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา ระดมความคิด แสดงความคิดเห็น และทดลองกิจกรรม เพื่อใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้



### แนวคิดในการพัฒนารูปแบบ



### แนวคิดที่ใช้ในกระบวนการพัฒนา



**โครงสร้างกิจกรรม**  
**โครงสร้างของกระบวนการพัฒนาตาม**  
**รูปแบบการพัฒนาครูประถมศึกษาให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้**  
**วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**  
**จำนวน 36 ชั่วโมง**

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	วัตถุประสงค์	กิจกรรม
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของครูเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</li> <li>2. เพื่อประเมินความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครู</li> <li>3. เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของการพัฒนาครูและหัวข้อที่จะอบรม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การทดสอบ</li> <li>2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็น</li> </ol>
6	เพื่อให้ครูมีความเข้าใจ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับครูประถมศึกษา และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บรรยาย</li> <li>2. สาธิต</li> </ol>
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้</li> <li>2. เพื่อให้ครูปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้สมบูรณ์ขึ้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการพัฒนา</li> <li>2. การสรุปผลการเรียนรู้</li> </ol>
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้</li> <li>2. เพื่อให้ครูปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้สมบูรณ์ขึ้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการพัฒนา</li> <li>2. การสรุปผลการเรียนรู้</li> </ol>

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	วัตถุประสงค์	กิจกรรม
6	1. เพื่อให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ 2. เพื่อให้ครูปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้สมบูรณ์ขึ้น	1. การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามกระบวนการพัฒนา 3 ขั้นตอน 2. การสรุปผลการเรียนรู้
6	1. เพื่อให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ 2. เพื่อให้ครูปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้สมบูรณ์ขึ้น	1. การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามกระบวนการพัฒนา 2. การสรุปผลการเรียนรู้
3	1. เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของครู 2. เพื่อประเมินความสามารถในการเขียน แผนการจัดการเรียนรู้ของครู	1. การทดสอบ
36	รวม	

## ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)

วาทัญญ วุฒิวรรณ\*

ในการจัดการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ จำเป็นที่ครูจะต้องตระหนักว่า วิชาเหล่านั้นมีธรรมชาติของวิชา หรือลักษณะของศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อให้สามารถออกแบบและจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้ สอดคล้องและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาหรือศาสตร์เหล่านั้นอย่างถ่องแท้เรียนรู้ได้ดี และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีรูปแบบเฉพาะที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยไม่ว่าครูจะใช้รูปแบบ วิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอน ที่แตกต่างกันออกไป แต่ควรมีการสอดแทรก และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษามีความสำคัญมาก ในฐานะที่เป็นรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไป

### ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (1994, pp.1-11) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ซึ่งเน้นความรู้ความจำเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษานั้น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นด้านการสังสมประสบการณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และปรากฏการณ์ทางสังคม รวมทั้งให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับวิทยาศาสตร์ ส่วนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนนั้น ควรให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นทีละน้อยตามวุฒิภาวะ ได้จำแนกแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise)

McComas (2000) ได้ให้ความเห็นว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึง วิทยาศาสตร์ในด้านความหมาย วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

---

\*นิสิตระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman (2000, pp. 295-317) อธิบายว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ โดยมีกระบวนการที่แตกต่างจากสาขาอื่น ๆ

National Science Teachers Association (2003, p. 16) อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะต้องมีความเป็นสากล จะต้องอธิบายไปในทางเดียวกัน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐาน หรือความรู้ใหม่มาลบล้างความรู้เดิม

Bell (2008) ได้ให้ความหมายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความคิดในหลายแง่มุม โดยสามารถให้คำจำกัดความได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญา วิธีที่จะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด คือ การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความหมายเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใครและทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม

จากการศึกษาแนวความคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ การทดลอง ค้นพบเพื่อให้ได้คำตอบ ความจริงที่ตรงกัน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเด็นได้ดังนี้

1. โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน
4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้
5. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
6. วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ
7. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย
8. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

### ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี
4. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป
5. การทำงานวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
6. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากประสบการณ์

การฝึกฝน ความเชื่อ ความรู้สึกนึกคิดของคน

### ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. การรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง และข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้รับ
2. ความสามารถในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับ
3. ความมีเหตุผล และการใช้วิจารณญาณเกี่ยวกับการรับข้อมูลข่าวสารในชีวิตประจำวัน

และสังคม

### ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- มีหลักฐานสนับสนุน
- ให้ความสำคัญกับข้อเท็จจริงมากกว่าความรู้สึก
- มีความสมเหตุสมผล
- ตรวจสอบได้ (ต้องมีการเผยแพร่และเป็นที่ยอมรับในสังคมวิทยาศาสตร์)
- สามารถทำซ้ำได้
- มีที่มาจากการสังเกตและตีความหมาย
- ขึ้นอยู่กับหลักฐาน
  - อาจมีการพบหลักฐานใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน
  - อาจเกิดปรากฏการณ์ใหม่ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยข้อความรู้ที่มีอยู่เดิม
- วิทยาศาสตร์ในโลกแห่งความเป็นจริงไม่สามารถแยกจากบริบทของค่านิยม สังคม

