การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนแบบบ่งชี้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

นางมาลินี คำศรีแก้ว ไชยบัง และคณะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
ในโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สพฐ. ปีงบประมาณ 2561

ชื่อเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนแบบบ่งชี้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

ผู้วิจัย มาลินี คำศรีแก้ว ไชยบัง , สุพจน์ สอนวงแก้ว , รุ่งนภา สังสอาด

ปีที่ศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 2)เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3)เพื่อบ่งชี้ศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และระยะที่ 3 การศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยประชากรในระยะที่ 1 คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน กลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 2 ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 181 คนและ กลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 3 ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 และเข้ารับการอบรมในระยะที่ 2 จำนวน 181 คน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยเอกสารแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรมในการอบรม และแผนการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา

เขต 6 พบว่า การสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม VNOS-C ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 54.14 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Traditional views 2) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 28.73 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Mixed views และ 3) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 17.13 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Contemporary views ผลจากแบบสำรวจแสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่ม Traditional views คือมีความเข้าใจน้อยหรือไม่มีเลย และ ผลการสัมภาษณ์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น ของครูทั้ง 3 กลุ่มความเข้าใจ (Traditional views, Mixed views and Contemporary views) พบว่า ครูกลุ่ม Traditional views ไม่เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องในทุกประเด็น กลุ่ม Mixed views มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียง 2 ประเด็น ได้แก่ Empirical basis และ Observation and inference และกลุ่ม Contemporary views มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 ประเด็น โดยประเด็นที่กลุ่มนี้ขาดได้แก่ Subjectivity(Theory – laden), Sociocultural embeddedness และ Laws and theories

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถบ่งชี้ 7 ประเด็นที่ใช้พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้กิจกรรมจำนวน 6 กิจกรรมดังนี้ 1) กิจกรรมวิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ 2) กิจกรรมเรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า 3) กิจกรรมขวดเป่าลูกโป่ง 4) กิจกรรม Tested my hypothesis 5) กิจกรรมกลิ้งไว้ก่อน และ 6) กิจกรรม อะไรอยู่ในกล่อง

3. ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ พบว่า 1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน หลังเข้ารับการอบรม มีการพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนการอบรมอย่างชัดเจน โดยมีระดับความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Contemporary views เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.71 เป็นร้อยละ 34.25 มีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Traditional views ลดลงจากร้อยละ 54.14 เป็นร้อยละ 23.20 และมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Mixed views เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.15 เป็นร้อยละ 45.54 2) ผลการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า หลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มี ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Traditional views , Mixed views และ Contemporary views ครูทั้ง 181 คน ก่อนการเข้ารับการอบรมที่ถูกต้องเพียงบางส่วนในประเด็น Tentativeness, Empirical basis, Creativity and imaginative และ Observation and inference แต่หลังการเข้ารับการอบรมมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนประเด็น Subjectivity (Theory–laden), Sociocultural embeddedness และ Laws and theories ก่อนเข้ารับการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้งหมดไม่มีความเข้าใจ แต่หลังการอบรมครูส่วนมากมีความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวถูกต้องเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน 3) ผลการพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังการอบรมปฏิบัติการครูผู้สอนทุกคน มีความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความพร้อมที่จะจัดทำสร้างการเรียนรู้เป็นรายบุคคลต่อไป

สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการสะท้อนผลจากการสังเกตการสอนของเพื่อน และสามารถเสนอแนะให้เพิ่มการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผนการเรียนรู้ได้ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน มีความเข้าใจในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มี 6 ขั้นตอนตามที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยใช้เนื้อหาที่แตกต่างกันและมีความมั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตนเองสร้างขึ้นสามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความเมตตาอย่างยิ่งจาก ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการปรับปรุงงานจนเกิดความสมบูรณ์ ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ในการดำเนินงานในการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่งและเป็นแบบอย่างในการเป็นนักวิชาการที่ดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณสำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สนับสนุนงบประมาณในการจัดทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงลงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในวิจัยฉบับนี้

ประโยชน์อันเกิดขึ้นจากผลการวิจัยนี้ ขอมอบให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการศึกษาของชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพทางศึกษาให้มีมาตรฐานยิ่ง ๆ ขึ้นไป

มาลินี คำศรีแก้ว ไชยบัง
สุพจน์ สอนวงแก้ว
รุ่งนภา สังสอาด

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	**1**
	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	10
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
2	**วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	**13**
	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และลักษณะต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	13
	การรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	17
	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา	20
	มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	25
	วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	29
	วิธีการการสอนแบบบ่งชี้	32
	การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา	38
	การพัฒนาวิชาชีพครูการพัฒนาวิชาชีพครู	44
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	49
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	**53**
	ระยะที่ 1 การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครราชสีมา เขต 6	54
	ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	57
	ระยะที่ 3 การพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์	61
4	**ผลการวิจัยและการอภิปรายผล**	**66**
	ระยะที่ 1 การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครราชสีมา เขต 6	66

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 69
ระยะที่ 3 การพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 77

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ **85**
วิธีดำเนินการวิจัย 85
สรุปผลการวิจัย 86
อภิปรายผลการวิจัย 88
ข้อเสนอแนะ 91
บรรณานุกรม **92**
ภาคผนวก **95**
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 96
ภาคผนวก ข เครื่องมือการวิจัย 98
ประวัติผู้วิจัย **116**

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 กรอบดำเนินการวิจัย 9
2 แสดงลักษณะของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ 19
3 แสดงความสำคัญของการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองของชีวิต 5 ด้าน 20
4 มุมมองแบบดั้งเดิมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 26
5 มุมมองแบบร่วมสมัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 28
6 สมมติฐานที่สอดคล้องกันของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ 36
7 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS -C 54
8 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 56
9 ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 58
10 แสดงการสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 6 กิจกรรม 59
11 การสังเคราะห์รูปแบบและวิธีการสอนแบบบ่งชี้ (Explicit and Reflective Teaching Approach) 62
12 แสดงขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 63
13 แสดงภาพรวมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จากแบบสำรวจ VNOS-C 66
14 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกเป็นรายข้อจากแบบสำรวจ VNOS-C 67
15 สรุปประเด็นและระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ 68
16 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมกับการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 70
17 รายละเอียดการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม 71
18 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 181 คน โดยแบบสำรวจ (VNOS-C) 74
19 ผลจากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นของครูผู้สอนก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ 75

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง **หน้า**

20 แสดงขั้นตอนและลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 77

21 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 83

22 ตัวอย่างผลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 1 กลุ่มที่ 1 84

23 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 114

24 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 115

บัญชีภาพ

ภาพ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดการวิจัย 52

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต จนกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) (สสวท, 2546) ซึ่งองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการทำให้บรรลุเป้าหมายนี้และเป็นจุดเน้นสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาให้บุคคลมีความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สสวท ,2546 ; Lederman , 1992) เพราะการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาสังคม ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากจะทำให้บุคคลตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์แล้ว ยังทำให้เข้าใจข้อจำกัดและผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างบุคคลให้เป็นผู้บริโภคที่ฉลาด (Lederman , 1992) ยิ่งไปกว่านั้นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังมีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย (Clough and Olson , 2004)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มได้รับความสนใจตั้งแต่ช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษามีความเห็นพ้องต้องกันว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ในเฉพาะส่วนขององค์ความรู้และทักษะการปฏิบัตินั้นไม่เพียงพอ นักเรียนจะต้องเข้าใจความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ต่าง ๆ ที่ผสมผสานมาจากปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาเข้าด้วยกัน เพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ แง่มุม จนกลายเป็นสิ่งที่เราเรียกว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (McComas , 1998) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายกลุ่มได้ยืนยันว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และความสนใจในวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการแก้ปัญหา (Driver et al., 1996 ; McComas , 1998) และ เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate person) จนอาจกล่าวได้ว่าบุคคลมีการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เลยถ้าขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมานั้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชาติในปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็น “ วิถีแห่งการรู้ ” (Science as a way of knowing) (American Association for the Advancement of Science (AAAS) , 1989) นอกจากนี้ Driver , Leach, Miller ,and Scott (1996) ได้กล่าวไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหา ความเข้าใจ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ส่งเสริมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงควรสนับสนุนให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (McComas , 1998)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ ที่ครูทุกคนต้องนำไปบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงเป็นเหตุผลสำคัญว่า หากครูไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็จะไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการหรือเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 ; Lederman, 1992) ดังนั้นความเข้าใจธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพียงพอ จึงเป็นปัจจัยที่จะทำให้ครูประสบความสำเร็จในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง (McComas, Clough, & Almazroa, 1998)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า เป็นค่านิยมและความเชื่อที่แฝงอยู่ในความรู้วิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science processes) แม้ว่าจะคาบเกี่ยวและสัมพันธ์กันแต่ก็ควรมีการสอนให้ผู้เรียนได้รู้ถึงข้อแตกต่างอย่างชัดเจนโดยเริ่มตั้งแต่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Lederman et .al., 2002) ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Rubba, Hormer & Smith, 1981; Lederman,1992) เนื่องจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะเกิดผลดีหลายประการ คือ (1) ทำให้นักเรียนมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรงเชื่อถือได้ของหลักฐานที่ใช้อ้างอิง (2) ทำให้นักเรียนมีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนความแตกฉานเชิงวัฒนธรรม (Bybee et.al, 1991) และ (3) ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลหรือตัดสินใจอย่างมีเหตุมีผล ในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพียงพอจะก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น (1) นักเรียนขาดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Meichtry, 1992) (2) ไม่สามารถนำเอาความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอย่างมีความรับผิดชอบ (Rubba & Harkness, 1993) (3) ทำให้นักเรียนขาดจิตเชิงสืบเสาะ (Inquiry Mind) หรือขาดความช่างสงสัย จะเชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่าย ปราศจากเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Klinckman,1970)

ทั้งนี้ แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้และเป็นที่ยอมรับนั้นนักวิจัยหลายคนเห็นสอดคล้องกันว่าต้องประกอบด้วย โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) (AAAS,1993) ดังนั้นผู้เรียนและครูผู้สอนจึงต้องมีแนวคิดทั้ง 3 ด้านนี้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนั้นครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการระบุหรือบ่งชี้แนวความคิด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนการสอนเหล่านั้นให้เห็นอย่างชัดเจน (Lederman, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)

ปัจจุบันวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้จัดการเรียนรู้ในรูปแบบขององค์รวม ทำให้การเรียนรู้ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ การเรียนรู้ที่เกิดขึ้น จึงไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในด้านของความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้รับการบูรณาการเข้าไปในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงส่งผลให้มีทั้งคนที่เข้าใจและไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะทำให้คนคิดอย่างมีเหตุผล มีทักษะในการสังเกตและนำหลักฐานที่ได้มาเพื่อลงข้อสรุป ที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาได้ด้วยสังคมวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิต นอกจากนี้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบและลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ได้แก่ 1) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (สสวท. , 2546) ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นให้นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนเข้าใจถึงขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรที่จะนำแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บูรณาการเข้ากับการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาระและในทุก ๆ ระดับการศึกษา (สสวท.,2546)

ประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและครูวิทยาศาสตร์ ในประเด็นเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2552 ; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2550 ; พวงผกา สุทธกูลและนฤมล ยุตาคม, 2552 ; สิรินภา กิจเกื้อกูลและคณะ, 2548 ; สุทธิดา จำรัส, 2551 และ สุธาวัลย์ มีศรี ,2551) อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นอื่นๆ เช่น ความเข้าใจในกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่มีต่อวิทยาศาสตร์ บริบททางสังคมและวัฒนธรรมกับการส่งผลต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การที่ครูมีแนวคิดที่ถูกต้องต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในกระบวนการสอนที่ สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนมีความ เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษาวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์ของไทยสะท้อนให้เห็นว่าครูยังมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่น้อยมาก มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน และละเลยที่จะสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว,2550 ; สุทธิดา จำรัส, 2551)

การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นการปลูกฝังพื้นฐานการเรียนรู้ให้เกิดกับนักเรียน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจึงมีความสำคัญ จากงานวิจัยพบว่าครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อการปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การที่ครูมีแนวคิดที่ถูกต้องต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในกระบวนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามการที่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของไทยส่วนใหญ่ไม่ได้จบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง จึงมักจะมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียน (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2550; พวงผกา สุทธกูลและนฤมล ยุตาคม, 2552)

นักวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความสนใจในการตรวจสอบความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน พบว่า ครูไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์กับการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีพอ จึงเป็นสิ่งที่ควรตระหนักว่า จะต้องมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ทำให้ครูเกิดความเข้าใจและมั่นใจในการสอนก่อนการไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (Abd-El-Khalick et al.,1998 ; Abd-El-Khalick & Lederman , 1998 ; Akerson & Abd-El-Khalick , 2003 ; Brickhouse , 1990 ; Cheng May Hung 2010 ; Lederman , 1992 ; Lederman , 1999 ; Lederman & Zeidler , 1987 ; Mellado , 1997 ; Tobin & McRobbie , 1997) และสิ่งที่สำคัญอย่างมากในการที่ครูจะสามารถสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถเลือกใช้วิธีการสอนและกิจกรรมที่มีความหมายและสะท้อนให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดี นอกจากนั้นครูจะต้องเข้าใจดีว่าจะจัดกิจกรรมหรือนำเสนออย่างไรที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถนำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงการอธิบาย สรุป อย่างมีเหตุผล ทั้งนี้กิจกรรมเหล่านั้นต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจในการประเมินความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเหมือนการประเมินความรู้ความเข้าใจ (Bell et al. , 2000 ; Kim et al . , 2005 ; Abd-El-Khalick & Lederman , 2006)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบหรือวิธีการสอนที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Explicit and Reflective teaching approach) ซึ่งเป็นการสอนที่ครูผู้สอนได้เพิ่มกิจกรรมหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน มีประสิทธิ ภาพในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมาก โดยช่วยเพิ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสู่การสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ มีเหตุผลในการอธิบายและลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้จากกิจกรรมที่นักเรียนเรียนรู้หรือปฏิบัติ โดยคำนึงถึงพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรม (Abd-El-Khalick & Lederman , 2000 ; Cheng May Hung 2010 , Khishfe & Abd-El-Khalick , 2002 ; Lederman , 2006 , Schwartz , Lederman & Crawford ,2004)

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับต่ำ ผลการทดสอบระดับชาติโดยเฉลี่ย 31.24 ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยมาตรฐาน และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบ PISA ของเด็กอายุไม่เกิน 15 ปี พบว่านักเรียนมีผลการทดสอบด้านการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (กระทรวงศึกษาธิการ 2557) นอกจากนี้จากการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จากหนังสือเรียน สื่อการเรียนการสอน ผู้สอน และนักเรียน พบว่า เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเน้นหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของแต่ละสาระการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการชี้แนะให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย แสดงให้เห็นว่า ในทางปฏิบัติยังมีการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในกระบวนการเรียนการสอนน้อย จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

ไม่ถูกต้องหรือบางคนอาจไม่เกิดความเข้าใจ ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือเข้าใจไม่ถูกต้องหรือไม่เพียงพอ นักเรียนจะขาดความรู้ ทักษะและเจตคติที่จำเป็นในการตัดสินใจของตนเองหรือสนับสนุนการตัดสินใจของสังคมที่ เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต(Meichtry , 1992) ไม่สามารถนำเอาความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างมีความรับผิดชอบ (Rubba and Harkness , 1993) ขาดจิตที่จะสืบค้น (inquiry mind) ขาดความสงสัย จะเชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่ายโดยปราศจากเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Klinckmann,1970)

ดังนั้น การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงควรจะมีการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม (Abell & Smith, 1994; Lakin & Wellington,1994; Akerson et al., 2000; Eick, 2000;Etheredge & Rudnitsky, 2003; Skamp, 2004) มีเจตคติและความเชื่อพื้นฐานที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และสิ่งที่จะทำให้การพัฒนาความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนได้ตรงกับสิ่งที่ครูผู้สอนขาด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้ว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ของไทยมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างไร และวิธีการหรือรูปแบบการสอนใดที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการใช้ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Explicit and reflective teaching approach) เป็นรูปแบบการสอนที่เหมาะสม สามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการบ่งชี้อย่างชัดเจนในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างและออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากแนวคิด เอกสาร งานวิจัยของนักการศึกษารวมทั้งพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้น และนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการอบรมและแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไปใช้ในการจัดอบรมครูผู้สอนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเพียงพอ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ของหลักฐานอ้างอิงต่างๆ (Meichtry, 1993) มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถเชิงวัฒนธรรมและมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Bybee and Others , 1991) ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จะเลือกใช้เนื้อหาสาระของหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกิจกรรมที่เหมาะสมต่อการสอนที่บ่งชี้ให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลาง 2551 และเชื่อมโยงไปสู่สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ได้แก่ ป่าไม้ พืช สัตว์ อากาศ สิ่งแวดล้อม ไฟฟ้า สารและสมบัติของสารที่พบได้ในบริบทชุมชนที่ศึกษาวิจัย ซึ่งเหมาะสมและเอื้อต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4- 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระยะนี้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 2.1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 181 คน