วัฒนธรรม และพื้นฐานส่วนบุคคลของนักวิทยาศาสตร์ได้

### การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท โดยดูจากพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครู ดังนี้

1. การไม่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ครูไม่กำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สอนแบบบรรยายให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และในระหว่างที่ครูสอนบรรยายไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit approach) ครูไม่กำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมในรูปแบบของทักษะกระบวนการ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การทำการศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเองหรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ ในระหว่างที่ครูสอนบรรยายไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม และครูไม่ได้บ่งชี้ว่าสิ่งที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด

3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) ครูกำหนดจุดประสงค์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การสาธิตการทดลอง การทำการศึกษาตามรูปแบบขั้นตอนที่กำหนดให้ การออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ ในระหว่างที่จัดกิจกรรมครูมีการบ่งชี้ เชื่อมโยงเหตุการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการอภิปรายได้ข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และมีการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ครูใช้คำถามกับนักเรียน

### การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Learning about science) มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ และวิธีการของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ราวปลายปี ค.ศ. 1960 โดยนักการศึกษาเริ่มตระหนักว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเรียนแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้



ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรสอดคล้องแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเรียนตามแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ (Lederman, 1992, pp. 331-359) ซึ่งนักการศึกษาได้อธิบายถึงความสำคัญและเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Driver and Bell (1996, pp. 16-21) อธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า

1. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับขอบเขต และข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน
2. นักเรียนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนชื่นชมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านวัฒนธรรมที่ร่วมสมัย
4. ได้พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียน ซึ่งช่วยให้รู้คุณค่า และสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน

5. ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้ ความจำเป็นของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 62-67) ในฐานะหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ได้ระบุถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในระดับต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่เหมาะสมตามวัย สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาควรได้รับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อสำรวจปรากฏการณ์ธรรมชาติรอบตัว ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนประถมศึกษา โดยเฉพาะช่วงชั้นที่ 2 ควรได้เรียนรู้มีดังนี้

ระดับประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6)

นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นจากนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 มี 3 แนวคิด คือ ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) และด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) ดังนี้

1. ด้านการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่เหมือนกันในแต่ละครั้ง ทำให้ได้ผลไม่เหมือนกันทุกประการ เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของปัจจัยต่าง ๆ เช่น สิ่งที่สำรวจตรวจสอบอาจมีความแตกต่างกันในบางด้านที่คาดไม่ถึง หรือวิธีการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ อาจมีความคลาดเคลื่อนบางอย่างหรืออาจเกิดการสังเกตที่ไม่เที่ยงตรง ซึ่งเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าเกิดจากปัจจัยใด

## 2. ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสังเกตลักษณะของสิ่งของหรือเหตุการณ์ การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบ และการทำการทดลอง การสำรวจตรวจสอบสามารถใช้ได้ในคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางกายภาพ สิ่งมีชีวิต และสังคม

2.2 ผลของการสำรวจตรวจสอบมักจะไม่ค่อยเหมือนเดิมทุกประการ หากมีความแตกต่างกันอย่างมาก ควรจะพยายามค้นหาสาเหตุ การทำตามขั้นตอนอย่างรัดกุม และเก็บข้อมูลอย่างละเอียดจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่บอกได้ว่าอะไรทำให้เกิดความแตกต่าง

2.3 คำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งมาจากการสังเกต และอีกส่วนหนึ่งมาจากความคิดเห็น บางครั้งนักวิทยาศาสตร์อธิบายสิ่งที่สังเกตพบอย่างเดียวกันด้วยคำอธิบายที่แตกต่างกัน จึงนำไปสู่การสังเกตเพิ่มเติม

2.4 นักวิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับข้อค้นพบที่ถูกอ้างขึ้นมาเมื่อมีหลักฐานที่ยืนยันได้ และผ่านการอภิปรายอย่างมีเหตุผล

## 3. ด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำหายซึ่งทุกคนจากทุกประเทศสามารถมีส่วนร่วม

3.2 การสื่อสารอย่างชัดเจนเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสื่อสารสิ่งที่พวกเขาทำกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ นำความคิดมาอภิปราย ถกเถียงกันกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และสามารถได้รับข่าวสารการค้นพบทางวิทยาศาสตร์จากทั่วโลก

3.3 การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับงานหลายประเภทและทำให้คนทุกเพศ ทุกวัย และทุกสถานภาพได้เข้ามามีส่วนร่วม

### เอกสารอ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรม  
วิทยาศาสตร์ประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 2. ม.ป.ท.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรม  
วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา ตามหลักสูตรมาตรฐานการอบรมครู (หลักสูตรกลาง)  
หลักสูตรที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ: Misterkopy (Thailand).*
- 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.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmark for science  
literacy project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Bell, R. (2008). Teaching the nature of science: Three critical questions. *Best Practices  
in Science Education*.
- Driver, R., & Bell, B. (1996). Student's thinking and the learning of science:  
A constructivist view. *School Science Review, 67*(240), 443-456.
- National Science Teachers Association. (2003). *Standards for science teacher  
preparation*. Retrieved from [www.nsta.org/presearvice/docs/  
NSTAstandards2003.pdf](http://www.nsta.org/presearvice/docs/NSTAstandards2003.pdf)

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

จำนวน 6 ชั่วโมง

### สาระการเรียนรู้

#### ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เพราะมีการทดลองเพิ่มขึ้น และใช้เครื่องมือใหม่ ๆ
2. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมาแสดงให้เห็น
3. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัวโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังสัมผัส รวมทั้งใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการสังเกต
4. การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและกระบวนการทำงานกับบุคคลอื่น

#### แรงและความดัน

ความดันของของเหลว คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทางและสัมพันธ์กับความลึก กล่าวคือ ถ้าที่ระดับความลึกมาก ความดันของของเหลวจะมากขึ้นด้วย

### จุดประสงค์การเรียนรู้

- ครูสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็น ดังนี้
- ประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
  - ประเด็นที่ 2 การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน
  - ประเด็นที่ 3 การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสังเกต
  - ประเด็นที่ 4 การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ

## กระบวนการพัฒนาครู

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize) (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครูแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีสมาชิกใช้สอนอยู่เดิมในประเด็นของวิธีการสอน กิจกรรมการเรียน การสอนว่าได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

### ขั้นที่ 3 ร่วมกันปรับปรุง (Redesign) (เวลา 2 ชั่วโมง)

สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดทบทวน และออกแบบกิจกรรมเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้กิจกรรมหรือเนื้อหาที่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect) (เวลา 3 ชั่วโมง)

1. แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ร่วมกันปรับปรุง ให้สมาชิกกลุ่มอื่น และผู้สอนสะท้อนความคิด ได้แย้ง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อให้ได้เกิดการเรียนรู้ ที่มีปฏิสัมพันธ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ขึ้น

2. ผู้สอนอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอ ตัวอย่างเพื่อให้ครูได้เห็นการออกแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ดังนี้

จากการทดลองเรื่อง แรงดันอากาศ ครูเพิ่มเติมหลังการทดลองตามหนังสือเรียน ดังนี้

1) เตรียมแก้วที่ใส่น้ำผลไม้ 1 ใบ จากนั้นเตรียมหลอดดูด 2 อัน (ควรใช้หลอดสีขาวยาว) ใส่น้ำหลอดทั้ง 2 อัน ลงในแก้วน้ำแล้วดูดน้ำพร้อมกัน (สามารถดูดน้ำขึ้นทั้ง 2 หลอดพร้อมกัน)

2) ครูใส่น้ำหลอดอันที่ 1 ในแก้วน้ำ ส่วนหลอดที่ 2 ไขว้นอกแก้วน้ำ ดูดพร้อมกันทั้ง 2 หลอด (ไม่สามารถดูดน้ำขึ้นได้จากหลอดทั้ง 2 อัน)

3) ครูใช้คำถามกับนักเรียนว่า เพราะเหตุใดจึงดูดน้ำในแก้วไม่ขึ้น ทั้งที่หลอดไม่รั่ว จากการจัดกิจกรรมการทดลองในหนังสือเรียน และการทดลองเพิ่มเติมเรื่อง แรงดันอากาศ

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง เรื่อง แรงดันอากาศ จากนั้น ครูชี้ประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้จากการทดลองโดยใช้คำถาม ดังนี้

1) จากการทดลองนี้ นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสใดบ้างในการสังเกต (ตาในการใช้ดู) ครูอธิบายประเด็นที่ 3 ว่าประสาทสัมผัสที่ใช้ในการสังเกตมีหลายประเภท ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง รวมถึงการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการสังเกต เช่น เครื่องชั่ง ไม้บรรทัด ปีกเกอร์ เป็นต้น โดยเครื่องมือเหล่านี้ช่วยในการขยายการรับรู้ของนักเรียนที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้กว้างและแม่นยำขึ้น จากนั้นครูให้นักเรียนยกตัวอย่างอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วย ในการสังเกต