ระยะที่ 3 การศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

ระยะนี้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 3.1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 และเข้ารับการอบรมในระยะที่ 2 จำนวน 181 คน

ตอนที่ 3.3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 และเข้ารับการอบรมในระยะที่ 3 จำนวน 181 คน

3. 3 ตัวแปรที่ศึกษา

ระยะที่ 1

ตัวแปร คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน (จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ได้จาก (VNOS-C) และ การสัมภาษณ์)

ระยะที่ 2

ระยะที่ 2 ตอนที่ 1 เป็นระยะของการศึกษาและสร้างเอกสาร ได้แก่โปรแกรมการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนแบบบ่งชี้สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 ตอนที่ 2 ตัวแปร คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้จาก (VNOS-C) ของ Lederman et.al., (2002) การสัมภาษณ์ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูผู้สอน การสังเกต

ระยะที่ 3

ระยะที่ 3 ตอนที่ 1 เป็นระยะของการศึกษาและสร้างเอกสาร ได้แก่แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 ตอนที่ 2 ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้จากการสัมภาษณ์ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูผู้สอน

ระยะที่ 3 ตอนที่ 3 ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้จากการสัมภาษณ์ ตรวจแผน

3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1) เนื้อหาที่ใช้ในแผนการจัดกิจรรมการอบรมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครู ได้แก่

(1) ความเข้าใจต่อโลกทัศน์ของวิทยาศาสตร์ (scientific worldview) เกี่ยวข้องกับประเด็นต่อไปนี้

- Tentativeness
- Empirical basis
- Laws and theories

(2) ความเข้าใจต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) เกี่ยวข้องกับประเด็นต่อไปนี้

- Creativity and imaginative
- Observation and inference

(3) ความเข้าใจต่อกิจการของวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) เกี่ยวข้องกับประเด็นต่อไปนี้

- Subjectivity(Theory – laden)
- Sociocultural embeddedness

2) เนื้อหาที่ครูใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ได้แก่ เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร แม่เหล็กไฟฟ้า การเกิดจันทรุปราคา สารกำจัดแมลงและศัตรูพืช วงจรไฟฟ้า การเกิดข้างขึ้น ข้างแรม ธรณีพิบัติภัยในท้องถิ่นของเรา ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับระบบนิเวศ การละลายน้ำของสาร หินและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โซ่อาหารและสายใยอาหาร การเลือกใช้สารในชีวิตประจำวัน

3.5 ระยะเวลาในการทำวิจัย ปีการศึกษา 2561

โดยภาพรวมของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้งานวิจัยเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถดำเนินการได้ครบถ้วน ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย กิจกรรมการดำเนินการวิจัย ระยะเวลา เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างและผู้ดำเนินการในแต่ละระยะไว้ ดังแสดงในตาราง1

ตาราง 1 กรอบการดำเนินการวิจัย

ระยะการวิจัย	กิจกรรมการดำเนินการวิจัย	เดือน / พ.ศ.	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง	ผู้ดำเนินการ
ระยะที่ 1	การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถม ศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6	พฤษภาคม – มิถุนายน 2561	- VNOS-C - การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	ครูผู้สอน 543 คน	ผู้วิจัย
ระยะที่ 2	ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มิถุนายน – กรกฎาคม 2561			ผู้วิจัย
	ตอนที่ 2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		- โปรแกรมการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนแบบบ่งชี้สำหรับครูโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ครูผู้สอน 181 คน	
ระยะที่ 3	ตอนที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์	กรกฎาคม - กันยายน 2561	- VNOS-C - การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง - การสังเกต - การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูผู้สอน - การตรวจและประเมินแผน	ครูผู้สอน 181 คน	ผู้วิจัย
	ตอนที่ 2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน				
	ตอนที่ 3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล				

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** หมายถึง ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ (Epistemology of Science) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ว่าด้วยความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร ความถูกต้องของความรู้ วิถีทางของการรู้ ความตระหนักในคุณค่าและความเชื่อเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา 7 ประเด็นเพื่อให้เกิดการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบองค์รวม ได้แก่

- **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (** Tentativeness) หมายถึงการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังนั้นคำถามใหม่จึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และส่งผลในการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วยังไม่สามารถอธิบายได้

- **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์** (Empirical basis) เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์

- **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี** (Subjectivity, Theory – laden) คือ ทฤษฎีมีอยู่ในใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน สะท้อนให้เห็นได้จากการสังเกต การตีความ การตั้งคำถาม ล้วนมีความเชื่อแอบแฝง ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ทัศนคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคล

- **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ (** Creativity and imaginative) หมายถึง การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตามการใช้ตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐาน ทฤษฎี เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ

- **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (** Sociocultural embeddedness) คือ กิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม

- **การสังเกตและลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน** (Observation and inference) การสังเกตจะบรรยายสิ่งที่พบหรือมองเห็นได้ในปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่การลงข้อสรุปจะเป็นการแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกเข้าไปในปรากฏการณ์เพื่อตีความปรากฏการณ์นั้น ๆ

- **ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน** (Laws and theories) กฎจะแสดงรูปแบบ ความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ในรูปของสมการได้ ส่วนทฤษฎี เป็นคำอธิบายที่จะอธิบายให้เห็นถึงการเกิดของปรากฏการณ์นั้น ๆ

4.2 **ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน หมายถึง** แนวคิด ค่านิยมหรือความเชื่อของครูที่มีต่อตัววิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาเป็นข้อความต่าง ๆ ว่าด้วยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ (Epistemology of Science) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ว่าด้วยความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร ความถูกต้องของความรู้ วิถีทางของการรู้ ความตระหนักในคุณค่าและความเชื่อเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาได้โดยใช้แบบสอบถาม

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

4.**3 การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** (Explicit and reflective teaching approach) หมายถึง การสอนที่ครูผู้สอนได้เพิ่มกิจกรรมหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน เช่น บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เข้าไปในการปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจ การทดลองเพื่อบ่งชี้ให้นักเรียนเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นเชิงประจักษ์ ชัดเจน โดยกิจกรรมการเรียนรู้สัมพันธ์กับการใช้คำถาม การอภิปรายและชี้แนะ การสะท้อนผลความเข้าใจในการนำไปสู่การเชื่อมโยงเหตุผล การอธิบายสรุป ที่จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดี

4.4 **ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู** หมายถึง คำอธิบาย บรรยายและความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนโดยใช้การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขั้นการสอน 6 ขั้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน โดยการตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้ปรับมาจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์(Views of Nature of Science from C (VNOS-C) การสัมภาษณ์ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูผู้สอน การสังเกตและประเมินผลได้โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.5 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน หมายถึง การออกแบบ รูปแบบของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รูปแบบของการอบรมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

1) การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 กิจกรรม และ

2) การพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน โดยแผนที่ 1-3 เป็นแผนการเรียนรู้สำหรับสาธิตและแผนที่ 4-7 เป็นแผนสำหรับฝึกปฏิบัติ

4.6 ความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ของครูผู้สอน หมายถึง ความเข้าใจในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คนละ 2 แผน โดยเลือกเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ตนสนใจมาใช้ในการจัดทำแผนและบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับเขตพื้นที่การศึกษาในการพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนในเขตพื้นที่ ครูผู้ร่วมโครงการสามารถนำ

ความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. ครูผู้สอนจะมีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกิดทักษะในการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมในการศึกษานี้ ในขั้นต้นได้แบ่งส่วนสำคัญเป็นห้าส่วนหลักคือ 1) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS) และลักษณะต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) การรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา 4) มุมมองทางปรัชญาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5) วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6) วิธีการเรียนการสอนแบบบ่งชี้ 7) การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา 8) การพัฒนาครูผู้สอน 9) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และลักษณะต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์คือเส้นทางของการรู้ หรือคุณค่าและความเชื่อในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนา (Lederman, 1992) ลักษณะต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจะขึ้นอยู่กับ สังคมวิทยา วิธีการได้มาซึ่งความรู้ วัฒนธรรมและสิ่งที่ทำให้เกิดแนวคิด มุมมองซึ่งถูกถ่ายทอดผ่านทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์, นักวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เช่นเดียวกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังเป็นสิ่งที่ไม่มีความแน่นอนและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Sandoval 2005) ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา แนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงผ่านทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้สะท้อนให้เห็นแนวทางที่หลักการทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Lederman , 2006) ช่วงต้นปี 1900 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเปรียบเหมือนการเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในทศวรรษที่ 1960 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับการตั้งคำถามและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ สังเกต ตั้งสมมติฐาน การสรุป ตีความข้อมูล และการออกแบบการทดลอง ต่อมาในปี 1970 แนวคิดด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน , การจำลอง ,ความน่าจะเป็น ,ความคิดของมนุษย์ ,สิ่งที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์และสิ่งที่สังเกตได้จากประสบการณ์ตรงหรือการทดลองที่เป็นเชิงประจักษ์มากกว่าทฤษฎี จากนั้นในปี1980 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกรวมเข้ากับปัจจัยทางจิตวิทยา เช่นการขับเคลื่อนทฤษฎีธรรมชาติของการสังเกต และบทบาทด้านความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ต่อการพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับปัจจัย ทางสังคมที่มีผลกระทบต่อการคิดค้น และแสดงเหตุผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)

ในทางกลับกัน ยังมีความสอดคล้องเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีในเอกสารมาตรฐานสากล (McComas & Olson, 1998) ลักษณะเฉพาะในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มักปรากฏในเอกสารมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ อาทิ มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NRC, 1996) และมาตรฐานการรู้ทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS, 1993) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จำแนกออกเป็น 3 หลักการ ดังนี้

1. **โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์** นักวิทยาศาสตร์ได้แสดงความเชื่อพื้นฐานและทัศนคติเกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขาทำและมุมมองต่องานนั้นๆ สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องทำควบคู่ไปกับธรรมชาติของโลกและสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้ ซึ่งหลักการนี้ประกอบด้วย 1) โลกสามารถทำความเข้าใจได้ 2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และ 4) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์

2. **การสืบเสาะหาทางความรู้วิทยาศาสตร์** ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการอนุมานเชิงตรรกะที่มีความเกี่ยวข้องกันในระดับหนึ่ง ทั้งในด้านของคุณค่าของการสังเกตอย่างรอบคอบ และในระดับที่สูงขึ้นคือบทบาทของการสังเกตเพื่อสร้างแนวทางของการให้เหตุผล ซึ่งมีหลักการดังนี้ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์คือการผสมผสานของตรรกะศาสตร์และจินตนาการ 3) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายได้ 4) นักวิทยาศาสตร์มีความพยายามที่จะค้นพบหรือพิสูจน์โดยหลีกเลี่ยงอคติ และ 5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือผู้อื่น

3. **กิจการทางวิทยาศาสตร์** วิทยาศาสตร์เป็นองค์กรที่มีทั้งปัจเจกบุคคล สังคมและองค์กร กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในคุณสมบัติหลักของโลกในปัจจุบัน ซึ่งในบางทีอาจจะมากกว่าสิ่งอื่นโดยแตกต่างกันในแต่ละยุคสมัย หลักการนี้ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อน 2) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาวิชาต่างๆและดำเนินการในหลายองค์กร 3) มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการดำเนินการของวิทยาศาสตร์ และ 4) นักวิทยาศาสตร์มีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชนทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนทั่วไป ลักษณะที่พบมากที่สุดในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ความไม่แน่นอน(ความรู้เปลี่ยนแปลงได้) , วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ , ความเป็นอัตนัยหรือการเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี (theory-laden), ไม่มีลำดับชั้นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎ(ทฤษฎีกับกฎ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันแต่มีความแตกต่างกัน) , ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงข้อสรุป ,ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ และสังคมและวัฒนธรรมของสังคมที่ฝังตรึงอยู่

ลักษณะแรกของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาทิ ข้อเท็จจริง หลักการ ตลอดจนกฎและทฤษฎีต่างๆ ล้วนมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นได้จากหลักฐานใหม่ๆ ที่พบ , เทคโนโลยี, การอธิบายหรือนำกลับมาตีความซ้ำ , ความก้าวหน้าทางความคิดและการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมและสังคม นอกเหนือจากปัจจัยเหล่านี้ วิธีการในการที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่มีความเป็นเหตุเป็นผลอันน่าสนใจมากมาย ก็นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน (McComas, Clough & Almazroa, 1998)

ลักษณะของ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์” หมายถึง วิทยาศาสตร์เป็นไปตามสิ่งที่สังเกตได้จากโลกธรรมชาติและความมีเหตุผล ถูกต้องในการอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์คือการอ้างอิงจากการสังเกตทางธรรมชาติ

นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้เฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่โดยตรง นอกจากนี้ ข้อสังเกตต่างๆ จะได้รับการกลั่นกรองเสมอจากความเข้าใจ การหยั่งรู้ และตีความโดยการนำเอากรอบทฤษฎีมาใช้ในการประเมินค่าหรือให้เหตุผล (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

อีกลักษณะหนึ่งของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ “การสังเกตและการลงข้อสรุป” มีความหมายที่แตกต่างกัน การสังเกตเป็นการบรรยายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถให้เหตุผลโดยตรงได้ง่ายหรือ

การขยายความในการให้เหตุผลได้ ในทางตรงกันข้าม การลงข้อสรุปเป็นเพียงการอธิบายถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้โดยตรง ความแตกต่างระหว่างการสังเกตกับการลงข้อสรุปนี้จึงเป็นจุดสำคัญในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแก่นแท้ของการยึดเอาทฤษฎีเป็นหลัก เช่น อะตอม สปีช์ชี่และยีน (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

สำหรับลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และกฎ” เป็นรูปแบบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎเป็นการบรรยายให้เข้าใจถึงการเกิดของปรากฏการณ์ ในขณะที่ทฤษฎีจะเป็นการอนุมานจากคำอธิบาย เพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์หรือแบบแผนในปรากฏการณ์นั้นๆ ซึ่งทฤษฎีต่างๆ ไม่สามารถทดสอบได้โดยตรง แต่ยังคงมีบทบาทสำคัญในการสร้างคำถามการวิจัยและขับเคลื่อนสู่การหาข้อเท็จจริงในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้น ยังไม่มีการจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎ (McComas, 1998)

ลักษณะด้าน “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์” หมายถึง การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่รวมเอาจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เข้าด้วยกัน โดยจะรวมถึงการคิดค้นรูปแบบ การอธิบายและแก่นแท้ของทฤษฎี (McComas, 1998)

“ความมีอัตนัย (ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี)” เป็นอีกหนึ่งลักษณะที่น่าสนใจ ที่อธิบายไว้ว่า นักวิทยาศาสตร์จะไม่เรียนรู้จากการสังเกตโดยปราศจากความเชื่อในทฤษฎีของตน , ความรู้เดิม , ประสบการณ์ , การฝึกฝนและความคาดหวัง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อปัญหาของสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษา , วิธีที่จะดำเนินการสืบเสาะ , สิ่งที่จะทำการสังเกตและจะตีความผลลัพธ์ที่ได้อย่างไร ทฤษฎีต่างๆ สร้างความความเชื่อที่มีผลต่อพฤติกรรมในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทฤษฎีมีบทบาทเป็นเครื่องชี้นำ ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002)

ในด้าน “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน” หมายถึง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ดำเนินการในบริบทของวัฒนธรรมที่มีขนาดใหญ่กว่าวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นเพียงส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมอาจเป็นผู้ที่มีอำนาจ , ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปรัชญา ศาสนาและองค์ประกอบของสังคม (McComas, Clough & Almazroa, 1998)

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้ชี้ให้เห็นว่าลักษณะด้านต่างๆ เหล่านี้มีความเหมาะสมที่จะสอนและนักเรียนสามารถจัดลำดับได้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่แน่นอน
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับหลักฐานและการสังเกต
3. การสังเกตและการลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน
4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีความสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. นักวิทยาศาสตร์ไม่มีอคติเมื่อพวกเขาเริ่มที่จะศึกษาในเรื่องที่พวกเขามีประสบการณ์เดิมอยู่
6. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และกฎ เป็นรูปแบบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน
7. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