2) ถ้านักเรียนนำวิธีการทดลองเล่าให้เพื่อนฟังเพื่อนจะเชื่อหรือไม่ (ไม่เชื่อ) นักเรียนจะทำอย่างไรให้เพื่อนที่ไม่ได้ทดลองเชื่อเรื่องดังกล่าวได้ (ทำการทดลองให้เพื่อนดู) ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าประเด็นที่ 2 ในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ว่านักวิทยาศาสตร์จะศึกษาเรื่องใดและเกิดข้อสรุปแล้ว การที่ข้อสรุปนั้นจะได้รับการยอมรับก็ต้องแสดงหลักฐานให้เห็นเป็นที่ประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ และครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การที่นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาให้คนอื่นเห็นนั้นจะทำให้เกิดคำถาม หรือการอภิปรายขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การตรวจสอบการทำงานของตนเองและคนอื่น ประเด็นที่ 4 นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องนำเสนอผลการศึกษาให้ผู้อื่นทราบเหมือนกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและกระบวนการทำงาน

3) ผู้สอนสาธิตการทดลองเรื่อง ไฮดรอลิค ให้กับครูเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและความเป็นมาของสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ในประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะมีการทดลองเพิ่มขึ้น และใช้เครื่องมือใหม่ ๆ ซึ่งเห็นได้จากการนำความรู้เรื่องแรงดันของของเหลวไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การยกรถ เป็นต้น

3. ผู้สอนสรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาสอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ประเด็น คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสังเกต และการนำเสนอผลการศึกษาคำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ

4. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ครูซักถามถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมและสรุปบทเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยกันในกิจกรรมดังกล่าว

### สื่อ/ อุปกรณ์ที่ใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. แก้วน้ำ
3. น้ำผลไม้
4. หลอด

### การวัดผลและประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแล้ว

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

จำนวน 6 ชั่วโมง

### สาระการเรียนรู้

#### ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิม  
เมื่อนักวิทยาศาสตร์สังเกตสิ่งเดียวกัน อาจให้คำอธิบายต่างกันเพราะแต่ละคนมีความรู้เดิม  
ไม่เหมือนกัน
2. นักวิทยาศาสตร์นำเสนอผลการศึกษารายงานของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น  
บรรยายภาพ แผนภูมิ
3. การนำเสนอผลการศึกษารายงานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเป็น  
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและกระบวนการทำงานกับบุคคลอื่น
4. นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์คำตอบจากความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล  
นักวิทยาศาสตร์จะคาดคะเนคำตอบ โดยใช้ความรู้ที่ตัวเองมีอยู่

#### การเดินทางของแสง

แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดทุกทิศทางและเคลื่อนที่เป็นแนวตรง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

- ครูสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็นดังนี้
- ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิม
  - ประเด็นที่ 2 นักวิทยาศาสตร์นำเสนอผลการศึกษารายงานของตนเองให้ผู้อื่นทราบ  
โดยวิธีการต่าง ๆ
  - ประเด็นที่ 3 การนำเสนอผลการศึกษารายงานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ
  - ประเด็นที่ 4 นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์คำตอบจากความรู้และประสบการณ์เดิม  
อย่างมีเหตุผล

## กระบวนการพัฒนาครู

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize) (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครูแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีสมาชิกใช้สอนอยู่เดิมในประเด็นของวิธีการสอน กิจกรรมการเรียน การสอน ว่าได้สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

### ขั้นที่ 3 ร่วมกันปรับปรุง (Redesign) (เวลา 2 ชั่วโมง)

สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดทบทวน และออกแบบกิจกรรมเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้กิจกรรมหรือเนื้อหาที่มีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect) (เวลา 3 ชั่วโมง)

1. ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการทำงานกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกกลุ่มอื่นช่วยกันสะท้อนความคิด ตรวจสอบ ความถูกต้องของเนื้อหา และเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยผู้สอนนำเสนอประเด็นความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2. ผู้สอนเพิ่มเติมการทดลองเรื่อง การเดินทางของแสง มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ครูใช้คำถามว่า แสงเดินทางเป็นลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันคิดคำตอบ พร้อมให้เหตุผล ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การคาดการณ์คำตอบจากความรู้และ ประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผลเป็นคุณสมบัติหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์

2.2 ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองเรื่อง การเดินทางของแสง โดยจุดเทียนไข จากนั้น ใช้หลอดกาแพที่งอได้ส่งดูแสงจากเปลวเทียนไข โดยหลอดกาแพอยู่ในแนวตั้งตรง สังเกต และบันทึกผล (นักเรียนบันทึกผลโดยการวาดรูป การเดินทางของแสง)

2.3 นักเรียนดับหลอดกาแพให้งอ แล้วส่งดูเปลวเทียนไข สังเกต บันทึกผล และเปรียบเทียบผลการทดลอง

2.4 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน

3. ครูบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทดลองที่นักเรียนได้ทำว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ ทักษะกระบวนการที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถอธิบายประเด็นธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้



ประเด็นที่ 1 เมื่อนักเรียนสังเกตสิ่งเดียวกัน อาจให้คำอธิบายต่างกันเพราะแต่ละคนมีความรู้เดิมไม่เหมือนกัน ตามบันทึกผลที่ทุกคนร่วมกันอภิปรายจากการทดลอง เรื่อง การเดินทางของแสง

ประเด็นที่ 2 นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิม เมื่อนักวิทยาศาสตร์สังเกตสิ่งเดียวกัน อาจให้คำอธิบายต่างกันเพราะแต่ละคนมีความรู้เดิมไม่เหมือนกัน คำตอบ และเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน

ประเด็นที่ 3 การนำเสนอผลทดลองเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และกระบวนการทำงานกับบุคคลอื่น

ประเด็นที่ 4 การนำเสนอผลการทดลองของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การวาดรูป การบรรยาย

4. ผู้สอนสรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาสอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ประเด็น คือ นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิม นักวิทยาศาสตร์นำเสนอผลการศึกษาของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนักวิทยาศาสตร์คาดการณ์คำตอบจากความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล

5. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ครูซักถามถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรม และสรุปบทเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยกันในกิจกรรมดังกล่าว

### สื่อ/ อุปกรณ์ที่ใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เทียนไข
3. หลอดดงได้

### การวัดผลและประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเดินทางของแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแล้ว

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

จำนวน 6 ชั่วโมง

#### สาระการเรียนรู้

##### ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์นำเสนอผลการศึกษาของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น บรรยายภาพ แผนภูมิ
2. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมาแสดงให้เห็น
3. การนำเสนอผลการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและกระบวนการทำงานกับบุคคลอื่น
4. นักวิทยาศาสตร์สังเกตและทดลองซ้ำเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

##### การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ-เกลือแร่ เพื่อลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชและพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร เพื่อลำเลียงอาหารที่พืชสร้างได้จากใบไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

- ครูสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็นดังนี้
- ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์นำเสนอผลการศึกษาของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ
  - ประเด็นที่ 2 การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน
  - ประเด็นที่ 3 การนำเสนอผลการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ
  - ประเด็นที่ 4 นักวิทยาศาสตร์สังเกตและทดลองซ้ำเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

## กระบวนการพัฒนาครู

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize) (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครูแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงน้ำ และอาหารของพืชชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีสมาชิกใช้สอนอยู่เดิมในประเด็นของวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ว่าได้สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่อย่างไร

### ขั้นที่ 3 ร่วมกันปรับปรุง (Redesign) (เวลา 2 ชั่วโมง)

สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดทบทวน และออกแบบกิจกรรมเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้กิจกรรมหรือเนื้อหาที่มีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect) (เวลา 3 ชั่วโมง)

1. ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการทำงานกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกกลุ่มอื่นช่วยกันสะท้อนความคิด ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยผู้สอนนำเสนอประเด็นความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2. ผู้สอนเพิ่มเติมการทดลองเรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ครูสามารถทำได้หลังจากที่นักเรียนได้ทำการทดลองตามหนังสือเรียนแล้ว ดังนี้

2.1 ครูนำไม้จิ้มฟันจำนวน 7 อัน มาหักครึ่งทุกอัน แล้ววางไม้จิ้มฟันให้เป็นรูปดาว โดยหันด้านมุมเข้าหากัน จากนั้นหยดน้ำเปล่าลงไป ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง (ไม้จิ้มฟันค่อย ๆ คลายตัวออก คล้ายกับการเติบโตจากการได้รับอาหารของพืช) ซึ่งให้นักเรียนเห็นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ 3 ว่าการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและกระบวนการทำงานกับบุคคลอื่น ซึ่งการทดลองที่ครูเสนอเพิ่มเติมขึ้นเพื่อให้สามารถอธิบายความรู้ให้ชัดเจนขึ้น หากนักเรียนมีข้อสงสัยสามารถทำการทดลองซ้ำได้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยครูอธิบายในประเด็นที่ 4 ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือเมื่อสังเกตและทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

2.2 ครูเพิ่มเติมการทดลองโดยให้นักเรียนตัดกระดาษเป็นรูปดาว จากนั้นพับมุมเข้า แล้วนำกระดาษไปแช่ในน้ำเปล่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง (กระดาษค่อย ๆ คลายตัวออกมา เมื่อน้ำซึมเข้าไปในกระดาษ เหมือนกับการดูดซึมน้ำและอาหารและน้ำของพืช) ครูบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทดลองที่นักเรียนได้ทำว่า ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์นำเสนอ

ผลการศึกษาของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยวิธีการต่าง ๆ และประเด็นที่ 2 การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมาแสดงให้เห็น

3. ผู้สอนสรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาสอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ประเด็น

4. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ครูซักถามถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมและสรุปบทเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยกันในกิจกรรมดังกล่าว

### สื่อ/ อุปกรณ์ที่ใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. ไม้จิ้มฟัน
3. กระดาษรูปดาว

### การวัดผลและประเมินผล

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแล้ว

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

จำนวน 6 ชั่วโมง

### สาระการเรียนรู้

#### ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัวโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังสัมผัส รวมทั้งใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการสังเกต
2. นักวิทยาศาสตร์ออกแบบและวางแผนการศึกษา เมื่อนักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาปรากฏการณ์หรือวัตถุใดจะต้องวางแผนว่าจะศึกษาอย่างไร
3. นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์คำตอบจากความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้ที่ตัวเองมีอยู่
4. นักวิทยาศาสตร์บันทึกและบรรยายผลอย่างละเอียดรอบคอบ การบันทึกผลทำให้นักวิทยาศาสตร์จำข้อมูลเก่าได้ และสามารถนำข้อมูลเก่ามาเปรียบเทียบกับข้อมูลใหม่ได้ และการบันทึกอย่างละเอียดทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปผลได้ถูกต้อง แม่นยำ

#### การแยกสารโดยการตกผลึก

การตกผลึก เป็นการแยกสารต่างชนิดที่มีความสามารถละลายได้เมื่ออุณหภูมิต่างกัน ออกจากกัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

- ครูสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็น ดังนี้
- ประเด็นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัว
  - ประเด็นที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ออกแบบและวางแผนการศึกษา
  - ประเด็นที่ 3 นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์คำตอบจากความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล
  - ประเด็นที่ 4 นักวิทยาศาสตร์บันทึกและบรรยายผลอย่างละเอียดรอบคอบ

## กระบวนการพัฒนาครู

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ร่วมกัน (Analyze and criticize) (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครูแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีสมาชิกใช้สอนอยู่เดิมในประเด็นของวิธีการสอน กิจกรรมการเรียน การสอนว่าได้สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

### ขั้นที่ 3 ร่วมกันปรับปรุง (Redesign) (เวลา 2 ชั่วโมง)

สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดทบทวน และออกแบบกิจกรรมเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้กิจกรรมหรือเนื้อหาที่มีการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflect) (เวลา 3 ชั่วโมง)

1. ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการทำงานกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกกลุ่มอื่นช่วยกันสะท้อนความคิด ตรวจสอบ ความถูกต้องของเนื้อหา และเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยผู้สอนนำเสนอประเด็นสอดคล้อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูโดยนำลูกเหม็น 3 ลูก มาทุบให้ละเอียด ใส่ในขวดเทแอลกอฮอล์ลงไปแล้วเขย่า จากนั้นนำขวดแช่ในน้ำร้อน แล้วเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยนำขวดไปแช่ลงในน้ำแข็ง ถ้ามีตุ๋นเย็นสามารถแช่ได้ ครูให้นักเรียนบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง อย่างละเอียด ให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน ให้เหตุผลจากความรู้เดิมที่มี และแสดง ความคิดเห็นร่วมกันถึงผลการทดลองที่จะเกิดขึ้น

1.2 ครูนำขวดให้นักเรียนสังเกต โดยบ่งชี้ประเด็นที่ 1 ให้นักเรียนสังเกตโดยใช้ ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังสัมผัส รวมทั้งใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ช่วยในการสังเกต นักเรียนจะพบว่า เกิดการตกผลึกภายในขวด

1.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองและอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง การตกผลึก จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมประเด็นที่ 2 การออกแบบและวางแผนการศึกษา เมื่อนักวิทยาศาสตร์ ต้องการศึกษาปรากฏการณ์หรือวัตถุใดจะต้องวางแผนว่าจะศึกษาอย่างไร

2. ผู้สอนสรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาสอดคล้องในแผนการจัดการ เรียนรู้ เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ประเด็น

3. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ครูซักถามถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรม และสรุปบทเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยกันในกิจกรรมดังกล่าว

**สื่อ/ อุปกรณ์ที่ใช้**

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ลูกเหม็น
3. แอลกอฮอล์
4. น้ำแข็ง
5. น้ำร้อน

**การวัดผลและประเมินผล**

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสารโดยการตกผลึก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
ที่ปรับปรุงแล้ว

#### ภาคผนวก ค

- แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามครูประถมศึกษาที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ (ป.4-ป.6)



**แบบประเมินความสามารถในการออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น .....

เรื่อง .....

**คำชี้แจง** แบบประเมินฉบับนี้มีจุดประสงค์ในการประเมิน 2 ด้าน คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถของครูในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
2. ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
3. การระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา				
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
5. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหา				
6. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน				
7. ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล				

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**

1. ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน เหมาะสมกับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้มีการสอดคล้องประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผล แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันดี
3	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน เหมาะสมกับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้มีการสอดคล้องประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน การวัดและประเมินผล แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ มีบางส่วนไม่สอดคล้องกัน และไม่สัมพันธ์กัน
2	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน เหมาะสมกับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ ไม่สอดคล้องกัน และไม่สัมพันธ์กัน
1	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ครบถ้วน แต่ไม่เหมาะสมกับ นักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและ ประเมินผล แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ ไม่สอดคล้องและไม่สัมพันธ์กัน