(Khisfe & Abd-El-Kahlick, 2002; Khishfe & Lederman, 2006)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ภายใต้การบริหารของกระทรวงศึกษาธิการ มีบทบาทสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในประเทศไทย ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติปีพุทธศักราช 2548 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดมาตรฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์และมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์แห่งชาติ โดยหลักสูตรมาตรฐานได้ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสาระย่อยที่ 8 เป็นอย่างมาก ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหนึ่งในแปดของสาระวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้ โดยระบุว่านักเรียนควรใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะและการแก้ปัญหา และรู้ว่า ปรากฏการณ์ธรรมชาติส่วนใหญ่นั้นมีรูปแบบที่สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อจำกัดของข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อม (สสวท , 2548)

มาตรฐานสำหรับครูวิทยาศาสตร์ของไทยในการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2548) ได้มีการอธิบายลักษณะหลัก 4 ด้านของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแก้ปัญหาโดยการสังเกต การสืบเสาะ การวิจัยและการรวบรวมข้อมูล อย่างเป็นระบบ ดังนั้นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทดสอบได้ การเปลี่ยนแปลงของความรู้วิทยาศาสตร์จึงสามารถเกิดขึ้นได้ผ่านการอภิปรายในหมู่นักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของหลักฐานใหม่ที่ค้นพบหรือการนำหลักฐานเก่าไปตีความขึ้นใหม่ ในรูปแบบและแนวความคิดที่แตกต่างกัน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนของการทำงานหรือกระบวนการของการพัฒนาและปรับปรุงผลผลิตโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับความรู้ในสาขาอื่นๆ ตลอดจนการใช้ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษยชาติ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการและระบบการจัดการ เทคโนโลยีจึงต้องใช้เพื่อประโยชน์ของสังคมและสิ่งแวดล้อม

4. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้คนในทุกมุมโลกต่างก็สามารถเข้ามามีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงวิพากษ์ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดหย่อน และมีผลกระทบต่อมนุษย์ในทุกสังคม และทุกสภาพแวดล้อม การวิจัยและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอยู่ภายใต้หลักคุณธรรม จริยธรรม ซึ่งได้รับการยอมรับ จากสังคมและช่วยรักษาสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน

สรุป ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์คือเส้นทางของการรู้ หรือคุณค่าและความเชื่อในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนา ลักษณะต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจะขึ้นอยู่กับ สังคมวิทยาวิธีการได้มาซึ่งความรู้ วัฒนธรรมและสิ่งที่ทำให้เกิดแนวคิดมุมมองซึ่งถูกถ่ายทอดผ่านทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์, นักวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็น 3 หลักการ ดังนี้ 1)โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ 2) การสืบเสาะหาทางความรู้วิทยาศาสตร์ และ3) กิจการทางวิทยาศาสตร์

2. การรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

รากศัพท์ของคำว่า “การรู้วิทยาศาสตร์” นั้นถูกมองย้อนกลับไปเมื่อ 350 ปีในอดีต ทั้งที่การศึกษาวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นแท้จริงใน 20 ปี ที่ผ่านมา (Hurd, 1998; Roberts, 2007) ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์เนื่องมาจากมุมมองชีวิต 5 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจซึ่งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการศึกษาวิทยาศาสตร์และความมั่งคั่งของประเทศ โดยการรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมภาวะเศรษฐกิจของประเทศให้ดียิ่งขึ้น ด้านการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมทั้งความเข้าใจในวิทยาศาสตร์เพื่อดำรงชีวิตในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ด้านประชาธิปไตยชี้ให้เห็นว่าผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์นั้นจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายและการตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนด้านชีวิตในสังคม การรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของมนุษย์อย่างกว้างขวาง ในด้านนี้ ผู้ที่มีการรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความรู้สึกว่าวิทยาศาสตร์อยู่รอบๆตัวและอยู่ในชีวิตประจำวันเสมอ และลักษณะด้านสุดท้าย คือ วัฒนธรรม โดยเห็นว่าทุกคนควรจะเรียนรู้ศาสตร์ต่างๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จเช่นเดียวกับการเรียนรู้ศิลปะและดนตรีอันเป็นความสำเร็จทางวัฒนธรรมของมนุษย์ (อ้างจาก Ryder 2001 from Millar,1996) โดยทั่วไปการรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงความสามารถในการเรียนรู้เพื่อใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศให้เกิดประโยชน์เพื่อความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมต่อไป (Hurd, 1998)

ในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกล่าวว่า มีคำนิยามเฉพาะมากมายเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบที่แตกต่างที่ทำให้เกิดความโดดเด่นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยคำนิยามด้านการศึกษาซึ่งเป็นคำนิยามแรกของ Pella et.al. (1966 , cited in Roberts, 2007) ได้กำหนดคำนิยามของความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ , ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ,ประเด็นทางจริยธรรม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม , ความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และมนุษยศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีคำนิยามความเข้าใจที่ครอบคลุมมากขึ้น โดย Science for All Americans (AAAS , 1990) ได้กำหนดการรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและเคารพในความเป็นเอกภาพของโลกโดยตระหนักถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งอื่นด้วย ความเข้าใจในแนวคิดหลักและหลักการของวิทยาศาสตร์ อาทิ ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดแบบวิทยาศาสตร์เพื่อบรรลุเป้าหมายส่วนตนและเพื่อสังคม , การควบคุมความสามารถของการคิดทางวิทยาศาสตร์ , พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีล้วนเป็นกิจการของมนุษย์ทั้งสิ้น พร้อมทั้งรู้จุดแข็งและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยเมื่อไม่นานมานี้ OECD/PISA (2003) ได้กำหนดนิยามว่า “ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตั้งคำถามและลงข้อสรุปจากหลักฐานเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกิจกรรมของมนุษย์” อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคำนิยามเหล่านี้จะมีความแตกต่างกันออกไป แต่ก็มีเป้าหมายที่คล้ายกัน

ยังมีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ขยายความคำนิยาม โดยวิธีการจำแนกประเภทของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น (Roberts ,2007 ; Shen ,1975) ที่ได้จำแนกประเภทของการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ “การรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในทางปฏิบัติ” คือการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติได้ “การรู้วิทยาศาสตร์เชิงพลเมือง” ซึ่งตระหนักถึงวิทยาศาสตร์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อมีส่วนร่วมในกระบวนการประชาธิปไตยของสังคมมากขึ้น และ “การรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม " ซึ่งถือว่าการมีความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสำเร็จที่สำคัญของมนุษย์

การจำแนกออกเป็น 3 ประเภท เกิดขึ้นจากลำดับขั้นของประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Shamos ,1995) ได้ใช้คำนำหน้าของวัฒนธรรม หน้าที่และความจริงสำหรับประเภทของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ “การรู้วิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม” เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดที่ประกอบด้วย “ความเข้าใจในความรู้ที่ผู้สื่อสารต้องสันนิษฐานด้วยตัวเองว่าผู้ฟังรู้หรือมีอะไรอยู่แล้วบ้าง” ในขณะที่ “หน้าที่ของการรู้ทางวิทยาศาสตร์” หมายถึง “ความสามารถในการอ่านเขียนและแลกเปลี่ยนความคิดโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

นอกเหนือจากนิยามศัพท์เฉพาะทั้ง 2 นิยามที่กล่าวไปแล้ว ยังมีการนิยามที่มีความแตกต่างออกไปจากแนวคิดข้างต้น คือ “ความจริงของการรู้วิทยาศาสตร์” ซึ่งเกี่ยวข้องกับ “ความรู้เกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหลักในการดำเนินงาน ทำอย่างไรให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมาย และเพราะเหตุใดจึงต้องยอมรับเสียงส่วนใหญ่และบทบาทของการทดลองทางวิทยาศาสตร์” จากคำนิยามเหล่านี้ยังมีกรอบแนวคิดที่สมบูรณ์และครอบคลุมเกี่ยวกับการรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดขึ้นโดย (Bybee ,1997 ,cited in Roberts, 2007) อีกด้วย

“กรอบแนวคิด 4 ระดับของ Bybee ได้กล่าวถึงการรู้วิทยาศาสตร์ว่ามี 4 ระดับ ได้แก่ การรู้ระดับปกติ การรู้ระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การรู้ระดับที่เกี่ยวกับแนวคิดหรือกรอบความคิดและกระบวนการขั้นตอน และการรู้ระดับหลากหลายมิติ โดยในระดับแรกคือ การรู้ระดับปกติ สามารถแสดงให้เห็นระดับของการรวมชื่อกับสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ในขณะที่การรู้ระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ความสามารถในการอ่าน การเขียนบทความด้วยคำศัพท์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ในระดับต่อมาเป็นการรู้ระดับที่เกี่ยวกับแนวคิดหรือกรอบความคิดและกระบวนการขั้นตอน คือ ขั้นที่แสดงแนวคิดและระเบียบวิธี โดยในขั้นนี้เป็นความสามารถในการเข้าใจโครงสร้างของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิธีการในการผลิตความรู้และเทคนิคใหม่ๆ ระดับขั้นสูงสุดของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การรู้ระดับหลากหลายมิติ ซึ่งประกอบด้วยความเข้าใจโครงสร้างความคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประวัติศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากคำนิยามดังกล่าว นักวิจัยได้กำหนดว่าเป็นลักษณะที่ผู้รู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมี

Pallincsar, Anderson and David (1993) ได้กล่าวจากการทบทวนวรรณกรรมว่า ผู้ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ควรมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดในทางหลักการ ตลอดจนการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์เพื่อตีความและผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งด้านคำพูดและสิ่งพิมพ์ ตามที่ Norris & Phillips (2003) กล่าวไว้ คือ ผู้ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่เข้าใจตำราวิทยาศาสตร์ โดยแยกได้ว่า สิ่งใดเป็นการอนุมาน ,สมมติฐาน ,ข้อสรุปหรือสิ่งใดเป็นข้อสันนิษฐาน ,จากการจำแนกข้อแตกต่างของหลักฐาน, การแสดงให้เห็นว่ารู้จักข้อแตกต่างระหว่างคำกล่าวอ้างและ “ผลลัพธ์ของวิทยาศาสตร์” และการตั้งข้อสงสัยหรือให้ความสนใจในสิ่งที่คิด รายละเอียดที่มีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้นและมีรายการคุณลักษณะที่ยาวขึ้น ถูกนำเสนอโดย Hurd (1998) ซึ่งได้แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ไว้ ดังตารางที่ 2 แสดงลักษณะเฉพาะด้านต่างๆ ของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์

ตาราง 2 แสดงลักษณะของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์

ลักษณะของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์
รู้ว่าวิทยาศาสตร์อยู่ในบริบททางสังคมที่มักจะมีขอบข่ายในทางการเมือง การพิจารณาคดี คุณธรรม จริยธรรมและบางครั้งก็มีมิติหรือขอบข่ายทางศีลธรรมในการตีความ
ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการตัดสินใจ การใช้ชีวิตในสังคม พิจารณา ดำเนินการแก้ไขปัญหา และนำไปสู่การปฏิบัติ
สามารถแยกวิทยาศาสตร์ออกจากวิทยาศาสตร์เทียมได้ เช่นโหราศาสตร์ การหลอกลวง ไสยศาสตร์และสิ่งลี้ลับ
ยอมรับถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ว่า เป็นเสมือนการขยายขอบเขตของความรู้ที่ไม่มีวันสิ้นสุด
ยอมรับเสมอว่านักวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นเสมือนผู้ผลิตความรู้และประชาชนเป็นผู้นำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้
ยอมรับถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีว่ามีความยืดหยุ่น แต่มีความสำคัญที่มีองค์ประกอบที่มีคุณภาพ ; คือ สามารถเติบโตและพัฒนา ดังเช่น สิ่งที่สอนในวันนี้ พรุ่งนี้อาจไม่ใช่ความหมายเดียวกัน
รู้ว่าปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของบุคคลและบริบททางสังคม อาจมีคำตอบที่ “ถูก” มากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรม การพิจารณาคดีและการดำเนินทางการเมือง
การมองปัญหาของวิทยาศาสตร์กับทางสังคม และสังคมกับหน้าที่ของพลเมือง นั้น ต้องการการสังเคราะห์ความรู้จากสาขาที่แตกต่างกันรวมทั้งธรรมชาติและวิทยาศาสตร์ทางสังคม
ยอมรับเสมอว่า การที่สาขาวิทยาศาสตร์ไม่เป็นที่รู้จักในวันนี้นั้น ก็อาจมีการค้นพบในส่วนที่เป็นส่วนใหญ่และมีความสำคัญ ๆ ที่ได้รับการประกาศในวันต่อมา
ยอมรับว่าปัญหาของวิทยาศาสตร์ทางสังคมโดยทั่วไปจะแก้ไขได้ด้วยการทำงานร่วมกันมากกว่าการกระทำของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง
ยอมรับเสมอว่าการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ทางสังคมที่เร่งด่วนอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่นในภายหลัง

เมื่อมองทั้งในด้านของคำนิยามและคุณลักษณะเฉพาะของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ง่ายว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นด้านญาณวิทยาของการรู้วิทยาศาสตร์อันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ (Roberts, 2007 from Pella และคณะ 1966; Bybee, 1997; Hurd, 1998) นอกจากมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในเอกสารที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ความเท่าเทียมในความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ในมุมมองของชีวิตก็ถูกนำเสนอโดย Lederman (2007) อ้างถึงการศึกษาของ Driver, Leach, Millar และ Scott ที่ได้เขียนว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ด้านประชาธิปไตย ด้านวัฒนธรรม ด้านคุณธรรมและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในมุมมองของชีวิต ลักษณะและความสำคัญทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ได้อธิบายไว้ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสำคัญของการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองของชีวิต 5 ด้าน

คำอธิบายมุมมองของชีวิตในด้านของความสำคัญทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
ด้านการใช้ประโยชน์	ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นในการจัดการเทคโนโลยีและกระบวนการต่างๆ ในชีวิตประจำวัน
ด้านประชาธิปไตย	ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่บอกการตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ทางสังคม
ด้านวัฒนธรรม	รู้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรแก่การยกย่องวิทยาศาสตร์เสมือนเป็นผลผลิตร่วมสมัยของวัฒนธรรมมนุษย์
ด้านคุณธรรม	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาบรรทัดฐานความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของชุมชนรวมถึงความรับผิดชอบทางศีลธรรมที่มีความสำคัญต่อสังคม
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รู้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: ตารางนี้แสดงโครงสร้างพอสังเขปของ Lederman (2007)

สรุป การรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้เพื่อใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศให้เกิดประโยชน์เพื่อความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นการรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและเคารพในความเป็นเอกภาพของโลกโดยตระหนักถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับสิ่งอื่นด้วย ความเข้าใจในแนวคิดหลักและหลักการของวิทยาศาสตร์ อาทิ ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดแบบวิทยาศาสตร์เพื่อบรรลุเป้าหมายส่วนตนและเพื่อสังคม , การควบคุมความสามารถของการคิดทางวิทยาศาสตร์ , พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีล้วนเป็นกิจการของมนุษย์ทั้งสิ้น พร้อมทั้งรู้จุดแข็งและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกประเภทของการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ 1)การรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในทางปฏิบัติ 2) การรู้วิทยาศาสตร์เชิงพลเมืองและ 3)การรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม นอกจากนี้ยังกล่าวได้อีกว่าการรู้วิทยาศาสตร์มี 4 ระดับ ได้แก่ การรู้ระดับปกติ การรู้ระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การรู้ระดับที่เกี่ยวกับแนวคิดหรือกรอบความคิดและกระบวนการขั้นตอน และการรู้ระดับหลากหลายมิติ

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา

สำหรับนักวิทยาศาสตร์ศึกษา คำว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ใช้เพื่ออธิบายจุดตัดของประเด็นที่กล่าวถึงปรัชญา , ประวัติศาสตร์ , สังคมศาสตร์และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ที่พวกเขานำไปใช้กับผลกระทบทางการเรียนการสอนที่อาจเกิดขึ้น เช่น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นขอบเขตของความรู้พื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางแก่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องให้กับนักเรียน

3.1 คุณค่าของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน

Driver et.al. (1996) ได้แนะนำเหตุผลทั้ง 5 เหตุผลที่สนับสนุนการรวมเอาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นเสมือนเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้รวมถึงมุมมองในการนำไปใช้ประโยชน์ว่า “ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็น หากผู้คน

ต้องการสร้างความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และการจัดการวัตถุต่าง ๆ ทางเทคโนโลยีและกระบวนการต่างๆที่พบ…” ซึ่งสิ่งนี้จะเกี่ยวข้องกับมุมมองทางประชาธิปไตยที่ผู้คนต้องเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ “เพื่อสร้างความเข้าใจในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ” และเหตุผลด้านวัฒนธรรมซึ่งความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่จำเป็น “เพื่อให้เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวัฒนธรรมร่วมสมัย” เหตุผลสุดท้ายของ Driver ในการรวมเอาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ “สนับสนุนการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จของเนื้อหาวิทยาศาสตร์”

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักวิจัยหลายท่านกล่าวอ้างว่า ความสำคัญของการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เปรียบเสมือนการส่งเสริมผู้ที่มีความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ร่วมสมัย (Hand et. al., 1999) การเรียนรู้ที่จะเข้าใจธรรมชาติและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เป็นการสืบเสาะกับเทคโนโลยีที่เปรียบเสมือนการออกแบบ โดยรู้ประวัติความเป็นมาของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและสังคมของบุคคล จะทำให้นักเรียนสามารถวิจารณ์สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของตนที่เกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพและประยุกต์ใช้แนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์เหล่านั้น (Hand et .al, 1999) ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ,ตระหนักถึงคุณค่าทางคุณธรรมและจริยธรรม , และการตัดสินใจ (Driver et. al. 1996; McComas; et. al. 2000) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการเปลี่ยนมุมมองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนโดยครูผู้สอนที่มีมุมมองแบบร่วมสมัยทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Lederman, 1998; McComas et. al. 2000).