## 2. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหาวิชา เหมาะสมกับนักเรียน และครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ จิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
3	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหาวิชา มีบางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน ไม่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ จิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
2	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่บางส่วนไม่สอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ไม่เหมาะสมกับนักเรียน และไม่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ จิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
1	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ไม่สอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ไม่เหมาะสมกับนักเรียน และไม่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ จิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

## 3. ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	เนื้อหา มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ทันสมัย ทันเหตุการณ์ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับท้องถิ่น สังคม และสิ่งแวดล้อม เนื้อหาวิชาถูกต้อง เหมาะสมและสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน
3	เนื้อหา มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ทันสมัย ทันเหตุการณ์ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับท้องถิ่น สังคม และสิ่งแวดล้อม เนื้อหาวิชาบางส่วนไม่ถูกต้อง และมีบางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน
2	เนื้อหา มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ทันสมัย ทันเหตุการณ์ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับท้องถิ่น สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่เนื้อหาวิชาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง และมีบางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน
1	เนื้อหา ไม่สอดคล้องกับหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ทันสมัย ไม่ทันเหตุการณ์ ไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับท้องถิ่น สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่เนื้อหาวิชาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง และไม่เหมาะสมกับนักเรียน

4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการสอดแทรกธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียน และเวลา นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และกระบวนการคิด เน้นผลการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดีมาก
3	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียน และเวลา นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และกระบวนการคิด เน้นผลการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดี
2	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียน และเวลา นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ แต่ไม่ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และกระบวนการคิดน้อย ไม่ได้เน้นผลการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงไม่ได้
1	กระบวนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียน และเวลา นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ แต่ไม่ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ และกระบวนการคิดน้อย ไม่ได้เน้นผลการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงไม่ได้

5. การระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	ระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เหมาะสมกับนักเรียน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3	ระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา แต่บางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2	ระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา แต่บางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน และเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1	ระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา แต่บางส่วนไม่เหมาะสมกับนักเรียน และเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6. การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และเหมาะสมกับนักเรียน
3	กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่บางส่วนไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และเหมาะสมกับนักเรียน
2	กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่บางส่วนไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และไม่เหมาะสมกับนักเรียน
1	กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติไม่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และไม่เหมาะสมกับนักเรียน

7. ความเหมาะสมของกระบวนการวัดและประเมินผลที่แสดงให้เห็นการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับ คะแนน	เกณฑ์
4	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เครื่องมือการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและครอบคลุมทุกด้านทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลากหลายวิธี และมีการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง
3	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เครื่องมือการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและครอบคลุมทุกด้านทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลากหลายวิธี แต่การวัดและประเมินผลไม่ต่อเนื่อง
2	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เครื่องมือการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและครอบคลุมทุกด้านทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการวัดและประเมินผลไม่หลากหลาย และมีการวัดและประเมินผลไม่ต่อเนื่อง
1	การวัดและประเมินผลไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ ไม่ได้วัดและประเมินผลตามสภาพจริง เครื่องมือการวัดและประเมินผลไม่เหมาะสมและไม่ครอบคลุมทุกด้านทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการวัดและประเมินผลไม่หลากหลาย และมีการวัดและประเมินผลไม่ต่อเนื่อง

## ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

### แหล่งกำเนิดแสง

สาระที่ 5 พลังงาน

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แสงนำรู้

#### สาระสำคัญ

แหล่งกำเนิดแสง คือ ทุกสิ่งที่สามารถให้แสงสว่างได้ แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

#### ตัวชี้วัดชั้นปี

ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิด (ว 5.1 ป. 4/1)

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงได้ (K)
2. จำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดแสงได้ (K)
3. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A)
4. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (A)
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)
6. สื่อสารและนำความรู้เรื่องแหล่งกำเนิดแสงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (P)
7. เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น
  - วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

#### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูดำเนินการทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความพร้อม และพื้นฐานของนักเรียน

##### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูจุดเทียนไข จากนั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการถามคำถาม ดังนี้ แหล่งกำเนิดแสงมีอะไรบ้าง (หลอดไฟ ไฟฉาย เตาด่าน ไฟแช็ค เตาก๊าซ เป็นต้น)

## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนจับคู่ และช่วยกันคิดสิ่งที่ให้แสงสว่างได้ คู่ละ 1 ประเภท โดยให้แต่ละคู่ระดมสมองเพื่อวาดภาพอธิบายการทำงานของแหล่งกำเนิดแสงที่คิดได้ และบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดแสงนั้นเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ครูสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการกระตุ้นระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมว่า “การจะทำใครเชื่อในสิ่งที่เราพบต้องมีหลักฐานเสมอ” ซึ่งตรงกับประเด็นที่ว่า วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