3.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์นานาชาติ

แนวโน้มของเอกสารที่ได้รับการปรับปรุงในปัจจุบัน ได้มุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (AAAS, 1993; NRC, 1996) สิ่งที่น่าสนใจคือความสำคัญของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาไม่ใช่สิ่งใหม่และได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญโดยนักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์จำนวนมากเมื่อ100 ปี ที่ผ่านมา (Lederman, 1992)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา นักเรียนจำเป็นที่จะต้องเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงความเป็นมาในประวัติศาสตร์และสิ่งกำลังดำเนินไป , และเปลี่ยนแปลงกิจการ มาตรฐานสำหรับประวัติศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการแนะนำให้ใช้ประวัติศาสตร์ในโรงเรียนที่มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เห็นความชัดเจนในลักษณะที่แตกต่างกันของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ,ลักษณะของมนุษย์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาวัฒนธรรมที่หลากหลาย (NRC. 1996)

วิทยาศาสตร์สำหรับชาวอเมริกันทั้งหมดแสดงให้เห็นการแนะนำว่า ความรู้ในรูปแบบ วิธีการทำงานของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นประเด็นสำคัญ ๆ 3 ประเด็น คือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของลักษณะบางส่วนของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้ชี้ชัดในเอกสารนี้ :โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ; แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ;ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ; วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม ; วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ; วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกะ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ และวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์แห่งชาติอังกฤษ (National Curriculum Online. 2006: online) ก็มีแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนหลัก สาระนี้ถูกเรียกว่าแนวคิดและหลักฐาน ซึ่งขั้นตอนหลักทั้ง 4 ที่ควรสอน คือ นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง , ในการประเมินผลและเผยแพร่ว่านักวิทยาศาสตร์มีวิธีการอย่างไรในการถกเถียงสิ่งที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้จากแนวทางที่แตกต่างกันในการตีความหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นแนวทางการทำงานของวิทยาศาสตร์ที่อาจได้รับผลกระทบจากบริบทในสิ่งที่เกิดขึ้น และบริบทเหล่านี้ส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง แม้ว่าแนวคิดจะได้รับการยอมรับหรือไม่ก็ตาม ; เพื่อพิจารณาอำนาจและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม , คำถามทางสังคมและสิ่งแวดล้อม , รวมทั้งชนิดของคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตอบได้และไม่สามารถตอบไม่ได้ , ความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประเด็นด้านจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง

McComas, Clough and Almazroa (2000) ได้ทบทวนคำแนะนำของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บรรจุอยู่ใน เอกสารมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์นานาชาติทั้ง 8 ดังแสดงด้านล่าง ซึ่งคำแนะนำเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่มีความคงทน ก็ยังมีลักษณะที่ไม่แน่นอน
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยสิ่งต่าง ๆ อย่างมาก แต่ไม่ใช่ทั้งหมดโดยสิ้นเชิง ในส่วนที่เกี่ยวกับการสังเกต หลักฐานทางการทดลอง ข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลและความสงสัย
- ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (ดังนั้น จึงไม่มีขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากล)
- วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- กฎและทฤษฎีแสดงมีความแตกต่างกันในด้านวิทยาศาสตร์ดังนั้น นักเรียนควรทราบว่าทฤษฎีไม่ได้กลายเป็นกฎ แม้จะมีหลักฐานเพิ่มเติมก็ตาม
- ผู้คนจากทุกวัฒนธรรมให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์
- ความรู้ใหม่ ๆ จะต้องมีการนำเสนออย่างชัดเจนและตรงไปตรงมา
- นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการบันทึกรักษาข้อมูลที่ถูกต้อง มีการทบทวนและเชื่อถือได้
- การสังเกตเป็นการถูกเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี
- นักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์
- ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นทั้งด้านวิวัฒนาการและการปฏิวัติ
- วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม
- วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน
- ความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางสังคมและประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

3.3 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของไทยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ในประเทศไทยวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความสำคัญ ในสาระการเรียนรู้เรื่อง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหนึ่งในสาระในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา

ความรู้ การแก้ปัญหา , รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถตรวจสอบได้ภายใต้ข้อจำกัดของข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ , เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และมุ่งเน้นไปที่การสืบเสาะ, การแก้ปัญหา , ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ , ทัศนคติรวมทั้งศีลธรรมและจริยธรรม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละปีและแต่ละภาคการศึกษาถูกนำเสนอออกมาทีละอย่าง : นักเรียนจะมีโอกาสที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมที่หลากหลายในทุกสาขาวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความรู้และกระบวนการในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนในแต่ละคนต้องทำโครงงานอย่างน้อย 1 โครงงานก่อนที่จะจบการศึกษาในแต่ละระดับชั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการเรียนรู้ในระดับพื้นฐาน , มาตรฐานสำหรับการเรียนรู้ในระดับที่แตกต่างกันออกไปและกำหนดเนื้อหาสาระแกนกลางสำหรับใช้ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ความหมายและองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายองค์ประกอบซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ , และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (สสวท. 2548)

วิสัยทัศน์ จุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์และผลจากการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในคู่มือเนื้อหาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท. 2548) คือ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์, มีความอยากรู้อยากเห็นและเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว , มีความพยายามและสนุกสนานที่จะศึกษาค้นคว้า ,สืบเสาะหาความรู้ , รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตอบคำถาม , มีความสามารถในการตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล ,สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

จากเอกสารเดียวกัน ยังพบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์นี้ยังมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนานักเรียนให้มีการรู้วิทยาศาสตร์และเป็นผู้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 4 วัตถุประสงค์ โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงนี้ คือ

- ขอบเขตความเข้าใจ , ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- การพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ , ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ, ทักษะการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
- ยอมรับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี , มนุษย์และสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อตนเองและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- เป็นปัจเจกชนที่เป็นผู้ที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สสวท. 2548)

ความพยายามในการตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์นี้ ได้มีการทำให้มีเนื้อหา**สาระ**ใหม่ของวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ขึ้นมา โดยผลที่ได้จากการเรียนรู้ (สสวท. 2548) ถูกกำหนดขึ้นอย่างชัดเจนว่า

นักเรียนควรจะ

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม
- เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- บรรลุวัตถุประสงค์ในด้านที่เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ , ความซื่อสัตย์ , คุณธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- บรรลุวัตถุประสงค์ในด้านที่เกี่ยวกับทักษะการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ นักเรียนควรรู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยทั่วไปมีรูปแบบที่มีความคงที่และสามารถอธิบายและทดสอบได้โดยใช้ข้อมูลและเครื่องมือ อีกทั้งนักเรียนควรสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหา (สสวท. 2548)

การเรียนการสอนกระบวนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับการออกแบบเพื่อเป็นสาระมาตรฐานหลักสำหรับกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ของสาระนี้ควรมุ่งเน้นไปที่ กระบวนการสืบเสาะเพื่อได้มาซึ่งความรู้ ; ด้านปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา ; ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ; ทัศนคติ ; หลักศีลธรรม , คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม ผู้เรียนควรจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทางปฏิบัติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่จะนำไปสู่องค์ความรู้ นอกจากนี้นักเรียนควรมีส่วนร่วมในโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งเรื่องในแต่ละระดับชั้น (สสวท. 2548)

มาตรฐานสำหรับครูผู้สอนในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับครูวิทยาศาสตร์ของไทยในการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2548) โดยมาตรฐานแรก คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งต้องการให้ครูผู้สอน

- เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเนื้อหาและความรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร
- เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะ และปัญหากับกระบวนการแก้ปัญหา
- สามารถใช้ความรู้และความเข้าใจในการสร้างการเรียนรู้จากประสบการณ์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน

เอกสารมาตรฐานการเหล่านี้ ควรจะมีการนำไปใช้ในทางปฏิบัติเพื่อที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายของการศึกษาของประเทศไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นและนำมาตรฐานของการแนะนำในเอกสารเหล่านี้ไปใช้เป็นกรอบและเป้าหมายของการพัฒนาครูต่อไป

สรุป ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เพื่ออธิบายจุดตัดของประเด็นที่กล่าวถึงปรัชญา , ประวัติศาสตร์ , สังคมศาสตร์และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้กับผลกระทบทางการเรียนการสอนที่อาจเกิดขึ้น เช่น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นขอบเขตของความรู้พื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางแก่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องให้กับนักเรียน

4. มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในช่วงสามทศวรรษจาก ปี 1960 ที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนได้ให้การสนับสนุน และส่งเสริมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Robinson, 1968; Moore and Sutman, 1970; Lederman, 1992; McComas et al., 1998; Hand et al., 1999). จากการส่งเสริม , ทำให้มุมมองร่วมสมัยทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง นักวิจัยและนักการศึกษาหลายคนให้เหตุผลเกี่ยวกับมุมมองทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่ามุมมองร่วมสมัยมีความตรงข้ามกับมุมมองแบบดั้งเดิมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กล่าวอ้างว่าครูและนักเรียนควรสร้างความเข้าใจในมุมมองร่วมสมัยเทียบกับมุมมองแบบดั้งเดิมที่มักเกิดความเข้าใจผิดอยู่บ่อยครั้ง (Munby , 1983 ; Abell & Smith , 1994 ; Clough , 1997 ; Hammerich , 1998 ; Haidar , 1999) เพื่ออธิบายมุมมองที่แตกต่างกันทั้งสองมุมมองให้มีความชัดเจน ตลอดจนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแนวคิดและมุมมองที่เกี่ยวกับภูมิหลังทางปรัชญาของมุมมองทั้งสอง

4.1 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

มุมมองแบบดั้งเดิมได้อยู่บนรากฐานของแนวคิดทางปรัชญา 2 แนวคิด คือ แนวคิดสัจนิยม ซึ่งเป็นมุมมองด้านความจริงของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และคำอธิบาย และ แนวคิดประจักษ์นิยม ซึ่งเป็นมุมมองด้านการใช้ความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับความรู้และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตามมุมมองทางปรัชญา มุมมองแรกคือ สัจนิยม ยอมรับว่า “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นการบรรยายความจริงของโลก” (Munby , 1983) หรืออย่างน้อยใกล้เคียงกับความจริงโดยประมาณ (Nagel, 1961; Hung, 1997) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการอธิบายและการทำนายสูง ตลอดจนอ้างถึงสิ่งที่มีอยู่จริงหรือนำเสนอภาพความจริงของโลกได้แม่นยำมากกว่าการตัดสินโดยใช้สามัญสำนึกซึ่งเป็นการตัดสินแบบพื้น ๆ (Hung , 1997) โดยมุมมองนี้ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะได้รับการประเมินภายใต้ความชัดเจนของหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าเป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น (Nagel, 1961) ดังนั้นทฤษฎีเก่าที่ ได้รับการพิสูจน์แล้วว่า ไม่เป็นจริงมักจะถูกสรุปว่าเป็นทฤษฎีที่ผิดและไม่เกิดประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ (Haidar , 1999) นอกจากนี้โครงสร้างทางวิทยาศาสตร์ เช่น อะตอมก็ถูกจินตนาการว่าเป็นจริงทางกายภาพ (Nagel, 1961; Munby, 1983).

สำหรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ แนวคิดประจักษ์นิยม กล่าวว่า “พลังของการรับรู้” เป็นเสมือน “การเก็บรวบรวมอุปกรณ์ที่ใช้ในการได้มาซึ่งความรู้” และ “ประสบการณ์การรับรู้เปรียบเสมือนแหล่งที่มาของความรู้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ” (Hung , 1997) ในมุมมองนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อเท็จจริง , กฎและทฤษฎี ซึ่งถูกอนุมานว่ามีอยู่แล้วในธรรมชาติและนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างองค์ความรู้ขึ้นมา (Hammerich , 1998) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้สอดคล้องกับแนวคิดเชิงประจักษ์มักจะอยู่บนพื้นฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของ Francis Bacon ซึ่งเป็นการหาข้อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้หรือวิธีการอุปนัยและการตั้งสมมติฐานของ Karl Popper’s ซึ่งเป็นวิธีการแบบนิรนัย โดยวิธีการเหล่านี้ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มจากการสังเกต และ/หรือการสร้างสมมติฐานและเปลี่ยนผ่านการจัดหมวดหมู่ , กฎเกณฑ์หรือลักษณะทั่วไป , การทดสอบ และ / หรือ การสรุปผลและการทดสอบผลของการทดลองที่เป็นเชิงประจักษ์ที่ต่อเนื่องมาจากสมมุติฐาน กระบวนการเหล่านี้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ซึ่งสามารถรับประกันความแม่นยำของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เสมือนความจริงของโลกธรรมชาติ (Hung ,

1997 ; Haidar , 1999) มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมนั้น สามารถนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ ได้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 มุมมองแบบดั้งเดิมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบดั้งเดิม
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติและนักวิทยาศาสตร์จะต้องค้นพบทฤษฎีเหล่านี้ • ทฤษฎีเก่าที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นความจริงจะไม่ถูกนักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ **ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์** • ทฤษฎี คือ สมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง เพราะว่าสมมติฐานเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีการทดสอบอย่างชัดเจน หากพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริงจึงจะกลายไปเป็นทฤษฎี
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (เช่น แบบจำลองอะตอม และ แบบจำลองเซลล์ทางประสาทวิทยา) เป็นการเลียนแบบสิ่งที่เป็นจริง เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายให้เห็นถึงถึงความเป็นจริงของแบบจำลองเหล่านั้น
	• กฎทางวิทยาศาสตร์ สามารถทดสอบได้ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความจริง • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการรวมความหมายทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถูกสร้างขึ้นได้จากการสังเกตครั้งแรกเท่านั้น
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ประเมินข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะโดยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ • วิธีการเดียวที่จะทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ • วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน • การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการค้นพบและได้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง • นักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากกฎมีอยู่ในธรรมชาติและนักวิทยาศาสตร์ จะต้องค้นหา
คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ คือ **ผู้**ที่มีเป้าหมายและเปิดใจยอมรับในทุกการกระทำของตน • นักวิทยาศาสตร์มีความมานะอุตสาหะที่จะค้นหาความจริงแท้ที่สัมบูรณ์

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Haidar (1999)

4.2 มุมมองแบบร่วมสมัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มุมมองแบบร่วมสมัย ได้ยึดสองมุมมองทางปรัชญา คือ แนวคิดอุปกรณ์นิยม ซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการอธิบาย ,และแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้นิยมซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักอุปกรณ์นิยม พิจารณาว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และคำอธิบายเป็นเสมือนอุปกรณ์ที่ช่วยให้ทำความเข้าใจโลกหรือ “เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจ" (Munby, 1983; Hung , 1997) เช่นเดียวกับ Nagel (1961) ที่อธิบายว่า “ทฤษฎีเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่มีความเป็นเหตุเป็นผลสำหรับใช้ในการจัดการประสบการณ์ของเราและช่วยจัดกฎการทดลองให้มีระเบียบแบบแผน” ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ถูกเชื่อมเข้ากับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขาใช้ในการคำนวณ , อธิบาย ,หรือทำนาย สัญลักษณ์หรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่อาจเป็นตัวแทนของความเป็นจริง (Hung , 1997) หรือความจริงแท้ที่สัมบูรณ์ได้ (Tobin and Tippins, 1993) จากมุมมองดังกล่าว โครงสร้างทางวิทยาศาสตร์ เช่น อะตอม เป็น “สมมติฐานที่เป็นจริง” (Munby , 1983) หรือ “การสร้างจากสติปัญญา” (Hung , 1997) นอกจากนี้ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถจะเป็นคุณลักษณะที่เป็นจริงหรือเท็จได้ อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์สามารถตัดสินได้จากความเป็นประโยชน์หรือการสามารถเจริญเติบโตหรือพัฒนาได้ และหลักฐานที่เป็นจริง (Nagel, 1961; Hung, 1997) ดังนั้นทฤษฎีเก่าหรือทฤษฎีที่ยังไม่เป็นความจริงยังคงมีความคุณค่าต่อนักวิทยาศาสตร์ , โดยสามารถเปลี่ยนแปลงและถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ที่มีหลักฐานมากขึ้น (Hung, 1997; Haidar , 1999)

แนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้นิยม กล่าวว่า การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ “ทิศทางในการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางสังคมของเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ประกอบด้วยประสบการณ์ของมวลมนุษย์” (Tobin and Tippins, 1993) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์และไม่ได้เป็นเอกเทศจากพวกเขา ความรู้เหล่านี้จะได้รับการยอมรับจากสังคมวิทยาศาสตร์ให้เป็นความรู้ที่สามารถพัฒนาและเติบโตได้ภายใต้หลักฐานที่ชัดเจนที่ได้จากการทดลองและมีความสอดคล้องกับความเข้าใจและประสบการณ์ด้านอื่นๆ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่แน่นอนและสามารถเปลี่ยนแปลงได้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่มีชุดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนที่แน่นอนที่จะสามารถมารับประกันความถูกต้องของความรู้ที่สัมบูรณ์ได้ นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการในการสืบเสาะเพื่อรวบรวมผลลัพธ์ที่เที่ยงตรงของตน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างกันออกไปตามการเปลี่ยนแปลงความต้องการของสังคมและบุคคล (Tobin and Tippins, 1993; Haidar, 1999) มุมมองแบบร่วมสมัยของธรรมชาติของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอรายละเอียดต่างๆ ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 มุมมองแบบร่วมสมัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบร่วมสมัย
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์คิดค้นทฤษฎีต่างๆ ขึ้นเพราะทฤษฎีเหล่านั้นสร้างมาจากจิตใจของพวกเขาเอง • ทฤษฎีมีความเหมาะสมภายในแบบอย่างที่น่าเชื่อถือ ถึงแม้จะเป็นทฤษฎีที่เก่า ล้าสมัย ก็ยังคงเป็นประโยชน์กับนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างความคิดทางวิทยาศาสตร์ • ทฤษฎีหนึ่งได้รับการยอมรับโดยการเชื่อมโยงกับทฤษฎีอื่นๆ ทั่วไปที่ได้รับการยอมรับในสังคมวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่เป็นความจริงของตัวมันเองได้ แบบจำลองเป็นเพียงแค่ความคิดหรือการเดาทางการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพราะว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเห็นสิ่งที่เป็นจริงwfh • กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายส่วนหนึ่งของธรรมชาติ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความเข้าใจในความจริงของเรา ไม่ใช่ความเข้าใจว่าความจริงของสิ่งนั้น ๆ คืออะไร • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างมาจากความหมายทางวิทยาศาสตร์และที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างจากจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ได้
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้เฉพาะหลักฐานเชิงประจักษ์เท่านั้น แต่ยังใช้ทั้งจินตนาการหรือความสร้างสรรค์ด้วย • วิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นได้จากวิธีการเพียงวิธีการเดียวเท่านั้น แต่มีวิธีการอื่นด้วย เช่น การสร้างสรรค์ จินตนาการและการคิดริเริ่ม • นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ • นักวิทยาศาสตร์สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายลักษณะของธรรมชาติ
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	• ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์มีหลายประการ เช่น ความรู้เดิม ตรรกะ ปัจจัยทางสังคม • นักวิทยาศาสตร์ทำงานในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการอธิบายธรรมชาติ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Haidar (1999)

สองมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันนี้ ทำให้บทบาทของครูวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไปด้วย ในมุมมองแบบดั้งเดิม บทบาทของครูคือการจัดการ และถ่ายโอนข้อเท็จจริงของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ส่วนมุมมองร่วมสมัยนั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรช่วยให้นักเรียนสร้างความ

เข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการของการค้นพบมากกว่า การรวบรวมข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Hammerich , 1998)

สรุป มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หมายถึงความคิดเห็น แนวคิดและมุมมองที่เกี่ยวกับภูมิหลังทางปรัชญาของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยแบ่งออกเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

5. วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5.1 วิธีการใช้ประวัติศาสตร์ในการสอน

วิธีการแรก คือ วิธีการใช้ประวัติศาสตร์ในการสอนเป็นการรวมเอาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น The National Science Education Standards (NRC, 1996) and Benchmarks for Science Literacy of America (AAAS, 1993) ได้แนะนำให้ใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม มีหลักฐานจากงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวิธีการใช้ประวัติศาสตร์ในการสอน ที่ไม่สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ Khishfe & Abd-El-Khalick (2002) ในการศึกษาระดับชาติ 2 ระดับใหญ่ๆ ที่มีขอบเขตการศึกษากว้าง ดำเนินการโดย Klopfer & Cooley (1963) and Welch & Walberg (1972) เพื่อประเมินผลอิทธิพลด้านประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา (HOSC) และโครงการฟิสิกส์ของ Harvard (HPP) ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ให้ผลลัพธ์ที่ขัดแย้งกัน Abd-El-Khalick and Lederman (2000) การสำรวจผลกระทบของประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษา จากผลการตอบแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

อีกหนึ่งงานวิจัยของ Irwin (2000) ที่ศึกษาอิทธิพลของวิธีการทางประวัติศาสตร์ในทฤษฎีอะตอมกับความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่ม กลุ่มแรกใช้มุมมองทางประวัติศาสตร์และกลุ่มที่สองใช้มุมมองแบบร่วมสมัย จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ใช้มุมมองทางประวัติศาสตร์มีความเข้าใจโครงสร้างอะตอมที่สรุปจากผลการทดลองน้อยกว่านักเรียนกลุ่มที่สอง นอกจากนี้ Irwin ยังพบว่ากลุ่มทดลองแสดงให้เห็นการขาดความรู้ในเรื่องเนื้อหาซึ่งสัมพันธ์กับกลุ่มเปรียบเทียบ

5.2 วิธีการโดยนัย

วิธีการที่สองนำเสนอโดย Khishfe และ Abd-El-Khalick (2002) นั่นคือวิธีการโดยนัย วิธีนี้ยืนยันว่าจากการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมสืบเสาะและสนับสนุนให้ลงมือปฏิบัติจริงโดยมีกิจกรรมที่มีเป้าหมายในการสืบเสาะ และ/หรือวิธีการที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยขาดการอ้างอิงที่ชัดเจนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

ความพยายามที่จะปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระยะแรกมุ่งเน้นไปที่พื้นฐานของการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ (PSSC) และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ (BSCS) เป็นตัวอย่าง 2 ตัวอย่างของการนำวิธีการโดยนัยไปใช้ ผลกระทบของหลักสูตรเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะอยู่ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยปริยายผ่านการเรียนแบบสืบเสาะและทักษะกระบวนการผสมผสานกัน Lederman (1992)

อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นอย่างต่อเนื่องว่าวิธีโดยนัย ไม่ได้มีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนพัฒนามุมมองทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลระหว่างหลักสูตร , วิทยาศาสตร์กายภาพ (PSSC) และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ (BSCS) ที่พัฒนาขึ้น กับหลักสูตรแบบดั้งเดิม นักวิจัยหลายคนพบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไม่ได้มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความเข้าใจของนักเรียนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้นกว่าหลักสูตรแบบเดิม (Lederman, 1992; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) เช่นเดียวกันกับ Moss et. al., (2001) ที่ได้ศึกษานักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและ ตอนปลาย ที่ให้ความร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการวิจัยเสมือนเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ในตอนท้ายของการได้รับประสบการณ์ พบว่านักเรียนยังคงมีช่องว่างในความเข้าใจธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ Bell et. al., (2003) ได้ศึกษากับนักเรียนมัธยมที่มีความสามารถสูง ซึ่งทำงานร่วมกับผู้ช่วยทางวิทยาศาสตร์ โดยมีระยะเวลาการฝึกฝน 8 สัปดาห์ หลังการทดลอง นักเรียนได้ข้อสรุปว่า กฎได้จากการทดสอบทฤษฎี กฎเป็นข้อเท็จจริง และนักวิทยาศาสตร์ใช้เฉพาะความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการทดลอง

การไร้ประสิทธิภาพของวิธีการโดยนัยในการปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ต่ำกว่าระดับของสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่านักเรียนจะพัฒนาได้โดยอัตโนมัติที่ดีกว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลจากการมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Lederman & Abd-El- Khalick , 1998 ; Schwartz et. al, 2004) . ในอีกแง่หนึ่งอาจเนื่องมาจาก การไม่ได้เจาะจงให้ความสนใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สันนิษฐานได้ว่าคุณค่าและความเข้าใจของนักเรียนจะมีการพัฒนาเหมือนเป็นผลที่ได้จากธรรมชาติของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมSchwartz et .al. (2004)

5.3 วิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิด

วิธีที่สามคือ วิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิด วิธีการนี้จะสนับสนุนการปรับปรุงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น , ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้และควรสอนอย่างบ่งชี้ ชัดเจนมากกว่าที่จะคาดหวังว่าจะเกิดการพัฒนาขึ้นเองตามธรรมชาติจากการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Khishfe และ Abd-El-Khalick , 2002) วิธีการนี้ กล่าวถึงการได้มาซึ่งความรู้บางส่วนในด้านลักษณะทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่า ควรเน้นระหว่างการทำกิจกรรมของพวกเขา Khishfe และ Abd-El- Khalick (2002) ได้อธิบายถึงคุณสมบัติที่สำคัญเกี่ยวกับ แนวความคิดของวิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิดว่าไม่สามารถเน้นย้ำได้ว่าวิธีการนี้ไม่ควรจะทำให้เกิดการสับสนกับการเรียนการสอน อีกทั้งวิธีการสอนแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิด ไม่สามารถจะก่อให้เกิดองค์ประกอบสำคัญจากประวัติศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์รวมทั้งกิจกรรมการสืบเสาะพื้นฐาน

ในการใช้วิธีการสอนนี้ ควรแน่ใจได้ว่า ได้ทำให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในแผนการเรียนการสอนเสมือนเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Schwartz and Lederman, 2002; Schwartz et. al., 2004). ครูควรแนะนำหัวข้อหรือประเด็นของลักษณะด้านต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน จากนั้นให้โอกาสนักเรียนได้สะท้อนให้เห็นลักษณะต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งโอกาสที่จะสะท้อนลักษณะทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ในบริบทของวิทยาศาสตร์ที่ใช้กิจกรรมเป็นฐาน , เนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือตัวอย่างทางประวัติศาสตร์ที่พวกเขากำลังเรียนรู้ (Abd - El- Khalick , 2001 ; Khishfe และ Abd - El- Khalick , 2002) ในการอ้างถึงหลักฐานที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของการสะท้อนความคิด , Bell et. al, (2003) ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความสามารถสูง ที่เข้าร่วมในโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่ามีเพียงนักเรียนที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกในความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความกระตือรือร้นในการสะท้อนประสบการณ์ในสาขาวิชาของตนและพยายามที่จะเชื่อมโยงให้เกิดความน่าเชื่อถือระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับประสบการณ์ที่มีอยู่ ในทำนองเดียวกันนั้น Schwartz et. al, (2004) , ได้ศึกษากับครูฝึกประสบการณ์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมในการวิจัยเพื่อความชำนาญในวิชาชีพ โดยพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยที่เขียนบันทึกสะท้อนให้เห็นถึงประสบการณ์การวิจัยของพวกเขา ได้แสดงให้เห็นความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตอนท้ายของหลักสูตร

นักวิจัยส่วนใหญ่พบว่าวิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูมากกว่าวิธีการโดยนัย (Abd - El- Khalick และ Lederman , 2000) ยกตัวอย่างเช่น Abd - El- Khalick et.al., (1998) และ Akerson et. al, (2000) ที่ใช้กิจกรรมการสอนตามวิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของครูผู้สอนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลของวิธีการนี้ส่งผลให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่ถูกต้องที่เป็นคุณลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิดส่วนใหญ่ที่ชี้นำการใช้ของครูผู้สอนเป็นประเด็นหรือหัวข้อ , จากหลักฐานที่รวบรวมไว้ แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถปรับปรุงส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นได้ Khishfe &Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิดเปรียบเทียบกับการสืบเสาะโดยใช้วิธีการโดยนัยที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ศึกษาหรือกลุ่มที่ใช้วิธีการแบบบ่งชี้ มีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้และมีการอภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับลักษณะด้านต่างในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบหรือกลุ่มที่ใช้วิธีการโดยนัยก็มีความสนใจในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เช่นกัน แบบสอบถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ถูกนำมาใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งใช้เวลาสองเดือนครึ่งในการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การถามคำถามที่พยายามดึงเอาการเชื่อมต่อระหว่างกิจกรรมและลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ผลที่ได้นี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นโดยสัญชาตญาณ ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ได้โดยอัตโนมัติผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความรู้ที่เกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ผลที่ได้จากวิธีการสอนที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดที่ต้องการใช้วิธีการ เรียนการสอนแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิด เช่นเดียวกันกับ Khishfe & Lederman (2006) ที่ได้สำรวจโดยใช้วิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ภาวะโลกร้อน โดยใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์และ Khishfe (2008) สำรวจผลกระทบของวิธีการนี้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่สิ่งมีชีวิต และหน่วยประชากรและระบบนิเวศ เป็นเวลา 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับกลุ่มที่สนใจศึกษา

สรุป วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการสอนที่ครูผู้สอนใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเภท ได้แก่ 1) วิธีการใช้ประวัติศาสตร์ในการสอน คือ วิธีการใช้ประวัติศาสตร์ในการสอนเป็นการรวมเอาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) วิธีการโดยนัย วิธีนี้ยืนยันว่าจากการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมสืบเสาะและสนับสนุนให้ลงมือปฏิบัติจริงโดยมีกิจกรรมที่มีเป้าหมายในการสืบเสาะ และ/หรือ วิธีการที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยขาดการอ้างอิงที่ชัดเจนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน และ 3) วิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิด วิธีการนี้จะสนับสนุนการปรับปรุงความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น , ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้และควรสอนอย่างบ่งชี้ ชัดเจนมากกว่าที่จะคาดหวังว่าจะเกิดการพัฒนาขึ้นเองตามธรรมชาติจากการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

6. วิธีการการสอนแบบบ่งชี้

เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีหลายคุณลักษณะที่ได้รับการยอมรับซึ่งครูควรพินิจพิจารณาเพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

6.1 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการเรียนการสอนทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6.2 การจัดการเรียนการสอนที่บ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

6.3 มุมมองแบบร่วมสมัยทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมุมมองการสรรค์สร้างความรู้ของการเรียนรู้

6.4 ปัจจัยด้านการเรียนการสอนที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6.1 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการเรียนการสอนทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เพื่อที่จะส่งเสริมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรมีการกำหนด พิจารณาจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนอย่างชัดเจนในทุกระดับของการดำเนินงานตามหลักสูตร (Robinson, 1968; Lederman, 1998; 1999) ความสำคัญของจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียน

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรได้รับการพิจารณาในทุก ๆ ด้านของหลักสูตรและการเรียนการสอน (Lederman, 1998)

เพราะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนได้รับการพิจารณาแล้วว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ จึงได้รับการสนับสนุนให้เป็นเป้าหมายร่วมสมัยของวิทยาศาสตร์ศึกษา ความเข้าใจนี้จะช่วยในการเพิ่ม “ความเข้าใจในภาพรวมของวิทยาศาสตร์” (driver, et .al . , 1996) นักเรียนที่มีความเข้าใจในภาพรวมของวิทยาศาสตร์จะเห็นคุณค่าของการกล่าวอ้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านอำนาจและข้อจำกัด และความตระหนักในคุณค่าซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรับมืออย่างเหมาะสมกับผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในฐานะพลเมืองที่มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ ในระบอบประชาธิปไตยแนวใหม่ (driver , et .al . , 1996)

ครูควรให้ความสำคัญกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านแนวคิดของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากความคิดเกี่ยวกับโลกตามธรรมชาติ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ , แนวคิดหรือหลักการ) (Driver et. al., 1996) ความคิดเหล่านี้ถือเป็น ความเชื่อทางญาณวิทยาของนักเรียนที่มีผลต่อใจและกายในการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น “นักเรียนคนใดที่ยอมรับว่าเมื่อเวลาผ่านไปทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ย่อมมีการเปลี่ยนแปลง มีแนวโน้มที่จะประเมินทฤษฎีด้วยการมองอย่างวิเคราะห์” (Ormrod , 2000)

ครูควรตระหนักเสมอว่าผลลัพธ์ที่ได้เหล่านี้จะต้องมีการวางแผนและพิจารณาในระหว่างการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ทุกหน่วยการเรียนรู้ , บทเรียนและกิจกรรม ตลอดจนมีการจัดการเรียนการสอนและติดตามประเมินผลระหว่างการดำเนินงานของพวกเขาอย่างชัดเจน(Lederman , 1998 ; 1999)

โดยทั่วไปแล้ว มีมุมมองเกี่ยวกับความคิดและการใช้เหตุผลที่สำคัญ, **หรือคำถามด้านญาณวิทยา** หรือประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ตรงข้าม**กัน**อยู่ 2 มุมมอง (Matthews, 1997) โดยตัวธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีความซับซ้อนและไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งเห็นได้จาก**รากฐานทาง**ปรัชญา จึงไม่มีใครอ้างได้ว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นจริง” (Cleminson, 1990; Akerson et. al., 2000) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูจึงไม่ใช่การนำเสนอความคิดเห็นของครูผู้สอนในด้านใดด้านหนึ่งของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะให้นักเรียนเห็นด้วยกับความคิดของตน แต่ควรให้นักเรียนได้คิด , เข้าใจและนำไปสู่ความสนใจลักษณะต่าง ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Matthews, 1997)

นอกจากนี้ยังมีการถกเถียงว่าเป้าหมายของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนา ,ในส่วนของนักเรียนควรให้มี “เสรีภาพทางความคิด” (Matthews,1997) หรือ “ความเป็นอิสระทางความคิด”(driver , et al . , 1996) ในการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าเพราะเหตุใดความคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นเหตุและผลมากกว่าการยอมรับโดยง่าย นักเรียนต้องมีเหตุผลที่เพียงพอและแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่พวกเขาเชื่อได้ (Matthews, 1997) นอกจากนี้นักเรียนควรมีทักษะในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ (Driver et .al., 1996)

ดังนั้นบทบาทที่สำคัญของครูคือ เตรียมการหรือจัดหาให้นักเรียนได้มี “แหล่งข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อใช้ในการตัดสินความจริงแท้ของความรู้ที่เป็นอิสระจากคนอื่นๆ “(Driver et .al., 1996; Matthews, 1997)”

6.2 การจัดการเรียนการสอนที่บ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่หลายจุด ดังนั้น เมื่อจะทำการออกแบบ , วางแผนการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ ครูผู้สอนจะต้องตระหนักถึงสิ่งต่อไปนี้

6.2.1 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรครอบคลุมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั้งหมดเนื่องจากโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษายังไม่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับญาณวิทยา (ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์) (Meyling , 1997)

6.2.2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงและการปฏิบัติงาน เช่น การมีส่วนร่วมในการค้นพบ ; มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ , กิจกรรมการสืบเสาะที่มีกิจกรรมเป็นฐานหรือการเรียนการสอนแบบทักษะกระบวนการ ; การมีประสบการณ์จริงในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ , มีส่วนร่วมกับกิจกรรมทางห้องปฏิบัติการหรือการใช้ตำราในการทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงพอต่อนักเรียนในการที่จะพัฒนาให้เขามีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Robinson, 1965; Hodson, 1985; Lederman, McComas, and Matthews, 1998)

ความกังวลในเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้นในด้านที่เกี่ยวกับสมมติฐานหรือข้อสันนิษฐานที่จะระบุหรือชี้ชัดถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกระบวนการสืบเสาะและมุมมองทางวิทยาศาสตร์ ว่า “มีประสิทธิภาพและเป็นที่รู้จัก , กระบวนการสืบเสาะที่สามารถเรียนรู้และนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในบริบทอื่นๆ ทั้ง บริบทที่เป็นวิทยาศาสตร์และบริบทที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์” (Driver et. al., 1996; Matthews, 1997) ข้อสมมติฐานนี้ยังอ้างถึงการเรียนรู้และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า , นักเรียน “จะสามารถถ่ายโอนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่ ที่จะทำให้ตระหนักในประสิทธิภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (Driver et .al., 1996; Matthews, 1997) ซึ่งยังเป็นข้อถกเถียงของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยมีการตั้งคำถามอย่างน้อย 2 ประเด็น เกี่ยวกับข้อสันนิษฐานนี้

ประเด็นแรกเป็นเรื่องเกี่ยวกับมุมมองของรากฐานทางปรัชญาภายใต้กระบวนการที่จะทำให้เข้าถึงหรือหรือวิธีการการค้นพบเพื่อใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา กล่าวว่า วิธีการเหล่านี้ไม่สามารถนำเสนอลักษณะที่เหมาะสมของธรรมชาติในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น , วิธีการในการค้นพบที่ต้องอาศัยเพียงการอนุมาน (Hodson, 1985) , กระบวนการเข้าถึงที่ขาดการพรรณาถึงความสำคัญของกรอบแนวคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการสืบเสาะหาหลักฐานเชิงประจักษ์ (Driver et. al., 1996) ดังนั้น อาจทำให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม

ประเด็นที่สองคือ ความกังวลเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนในการที่จะสร้างหรือทำให้เกิดความสัมพันธ์กันของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมการสืบเสาะและการนำแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน Hodson (1985) ได้แย้งว่า “นักเรียนอาจค้นพบข้อมูลพื้นฐานง่าย ๆ จากกิจกรรม แต่ไม่สามารถค้นพบกรอบแนวคิดทฤษฎีที่จะใช้ในการจำแนกหรืออธิบายสิ่งที่พวกเขาค้นพบได้ ” Driver et .al., (1996) ยังถกเถียงว่า หลักฐานเชิงประจักษ์ที่มาสนับสนุนแนวความคิดที่เป็นทักษะกระบวนการทั่วไป ไม่เพียงต่อการถ่ายโอนไปสู่ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในภาพรวมได้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในภาพรวมมีความซับซ้อนมากเกินกว่าที่จะได้รับการสอนโดยนัยได้ ข้อโต้แย้งเหล่านี้ได้รับ การยืนยันจากหลักฐานเชิงประจักษ์ของ Meichtry (1992) ซึ่งเป็นผู้ที่พบว่านักเรียนไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่พวกเขาได้

เรียนรู้แล้วเกี่ยวกับลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเขาเองได้ ถ้าหากหลักสูตรและครูผู้สอนไม่ได้ไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านี้ให้พวกเขาได้เห็นโดยตรง

จากการทบทวนวรรณกรรมของวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัย รวมถึงกลวิธีต่างๆ ของการสอน เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ , การลงมือปฏิบัติจริง , การสืบเสาะที่มีกิจกรรมเป็นฐาน , และการเรียนการสอนที่เน้นทักษะ กระบวนการร่วมกัน, Lederman (1998) ได้สรุปว่า “เราอย่าไปคิดเอาเองอีกต่อไปว่า นักเรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการ “ปฏิบัติ” ทางวิทยาศาสตร์ที่มีกิจกรรมสืบเสาะเป็นฐาน นอกจากนี้ Lederman และ Abd-El-Khalick (1998) ยังกล่าวว่า “นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดยง่ายดายเพียงผ่านการลงมือปฏิบัติในการสืบเสาะหรือการตรวจสอบหาความจริง ”

6.2.3 นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนได้ตั้งข้อสังเกตว่า นักเรียนจำเป็นต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่สะท้อนถึงแนวคิดธรรมชาติของการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เพื่อพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Hodson, 1985; Meichtry, 1992; Lederman, 1998; Lederman, McComas, and Matthews, 1998)

แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรมีการกำหนดให้ชัดเจนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และควรมีความสมดุลของเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ และได้รับการพิจารณาว่าเป็นบริบทสำหรับเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ ด้วย (Lederman , 1998)

จากการถกเถียงเกี่ยวกับวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ **กลยุทธ์**การเรียนรู้บนพื้นฐานของการเรียนรู้จากการทำการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ , การลงมือปฏิบัติ ,การเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็นฐาน และการปฏิบัติงานอื่นๆ ยังคงมีประโยชน์ อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ ควรรวมเอากิจกรรมอื่นหรือการอภิปรายที่ช่วยส่งเสริมการสะท้อนด้านญาณวิทยาหรืออภิปัญญา เมื่อพบว่านักเรียนไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเองได้ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่ชัดเจนของเนื้อหาวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนแก่นักเรียน ((Meichtry, 1992; Meyling, 1997; Michaels & Bell, 2003) การรวมตัวกันนี้จะเน้นการชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนและสะท้อนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เน้นในระหว่างการปฏิบัติงาน นอกจากนั้นนักเรียนควรจะมีโอกาสในการอภิปรายถึงความหมายโดยนัยของลักษณะดังกล่าวในแนวทางที่เขามีมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1998)

6.3 มุมมองแบบร่วมสมัยทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมุมมองการสรรค์สร้างความรู้ของการเรียนรู้

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยจากแง่คิดของปรัชญาในด้านจิตวิทยา และมุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ จากแง่คิดของปรัชญาด้านจิตวิทยา ได้รับการพิจารณาว่าเป็นรากฐานของเหตุผลและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มากมายที่มีเป้าหมายร่วมสมัยระดับชาติในการรู้วิทยาศาสตร์ (Meichtry, 1992; AAAS, 1994; Hand et. al., 1999) จากความแตกต่างของสองมุมมองนี้ได้มีการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนและวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์และความสอดคล้องกัน โดย Cleminson (1990) โดยในตารางที่ 6 จะแสดงให้เห็นข้อสรุปของสมมติฐาน และเปรียบเทียบระหว่างสองมุมมอง

จากสมมติฐานที่สอดคล้องกันเหล่านี้ , การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจึงเหมาะกับรูปแบบ การเรียนรู้และการเรียนการสอนสอนของมุมมองแบบสรรค์สร้างความรู้ การผสมผสานวิธีการสอนเหล่านี้อาจทำได้โดยการสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านรูปแบบการเรียนการสอนของมุมมองแบบสรรค์สร้างความรู้ เช่นเดียวกับการใช้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด ซึ่งเชื่อว่าสิ่งเหล่านี้จะเป็นการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะช่วยให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ (Cleminon, 1990; Clough, 1997; Monk and Osborne, 1997; Hammerich, 1998; Loving, 1998b; Ormrod, 2000).

ตาราง 6 สมมติฐานที่สอดคล้องกันของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย	**มุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้**
1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้และไม่เคยแสดงให้เห็นว่าเป็นความจริงแท้ได้ เป็นการยอมรับมุมมองที่สอดคล้องกันของนักวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งและมีสถานะเพียงชั่วคราวเท่านั้น	ความรู้ทางกายภาพของโลก พัฒนาจากต้นกำเนิดแนวคิดและทฤษฎีทั้งที่เป็นส่วนตัวและสังคม นี้ ถูกสร้างขึ้นมาโดยยังคงมีสถานะชั่วคราวไปจนกว่าจะมีการเพิ่มประสบการณ์หรือการเรียนการสอนขึ้น จึงอาจมีการปรับปรุงแนวคิดเหล่านั้น
2.การสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถก่อให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากสัญชาตญาณ แต่เป็นการมองโลกผ่านมุมมองของทฤษฎีที่สร้าง ขึ้นจากความรู้เดิม ซึ่งไม่มีคำนิยามที่ชัดเจนระหว่างการสังเกตและการลงข้อสรุป	มุมมองการสร้างความรู้ส่วนบุคคลเกี่ยวกับโลกทางกายภาพก่อให้เกิดผลต่อการสังเกตโลกของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์สร้างมุมมองทฤษฎีของตนและกำหนดว่าสิ่งใดเป็นการสังเกตและสิ่งใดเป็นการลงข้อสรุป
3.องค์ความรู้ใหม่ในสาขาวิทยาศาสตร์เกิดจากการสร้างสรรค์ เป็นการจินตนาการที่สัมพันธ์กับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องส่วนบุคคลและเป็นกิจกรรมของที่กว้างขวางของมนุษย์	การเรียนรู้แนวความคิดใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์มากไปกว่าการนำวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ แต่ยังต้องการ “การเปลี่ยนแปลงของทฤษฎีที่สามารถประสบผลสำเร็จเช่นกาลิเลโอ” เช่นกันกับความต้องการความคิดสร้างสรรค์ที่มีบทบาทของการจินตนาการด้วย

ตาราง 6 สมมติฐานที่สอดคล้องกันของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ (ต่อ)

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย	มุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้
4. การได้มาซึ่งความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่แน่นอนและมีความยาก ในขณะที่การละทิ้งความรู้เดิมที่มีอยู่และถูกพิสูจน์ให้เห็นว่าผิดก็มักจะเกิดขึ้นด้วยความไม่เต็มใจ	การเรียนรู้แนวความคิดใหม่ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นปัญหาและมีความยาก เช่นเดียวกับการละทิ้งความรู้เดิม แม้จะเป็นความรู้ที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ก็ยังมีความยากลำบากและอาจจะทำได้ได้เพียงผิวเผิน
5. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโลกที่พวกเขาเป็นส่วนหนึ่ง ไม่ใช่ โลกที่เป็นส่วนหนึ่งของพวกเขา	เราทุกคนมีแนวคิดเกี่ยวกับกายภาพของโลก ไม่ว่าจะ สอดคล้องกับรูปแบบของวิทยาศาสตร์หรือไม่ ดังนั้น พวกเขาจึงจำเป็นต้องให้ความหมายของประเด็น / หัวข้อ แก่เรา โลกและแนวคิดของเราจึงเชื่อมโยงกัน

ที่มา: ปรับปรุงจาก Cleminson (1990)

ครูสามารถจัดการเรียนการสอนโดยยึดมุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้างและเปลี่ยนมุมมองที่ยังขาดประสบการณ์ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ “รูปแบบการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิด” (Meichtry, 1992) ครูผู้สอนควรประเมินความรู้เดิมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีและใช้เป็น “เครื่องมือการวินิจฉัยในการออกแบบกลยุทธ์ การเรียนการสอน” (Meichtry, 1992) กรอบทางเลือกของนักเรียน , แนวคิดเกี่ยวกับ “การตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน” และ “กระบวนการสร้างแบบประเมินระหว่างเรียน” ควรนำมาพิจารณา เพื่อใช้ในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Monk and Osborne, 1997) ครูผู้สอนควรพิจารณาและใช้คำถามทางญาณวิทยา “เรารู้ได้อย่างไร” ในการสอนด้วย (Monk and Osborne, 1997

เพื่อที่จะเปลี่ยนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน Clough (1997) ได้แนะนำหลักสูตรการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของมุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้โดยใช้วิธีการดึงเอามุมมองของนักเรียนและการให้เหตุผลออกมา , ตามมาด้วยกิจกรรมที่ต่างกัน, การอ่านบทความและการอภิปรายในชั้นเรียนตลอดทั้งหลักสูตร Clough ได้แนะนำสองแนวทางที่ช่วยปรับปรุงแนวคิดของนักเรียนทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบริบทของเนื้อหาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวทางแรกคือการใช้กิจกรรมการทดลองแบบเปิดเพิ่มขึ้นร่วมกับการจดบันทึกและการอภิปรายร่วมกันภายหลังจากทำการทดลอง แนวทางที่สองคือการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์จากการอ่านงานที่ได้รับ

มอบหมาย , เกร็ดความรู้ทางประวัติศาสตร์และตำราเรียนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังสามารถเน้นโดยตลอดในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยยึด the Cortes' Multicultural Empowerment Model and Wittrock's Generative Science Teaching Model (Loving, 1998b).