2.2 ให้นักเรียนแต่ละคู่รวมคู่เป็นกลุ่มละ 4 คน จากนั้นเลือกผลงานที่คิดว่าถูกต้องชัดเจนออกมาแสดงภาพแหล่งกำเนิดแสงที่วาด บอกชื่อสิ่งที่วาด ลักษณะการเปล่งแสงสว่างหน้าชั้นเรียน ขณะที่นักเรียนแสดงผลงานของตัวเองนั้น ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นเรียนตั้งคำถามที่ตนเองสงสัย

## 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- อุปกรณ์ที่สามารถให้แสงสว่างได้ มีอะไรบ้าง
- เราเรียกอุปกรณ์ที่สามารถให้แสงสว่างได้ว่าอะไร
- อุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างได้ชนิดใดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- อุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างได้ชนิดใดที่มนุษย์สร้างขึ้น
- สัตว์ที่สามารถเปล่งแสงสว่างออกมาจากตัวเองได้จัดเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือไม่ เพราะอะไร

หรือไม่ เพราะอะไร

3.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูควรกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองถึงแม้จะมีความแตกต่างจากผู้อื่น และควรฝึกให้นักเรียนยอมรับในความคิดเห็นที่แตกต่างกันโดยมีเหตุผลรองรับ ทั้งนี้เมื่อพบว่านักเรียนเข้าใจผิดครูควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า

- ทุกสิ่งที่สามารถให้แสงสว่างได้เป็นแหล่งกำเนิดแสง
- แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แสงของดวงอาทิตย์

หิ่งห้อย ไฟแลบ และแสงจากดวงดาว และแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น หลอดไฟฟ้า การก่อไฟ เทียนไข และเลเซอร์

- พิจารณาว่าดวงอาทิตย์ หิ่งห้อย ไฟฉาย และหลอดไฟฟ้า สิ่งใดเป็นแหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติและแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น

- นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้เรื่องแหล่งกำเนิดแสงมีประโยชน์อะไรบ้าง นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องแหล่งกำเนิดแสงจากการเรียนรู้ในกิจกรรมและเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ โดยร่วมกันสรุปเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

#### 4. ขยายความรู้

ครูยกตัวอย่างชื่ออุปกรณ์หรือสิ่งต่าง ๆ แล้วถามนักเรียนว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือไม่ ถ้าเป็น จัดเป็นแหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น ครูยกตัวอย่างประวัติและการคิดค้นหลอดไฟ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยชี้ให้นักเรียนเห็นเพิ่มเติมว่า วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ สังเกตจากการค้นพบสิ่งต่างบางครั้งอาจจะมาจากความบังเอิญก็ได้

#### 5. ประเมินผล

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมา และการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

5.2 นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคอะไร และได้แก้ไขอย่างไรบ้าง

5.3 นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

5.4 ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- แหล่งกำเนิดแสงคือสิ่งที่มีลักษณะใด
- แหล่งกำเนิดแสงแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
- แก้วน้ำ หนังสือ แก้วอิ จัดเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือไม่ เพราะอะไร
- ไฟไหม้ป่าจัดเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือไม่ เพราะอะไร

### การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (A)	ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)
1. ชักถามความรู้เรื่อง แหล่งกำเนิดแสง	1. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล	1. ประเมินทักษะ/ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2. ประเมินกิจกรรม ฝึกทักษะระหว่างเรียน	2. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล	2. ประเมินทักษะการคิด
3. ทดสอบก่อนเรียน		3. ประเมินทักษะการแก้ปัญหา
		4. ประเมินพฤติกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรม เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

#### กิจกรรมเสนอแนะ

- นักเรียนสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันว่าสิ่งใดเป็นแหล่งกำเนิดแสง และจำแนกประเภทว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น
- นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดแสงจากหนังสือเรียน ภาษาอังกฤษหรือ อินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟังแล้วคัดคำศัพท์ พร้อมทั้งคำแปล ลงสมุดส่งครู

#### สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

- อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง เช่น ไฟฉาย เทียนไข
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- แบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ ชั้น ป. 4

#### บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

#### ภาคผนวก จ

- ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู ด้วยค่าคะแนนที่ ( $t$ -test)
- ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู ด้วยค่าคะแนนที่ ( $t$ -test)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการออกแบบ  
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับ  
การพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาครู ด้วยค่าคะแนนที่ (t-test)

#### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 pre	14.7037	27	2.12702	.40935
post	20.0000	27	1.92154	.36980

#### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 pre & post	27	.320	.104

#### Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 pre-post	-5.29630	2.36667	.45547	-6.23252	-4.36007	-11.628	26	.000

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์  
ก่อนเข้ารับการพัฒนาและหลังเข้ารับการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู ด้วยค่าคะแนนที่  
(*t*-test)

#### Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	post	38.5926	27	6.46445	1.24408
	pre	25.2963	27	8.22199	1.58232

#### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	post & pre	27	.659	.000

#### Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	post-pre	13.29630	6.26845	1.20636	10.81658	15.77601	11.022	26	.000