จากพื้นฐานของมุมมองด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการก่อตั้งจากสังคม , ผ่านการตรวจสอบสอบความเที่ยงตรง , และการสื่อสารของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ Driver *et al*. (1994) ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งกระบวนการส่วนบุคคลและสังคม โดยมุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ของสังคมนั้น ครูจะมีบทบาทในการจัดเตรียมหรือจัดหา "หลักฐานทางประสบการณ์ที่เหมาะสมเพื่อสร้างเครื่องมือทางวัฒนธรรมและจัดการประชุมประชาคมนักวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน" (Driver *et al.*, 1994) นักเรียนควรมีโอกาสที่จะได้เรียนรู้แนวคิด , สัญลักษณ์ และการประชุมประชาคมนักวิทยาศาสตร์โดยเข้าร่วมในรูปแบบของกลุ่มบรรยายหรือปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมเช่นเดียวกับความมีเหตุมีผลของแต่ละบุคคลในการเผยแพร่แนวความคิดใหม่ โดยนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนซึ่งคอยนำเสนอความคิดใหม่หรือเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมทั้งให้การสนับสนุนและคำแนะนำต่างๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจสิ่งเหล่านี้ได้ด้วยตัวเอง

สรุป วิธีการการสอนแบบบ่งชี้ หมายถึง วิธีการที่จะช่วยในการเสริมสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายคุณลักษณะที่ครูผู้สอนควรพิจารณาเพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการเรียนการสอนทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2)การจัดการเรียนการสอนที่บ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ 3)มุมมองแบบร่วมสมัยทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมุมมองการสรรค์สร้างความรู้ของการเรียนรู้ และ 4)ปัจจัยด้านการเรียนการสอนที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

7. การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา

ในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ครูผู้สอนต้องพิจารณาถึงลักษณะการคิดของนักเรียน ซึ่งลักษณะเหล่านี้แตกต่างกันไปตามพัฒนาการทางด้านจิตใจของนักเรียน ในระยะแรก (5-7 ปี) นักเรียนมักจะ "กระทำการใด ๆ เพื่อดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าจะไปคิดในสิ่งนั้นๆ" (Harlen , 2002) ในวัยนี้นักเรียนจะมองสิ่งต่างๆ เพียงด้านเดียว , มุ่งเน้นไปที่ลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือแง่มุมใดแง่มุมหนึ่งของวัตถุประสงค์หรือสถานการณ์หนึ่งๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นเท่านั้น , ระบุลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้เพียงบางส่วนและมีแนวคิดที่จำกัดในการให้เหตุและผล (Harlen, 2002) นักเรียนที่มีอายุมากขึ้น (8-10 ปี) สามารถ "เข้าใจกระบวนการง่ายๆในภาพรวมได้ " (Harlen , 2002) และเข้าใจถึงกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงและจัดลำดับความคิดได้ ตลอดจนสามารถพิจารณาผลกระทบได้มากกว่าสองด้านซึ่งอาจต้องใช้ในการตัดสินผลที่เกิดจากการกระทำ , สามารถเชื่อมโยงสาเหตุทางกายภาพไปยังผลที่จะเกิดขึ้นและสามารถมองเห็นแนวคิดของสิ่งต่างๆ ในอีกแง่มุมหนึ่งได้ อย่างไรก็ตามนักเรียนในวัยนี้ยังคงมีข้อจำกัดทางความคิด คือสามารถคิดได้เฉพาะสิ่งที่รู้จักคุ้นเคย และ "ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือประสบการณ์ตรงเมื่อได้รับความรู้ใหม่" ความคิดของนักเรียนขึ้นอยู่กับความประทับใจเป็นอย่างมากในสิ่งที่เขาเห็น นอกจากนี้ "นักเรียนอาจจะสามารถ

ตรวจสอบผลกระทบของตัวแปรที่มีเพียงหนึ่งตัว แต่ถ้ามีการดำเนินการร่วมกันของสองตัวแปร ก็ไม่แน่ว่าผลกระทบอาจถูกแยกออกจากกัน" (Harlen, 2002)

กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนในระยะแรก ควรจะเป็นกิจกรรมง่าย ๆ เป็นกิจกรรมพื้นฐานที่ใช้ประสาทสัมผัสของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เช่นการมอง การสัมผัสด้วยมือ และการใช้ประสาทสัมผัสอื่นๆ กับวัสดุที่เก็บรวบรวมมาและนำมาใช้ในห้องเรียน ; การเฝ้าดูและสังเกตสิ่งที่อยู่ในสภาพธรรมชาติในบริเวณใกล้เคียง นักเรียนสามารถทำการสำรวจง่ายๆ เช่น การจำแนกประเภท การระบุ และการสำรวจ โดยครูสามารถซักถามเพื่อให้นักเรียนได้พูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่ได้สังเกต และในบางครั้งครูผู้สอนอาจสนทนาซักถามเพื่อบันทึกสิ่งที่สนทนากัน เช่น "รูปภาพและแบบจำลอง รวมทั้งคำพูดที่นักเรียนพยายามจะอภิปรายถึงสิ่งที่ตนสังเกตเห็น" (Harness , 2002) ส่วนกิจกรรมสำหรับนักเรียนที่อายุมากกว่านั้น ก็สามารถทำให้กระบวนการมีความซับซ้อนมากขึ้นได้ เช่นการใช้ "สิ่งของและเหตุการณ์ที่มีขอบเขตกว้างขึ้นในให้นักเรียนทำการสังเกต รวมทั้งการสร้างความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่" (Harlen , 2002) ในการให้ภาระงานต้องมีการสังเกตรายละเอียดและลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างใกล้ชิดของและค้นหารูปแบบหรือ ความสัมพันธ์ในการสังเกต ครูสามารถใช้กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรง, การสำรวจ การจำแนก และการระบุกับนักเรียนในระดับนี้ อีกทั้งนักเรียนยังสามารถทำการทดลองและการสำรวจตรวจสอบง่ายๆ เกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งของบางอย่าง หรือระบบของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรในระบบในขณะที่กำลังเก็บรักษาสิ่งอื่นที่คล้ายกัน นอกจากนี้ นักเรียนสามารถเผชิญหน้ากับปัญหาที่ต้องมีการเปรียบเทียบระหว่างวัตถุหรือวัสดุเหล่านั้น ซึ่งครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายามอธิบายถึงวิธีการทำงานของสิ่งต่าง ๆ และพยายามค้นหาคำตอบเพื่อตอบคำถามของตนเองอย่างเป็นระบบและควบคุมให้มีการตรวจสอบได้ (Harlen , 2002)

การจัดให้มีการเรียนการสอนธรรมชาติของในโรงเรียนประถมศึกษา นิวตัน (2000) ชี้ให้เห็นว่าครูควร ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสมดุล นักเรียนควรเข้าใจวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการของการคิดและการทำงาน , เป็นผลผลิตขององค์ความรู้, ในส่วนของมนุษย์เรา , วิทยาศาสตร์เป็นองค์กรของมนุษย์ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตลอดกับการดำรงชีวิต กิจกรรมต่าง ๆ เช่น "การทำงานที่เหมือนนักวิทยาศาสตร์" (นิวตัน, 2000) เมื่อใดที่นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในกระบวนการของวิทยาศาสตร์ จะสามารถทำลายภาพที่ประทับอยู่ในความทรงจำที่ขาดประสบการณ์ต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ ครูผู้สอนยังสามารถนำเสนอประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนได้ โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เน้นให้มีนักเรียนมีภาพประทับของนักวิทยาศาสตร์ในบางส่วนที่เป็นความจริงและมีความหลากหลายของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนในระดับประถมศึกษายังมีศักยภาพในการอภิปรายถึงประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือประเด็นที่ขัดแย้งที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคม , คุณธรรมและหลักศีลธรรม ครูผู้สอนสามารถใช้หนังสือสำหรับเด็ก นิทานและบทกวีเพื่อแนะนำการอภิปรายดังกล่าว และนำไปสู่การอภิปรายแนวคิดในการทดลอง, การสำรวจตรวจสอบ , ความเที่ยงตรงของหลักฐาน , การยอมรับและสร้างทางเลือกทางคุณค่าและความเชื่อที่หลากหลาย (Newton, 2000).

นักเรียนในระดับประถมศึกษามีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่จำกัด ,มีข้อจำกัดของนามธรรมและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสมมุติฐานรวมทั้งความสามารถในการแยกและควบคุมตัวแปร อย่างไรก็ตาม การสร้างความสนใจด้วยการทดลองง่ายๆ ให้แก่นักเรียนนั้น ต้องมุ่งเน้นไปที่การอธิบายถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติ "ครูสามารถถ่ายทอดข้อความที่ให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์มีการดำเนินการอย่าง

ต่อเนื่อง , กระบวนการที่เป็นพลวัตในการไขปริศนาที่ลี้ลับของโลก" (Ormrod , 2000) สิ่งที่สำคัญคือ ครูควรให้ "รากฐานแนวความคิดที่ดี " แก่นักเรียนเพื่อสร้างการทดลองและการตีความที่มีความหมาย

ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งที่ครูควรเน้นให้กับนักเรียนในระดับนี้คือ "การเคารพในหลักฐาน" Harlen , 2002) ซึ่งนักเรียนมักจะมีแนวโน้มที่จะเพิกเฉยต่อหลักฐานที่ขัดแย้งกับสมมติฐานและมองหาเพียงหลักฐานที่ยอมรับสมมติฐานของตน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาทั้งหลักฐานที่ยอมรับและปฏิเสธสมมติฐานของตน (Ormrod , 2000; Harlen , 2002) โดยครูผู้สอนอาจสนทนาซักถามเพื่อให้นักเรียนมีคำถามที่หลากหลาย เช่น "ฉันเห็นอะไรบ้างที่สนับสนุนสมมติฐานของฉัน หรือฉันเห็นอะไรบ้างที่ขัดแย้งกับสมมติฐานของฉัน" (Ormrod , 2000)

โดยสรุปแล้ว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ถ้าครูผู้สอนได้พินิจพิจารณาถึงลักษณะวิธีการคิดของนักเรียนในแต่ละระดับอายุ , กิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน , คุณลักษณะของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปและข้อเสนอแนะบางอย่างจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นเพื่อที่จะพัฒนาความเข้าใจของครูผู้สอนโรงเรียนประถมศึกษาและการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั้งหมดในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั้นต้องมีลายลักษณ์อักษรที่สื่อความหมายชัดเจนแก่ครูผู้สอนเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูต่อไป

7.1 ความพยายามในการพัฒนาความเข้าใจและการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

ครูเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความพยายามที่จะประเมินและพัฒนาความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านแนวคิดและการจัดการเรียนการสอน เป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)

เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพเพื่อส่งเสริมให้ครูเข้าใจในแนวคิดที่เหมาะสมทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอน สิ่งสำคัญที่ต้องทบทวนมีดังนี้

1. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน
2. สมมติฐานและหลักการที่ชี้นำความรู้ของครูตลอดจนการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ลักษณะของโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาความเข้าใจและการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

7.2 บทบาทของครูในด้านการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แม้ว่าหลักสูตรจะมีบทบาทที่กว้างขวางและมีความสำคัญในการศึกษา มีหลักฐานที่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญว่าครูผู้สอนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการเปลี่ยนแปลงการศึกษา (Duffee. Aikenhead & 1992) และครูผู้สอนในโปรแกรมที่เป็นแบบอย่างเป็นเพศชาย

ครู เป็นผู้ที่แปลความหมายของหลักสูตรที่เป็นลายลักษณ์อักษรให้เป็นรูปแบบที่พร้อมประยุกต์ใช้ในห้องเรียนและตัดสินว่า จะเรียนอะไร เรียนอย่างไรและทำไมจึงต้องเรียน ตามที่ Eisner (1985) ได้เขียนไว้

ว่า “ในการวิเคราะห์ครั้งสุดท้าย สิ่งที่ครูทำในห้องเรียนและประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับคือกระบวนการในการศึกษา ” ในความเป็นจริง, หลักสูตรถูกกล่าวอ้างว่าเป็นเพียงห้าเปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนในการเรียนรู้ของนักเรียน (Welch. 1979) ในขณะที่ความเชื่อของครูผู้สอน , ความรู้และการฝึกฝนเป็นตัวแทนส่วนใหญ่ของประสบการณ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน (Smith. 1980)

7.2.1 บทบาทด้านพฤติกรรมทางวาจาของครู รูปแบบ ในการสื่อสารหรือการพรรณาลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มีการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนกับครูที่ใช้คำพูดในการพรรณาถึงมุมมองที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ก็มีแนวโน้มที่จะมีมุมมองความจริงของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นพฤติกรรมทางวาจาของครูบ่งบอกอย่างชัดเจนถึงมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีผลต่อการก่อสร้างแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นกัน (McComas, et al. ,2000).

สรุปว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสอนได้ โดยยึดมุมมองการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ ซึ่งครูมีบทบาทในการดึงเอาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและคอยอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนเพื่อเปลี่ยนความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือมุมมองที่ยังขาดประสบการณ์ของนักเรียนไปสู่มุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เช่นเดียวกับการเห็นคุณค่าความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นผลที่เกิดจากการการเรียนการสอนองค์ความรู้ , ครูต้องสอนถึงบริบทของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อปฏิบัติตามที่กล่าวมาข้างต้น ครูควรพิจารณาคุณลักษณะของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปรวมทั้งประเด็นของ Clough ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. รูปแบบการจำลองพฤติกรรม , กลยุทธ์และภาษาที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ความสำคัญในการใช้ภาษาที่ถูกต้องในการเรียนรู้สังคมของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. บรรยายถึงมุมมองที่ชัดเจนและโดยนัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมต่าง ๆ

3. ตำราเรียนเกี่ยวกับการประเมิน โสตทัศนูปกรณ์และหลักสูตรอื่น ๆ เพื่อความถูกต้องในการพรรณาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. การปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ของหลักสูตรและกิจกรรมเพื่อให้เพียงพอต่อการบรรยายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. การนำเอาช่วงเวลาในประวัติศาสตร์มาเป็นตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพในการบ่งบอกลักษณะที่ถูกต้องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6. เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีประสบการณ์เพียงพอที่จะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการและสิ่งที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

7. การประเมินความสามารถของตนเองในชั้นเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อการบรรยายลักษณะที่ถูกต้องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

8. ประเมินการออกแบบวัสดุเพื่อนำมาประเมินความเข้าใจของนักเรียนในการศึกษาทางสังคมของ วิทยาศาสตร์

9. การบูรณาการการประเมินผลระหว่างเรียนที่หลากหลาย เพื่อตรวจตรวจสอบ แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นที่สำคัญในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (Clough, 1997)

7.3 ความเข้าใจและการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

7.3.1 แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

โดยปกติ ทั้งครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพและครูประจำการจะมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คล้ายกัน (Rubba & Harkness. 1993; Haidar. 1999; Tairab. 2001) ซึ่งโดยทั่วไปครูผู้สอนเหล่านี้ต่างก็มีมุมมองของวิทยาศาสตร์เป็นไปในทางบวก , เป็นความจริงที่ไร้เดียงสา/ขาดความถูกต้องที่น่าเชื่อถือ , เผด็จการและสนับสนุนพวกคลั่งวิทยาศาสตร์ (Rubba & Harkness. 1993; Abell; & Smith. 1994; Tobin; & McRobbie. 1997) พวกเขามีแนวโน้มที่จะมองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการค้นหาความจริงแท้ของโลกและอาศัยเป้าหมายของการสังเกตทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงบุคลิกภาพและการรับรู้ของนักวิทยาศาสตร์ , และยังขาดความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับลักษณะทางด้านสังคมของวิทยาศาสตร์ แม้ว่าพวกเขาจะยอมรับความไม่แน่นอนและการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยังมีแนวโน้มที่พวกเขาจะมองว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนตายตัวและเป็นสากลความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยอาจมีการถ่ายโอนจากครูสู่นักเรียน (Tobin & McRobbie, 1997) มุมมองเหล่านี้เรียกว่ามุมมองแบบดั้งเดิมของวิทยาศาสตร์ เมื่อถูกเปรียบเทียบกับมุมมองแบบร่วมสมัยที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดอุปกรณ์นิยมและมุมมองของแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองแบบดั้งเดิมของวิทยาศาสตร์นี้ได้รับการพิจารณาว่าไม่เพียงพอในการแสดงแนวคิดต่าง ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

7.3.2 การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตาม รูปแบบการเข้ารหัสของ Akerson และ Abd-El-Khalick (2003) ระดับที่ 1 การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง “การพลาดโอกาส” ในการสอนลักษณะบางลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับนี้ไม่ได้หมายความว่าครูไม่ทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เพียงแต่ครูเองยังไม่มีความเข้าใจที่จะสอน “ช่วงเวลาหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นบริบทในการสอนบางสิ่งบางอย่าง” หรือแม้แต่เป็นบริบทในการสอนลักษณะบางลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ระดับที่ 2 การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนที่นำเอาบางลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งรวมถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่มี “รายการที่แยกออกไป” ซึ่งประกอบไปด้วย ลักษณะบางอย่างของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมการสืบเสาะแต่นักเรียนไม่ได้มีโอกาสในการพิจารณาหรือสะท้อนความคิดอย่างชัดเจนที่เกี่ยวกับลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ระดับที่ 3 ในระดับนี้การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การกล่าวถึงลักษณะต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในการเรียนการสอน อย่างชัดเจน โดยครูผู้สอนใช้กิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างชัดเจนในการสร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากแบบแผนนี้ นักวิจัยหลายท่านพบว่า โดยทั่วๆไปแล้วครูผู้สอนทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แค่เพียง ระดับ 1 และ 2 เท่านั้น Tobin and McRobbie (1997) ได้ศึกษากับครูผู้สอนวิชาเคมีโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ถึงแม้ว่าครูมีแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ แต่แนวคิดเหล่านั้นก็ยัง “มีความไม่ชัดเจนในหลักสูตร” พวกเขาสังเกตเห็นว่าครูผู้สอนที่เน้นการสอนข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ และ “หน่วยความจำถูกส่งไปยังประสบการณ์ของการสาธิตหรือกิจกรรมจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์” Lederman (1999) ได้ศึกษาการจัดเรียนการสอนของครูผู้สอนชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษา 5 แห่งพบว่า มีครูสองคนที่มีประสบการณ์การสอน

วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ซึ่งพวกเขามีการใช้แนวทางการสืบเสาะที่มีกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสาธิตและการปฏิบัติการทดลองรวมทั้งการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูล , การอนุมานคำอธิบาย และการทดสอบและแก้ไขการลงข้อสรุปต่างๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เขาพบว่า ครูผู้สอนทั้งสองคนนี้ไม่ได้มุ่งเน้นแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียน เช่นเดียวกันกับ Tobin และ McRobbie ที่พบว่า มีครูผู้สอนหนึ่งคนที่มีประสบการณ์ในการสอนแต่ไม่ได้สอนวิทยาศาสตร์ตามมุมมองทางวิทยาศาสตร์ของตน ทั้งนี้เพราะครูผู้สอนมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาและคิดว่าแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นนามธรรมเกินไปสำหรับนักเรียนที่จะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับครูผู้สอนที่เริ่มต้นการสอน Lederman พบว่า แม้ครูมีความสนใจในการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนของตน แต่ก็ยังไม่มีความชัดเจนในการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้ในทางปฏิบัติในห้องเรียนเนื่องมาจากปัจจัยการจัดการห้องเรียน ในด้านของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู Eick (2006) พบว่าในขณะฝึกงาน ส่วนใหญ่แล้วพวกเขามองว่าการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือการ “ตั้งคำถามและสำรวจตรวจสอบเพื่อเรียนรู้ความจริงแท้ของวิทยาศาสตร์” นอกจากนั้นพวกเขายังใช้กลวิธีการสอนแบบสืบเสาะ,การ ฝึกในการลงมือปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการสืบเสาะที่ใช้บ่อย ได้แก่ การสาธิตการสืบเสาะ , การรวบรวมข้อมูลและการสำรวจในห้องปฏิบัติการ , อภิปรายและตั้งคำถาม เกี่ยวกับหัวข้อที่ศึกษาของนักเรียน , โครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางและการลงมือปฏิบัติ สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของการศึกษา

ในกรณีของครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา Akerson and Abd-El-Khalick (2003) ได้ข้อค้นพบที่มีความคล้ายคลึงกัน ในช่วงปีแรกของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพ โดยกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัยของเขาคือครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งก็ทำการสอนวิทยาศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 2 ในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แม้ว่าครูจะมีมุมมองที่ไม่ถูกต้องมากนัก และแสดงความตั้งใจที่จะสอนลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พวกเขาพบว่า ครูเชื่อว่า “การเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและกระบวนการต่างๆ ที่คล้ายกับนักวิทยาศาสตร์” กิจกรรมทั่วไปที่ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์คือ หนังสืออ่านสำหรับเด็กเพื่อให้เด็กได้อ่านตามหลักสูตร, การกำหนดเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้อ่านและจัดตารางเวลาสำหรับปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบและค้นหาทางวิทยาศาสตร์ , การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมและการใช้อุปกรณ์ , การปฏิบัติและบันทึกผลการสังเกต , การตั้งประเด็นปัญหาและความพยายามในการหาคำตอบ ,การมีส่วนร่วมในการอภิปราย , และมีกิจกรรมภาคสนามที่หลากหลายเพื่อสร้างความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การทดสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำใกล้เคียง

สรุป การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา หมายถึง การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ที่ครูผู้สอนได้พินิจพิจารณาถึงลักษณะวิธีการคิดของนักเรียนในแต่ละระดับอายุ , กิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน , คุณลักษณะของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปและข้อเสนอแนะบางอย่างจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ เการพัฒนาความเข้าใจของครูผู้สอนโรงเรียนประถมศึกษาและการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั้งหมดในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั้นต้องมีลายลักษณ์อักษรที่สื่อความหมายชัดเจนแก่ครูผู้สอนเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูต่อไป

8. การพัฒนาวิชาชีพครู

เพื่อพัฒนาวิชาชีพของครูประจำการ พบว่ามีรูปแบบการพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของมุมมองของกลุ่มสรรค์สร้างความรู้ทางสังคมที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนในโรงเรียนประถมศึกษา , การจัดการเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน (Akerson and Abd-El-Khalick, 2003) รูปแบบในการพัฒนาครูผู้สอนที่นำเสนอโดย Bell และ Gilbert (1994) มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านวิชาชีพ ด้านบุคคลและการพัฒนาทางสังคมซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทั้งการปฏิสัมพันธ์กันและแยกเป็นอิสระจากกัน

การพัฒนาวิชาชีพครูเกิดขึ้นได้โดยการสนับสนุนทั้งด้านบุคคลและการพัฒนาสังคม ประการแรก ครูผู้สอนจะต้องมีโอกาสในการประเมินความสามารถในการสอนของตนเองและชี้แจงปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้านต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในบรรยากาศที่เอื้ออำนวยและให้การสนับสนุน เพื่อเป็นการเริ่มต้นสำหรับความตระหนักและการยอมรับความไม่พอใจหรือปัญหาในวิชาชีพของตน ตลอดจนส่งเสริมความต้องการในการแสวงหาข้อเสนอแนะใหม่ ๆ ในการจัดการเรียนการสอนและมุมมองกรอบแนวคิดทฤษฎีใหม่ๆ ในการจัดการเรียนการสอนและเพื่อเรียนรู้วิธีการนำแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่การปฏิบัติจริง จากนั้นครูผู้สอนควรให้ความสนใจทั้งในการพัฒนาองค์ความรู้และการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน ซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้โดยชี้แจง อธิบายแนวความคิดที่ตนเองมีอยู่แล้ว และความเชื่อในการศึกษาวิทยาศาสตร์หรือหัวข้อที่เป็นเป้าหมายในการพัฒนา , การรับเอาข้อมูลใหม่ๆ , น้ำหนักวิชา , การประเมินผล , การยอมรับหรือปฏิเสธการสร้างความรู้ใหม่ และการนำความรู้ที่ได้รับมาไปใช้ในบริบทที่หลากหลาย การฝึกปฏิบัติในห้องเรียนสามารถพัฒนาได้โดยครูผู้สอนนำเอาข้อเสนอแนะใหม่ๆ สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอน , การพินิจพิจารณากิจกรรมเหล่านั้น , จินตนาการ และวางแผนการใช้กิจกรรมเหล่านั้นในห้องเรียน , การปรับปรุงและการใช้กิจกรรมใหม่ให้เหมาะสม ; ตลอดจนแบ่งปันประสบการณ์ในห้องเรียนของตนกับผู้อื่น และความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมที่สะท้อนกลับมา , การประเมินผลกิจกรรมการสอนใหม่ ๆ , การได้รับการสนับสนุนจากผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ รวมถึง ครูผู้ร่วมงานและนักเรียนของตนเอง การสะท้อนผลของครูในส่วนที่เกี่ยวกับบทบาทในห้องเรียนของพวกเขาในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออก/การกระทำของพวกเขาและกรอบแนวคิดทฤษฎีใหม่ ๆ และทำรายงานการคิดของนักเรียนซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญในการพัฒนาวิชาชีพครู (Bell and Gilbert, 1994)

เพื่อสนับสนุนและสานต่อการพัฒนาครู การพัฒนาครูรายบุคคลควรได้รับการปรับปรุงให้ครูสามารถควรมีการพัฒนาตนเองให้มีความยับยั้งชั่งใจในการเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและ บทบาทในห้องเรียน ครูควรได้รับการสนับสนุนจากผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้และครูผู้สอนซึ่งเป็นเพื่อนร่วมงานตลอดจนนักเรียนของเขาเพื่อให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยและมีความมุ่งมั่นในการนำวิธีการใหม่ไปใช้ในห้องเรียนต่อไป ครูผู้สอนควรรู้สึกถึงความมีพลังอำนาจ “เพื่อให้มีความรับผิดชอบในการพัฒนาตนเอง” (Bell and Gilbert, 1994) นอกจากนี้ครูผู้สอนควรเห็นคุณค่าของการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการพัฒนาตนเองของครูผู้สอนตลอดจนแสวงหาความร่วมมือในการ

ทำงานในอนาคตมากกว่าการตอบสนองต่อ “กิจกรรมที่มีความสะดวกสบาย” เพียงอย่างเดียว(Bell and Gilbert, 1994) ในการอภิปรายและการเข้าร่วมในการประชุมภายใต้โครงการพัฒนาครู สิ่งที่สำคัญคือผู้ที่ให้การเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้จะต้องสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำบทบาทของครูในฐานะเป็นนักวิจัยและครูในฐานะเป็นผู้เรียนมาใช้

Akerson and Abd-El-Khalick (2003) พบว่า จากกรณีศึกษากับครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การพัฒนาด้านบุคคลและสังคมเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ครูผู้สอนต้องได้รับการส่งเสริมด้านบุคคลผ่านการพูดคุย สนทนาและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมงานที่เชื่อถือได้ (นักวิจัยนำ) เพื่อให้มองเห็นแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนที่ชัดเจน นอกจากนั้นนักวิจัยยังสนับสนุนให้ครูผู้สอนเกิดความเข้าใจว่าจะทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรโดยใช้รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน บริบทของการสนับสนุนทางวิชาชีพนี้ พบว่า ประสิทธิภาพในการเสริมสร้างการเรียนการสอนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างแบบจำลองที่ใช้สอนเนื้อหาเดียวกันไปใช้กับบริบทของห้องเรียนอื่น นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังต้องการ การสนับสนุนเนื้อหาเฉพาะที่ชัดเจนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และวัสดุอุปกรณ์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แหล่งทรัพยากรเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาการสอนที่ยั่งยืน

การพัฒนาองค์ความรู้ในแนวคิดธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน สามารถส่งเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการจัดการเรียนการ*สอน*ธรรมชาติ*ของ*วิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้เพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาวิชาชีพครู (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) วิธีการนี้จะช่วยให้ครูได้มีเครื่องมือที่เกี่ยวกับแนวคิดเพื่อใช้สำหรับการดึงเอาแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองที่มีอยู่ออกมาและทำให้มีความกระจ่างขึ้น เช่น การมีส่วนร่วมในวิจารณ์กิจกรรมที่สำคัญและรายละเอียดกิจกรรมทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nott & Wellington, 1998a; 1998b) การ*จัดการ*เรียนการ*สอน*ธรรมชาติ*ของ*วิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถเพิ่มการสร้างหรือฟื้นฟูความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนจากการสะท้อนความคิดของครูผู้สอนในกิจกรรมที่ได้เข้าไปมีส่วนร่วม เช่น การอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะบางอย่างของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการอ่านงานที่ได้รับมอบหมาย , เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ , และการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะแบบปลายเปิด , การสำรวจตรวจสอบ , หรือการปฏิบัติงานอื่น ๆ นอกจากนี้ วิธีการเรียนรู้อื่น ๆ , กลยุทธ์ในการสอน , เทคนิควิธีที่อยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ทฤษฎีของกลุ่มสรรค์สร้างความรู้ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของความคิด , การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน , การเรียนรู้แบบร่วมมือกันหรือระบบการฝึกหรือแนะนำโดยเพื่อน , การสะท้อนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่พบว่า มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมมโนมติทางธรรมชาติของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Bentley & Fleury, 1998; McComas, 1998b; Meichtry, 1998; Abd-El-Khalick & Akerson, 2004)

การปฏิบัติหน้าที่ในชั้นเรียนเพื่อการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู สามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยการใช้รูปแบบของผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ของบทเรียนที่อยู่ภายใต้เนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ , คอร์สวิธีการทางวิทยาศาสตร์ , หรือในห้องเรียนจริง การเห็นคุณค่าความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน , การเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน ยังสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยการพิจารณาถี่ถ้วนและวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน ; วางแผนบทเรียนของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับใช้งานในห้องเรียน;

การแบ่งปันประสบการณ์ในห้องเรียนร่วมกับผู้อื่น รวมถึงการรับฟังข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมและการประเมินผลการเรียนการสอนกิจกรรมใหม่ๆ ผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้สามารถจัดเตรียมข้อมูลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และทรัพยากรเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของครู (Clough,1998; Bell, Lederman and Abd-El-Khalick, 2000; Schwartz & Lederman, 2002)

นอกจากนี้ Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman (1998) ชี้ให้เห็นว่าโครงการพัฒนาครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้น 4 ด้าน ดังนี้ ด้านแรก คือ การพัฒนาครู “ความเข้าใจในเหตุผลที่อยู่เบื้องหลัง ,และการประมวลความรู้ , ความสำคัญในการเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากการบรรยายปกติ ” ด้านที่สอง คือ การให้ประสบการณ์ที่กว้างขวางแก่ครูผู้สอนในการสอนและการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของ “ความเข้าใจการปฏิบัติว่านักเรียนเรียนรู้อย่างไรและกิจกรรมการเรียนการสอนใดบ้างที่ต้องปรับเปลี่ยนเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ” ซึ่งประสบการณ์ในการสอนเหล่านี้ควรมีการวางแผนเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมด้วย ส่วนด้านที่สาม คือ ให้การสนับสนุนครูผู้สอนให้มีประสบการณ์ในสาขาของตน และด้านสุดท้าย คือ การช่วยให้ครูผู้สอนเอาใจใส่กับการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ตลอดจนส่งเสริมให้ครูต่อต้านความคิดที่ว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสอนได้โดยนัยผ่านการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของนักเรียน”

โดยสรุป โครงการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการในด้านของแนวคิดและการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สร้างโดยมีฐานจากมุมมองฐานรากของแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ทางสังคม เพื่อเป็นการยืนยัน/รับรองประสิทธิภาพของโครงการ ,รูปแบบและวิธีการพัฒนาครูตามมุมมองของแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ทางสังคมควรจะนำไปประยุกต์และใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งโครงการยังต้องเน้นวิธีการที่ชัดเจนในการจัดเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูมี “เครื่องมือที่เกี่ยวกับแนวคิด” เพื่อใช้สำหรับการดึงเอาแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองที่มีอยู่ออกมาและทำให้มีความกระจ่างขึ้น เช่นเดียวกับการเสริมสร้างหรือฟื้นฟูแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของพวกเขาเอง รูปแบบใหม่ ๆ ของวิธีการเรียนการสอน , การวิเคราะห์หลักสูตรและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้, การฝึกปฏิบัติในห้องเรียนโดยมีการสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ จากผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้และครูผู้สอนที่เป็นเพื่อนร่วมงาน อาจจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นในด้านของแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู, การเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติทั้งในห้องเรียนอื่น ๆ และห้องเรียนของพวกเขาเอง การออกแบบกิจกรรมต่างๆ สำหรับการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการพัฒนาวิชาชีพของครู ควรพิจารณาโดยยึดคุณลักษณะหลัก 4 อย่างในการพัฒนาความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับครูผู้สอน คือ การพัฒนาความเข้าใจในความเป็นเหตุเป็นผลที่อยู่ในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ , การให้ครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนและการประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น , การสนับสนุนให้ครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องนั้น ๆ ของตนและพัฒนาความเอาใจใส่ของครูในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

Loucks-Horsley et. al. ,(2003) ได้เสนอแนะกลวิธีในการเรียนรู้วิชาชีพ โดยบรรยายถึงกลวิธี 18 ในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของครูผู้สอน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่ม 6 กลุ่มดังนี้ : การวางแนวทางและการดำเนินการหลักสูตร ,โครงสร้างการทำงานร่วมกัน, การตรวจสอบการเรียนการสอน , การเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งเพื่อให้ได้สัมผัสประสบการณ์ ,การฝึกปฏิบัติด้านการสอน , วางแผนการสอน ,เครื่องมือและกลไกการดำเนินงานโครงการพัฒนาวิชาชีพสามารถสร้างขึ้นได้จากหลายกลวิธีที่นำเสนอควบคู่ไปกับกลุ่มครูที่มีความแตกต่าง

กันเพื่อจะได้ทราบความต้องการหรือรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของครู ตัวอย่างเช่น ครูมือใหม่อาจได้รับประโยชน์จากการเข้าไปสัมผัสประสบการณ์จากครูผู้สอนที่เป็นพี่เลี้ยงที่จะให้คำปรึกษา ส่วนครูผู้สอนคนอื่น ๆ ที่มีความเชี่ยวชาญก็อาจจะได้ไปติดตามประสบการณ์ใหม่ ๆในโครงการการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษาวิธีที่นักเรียนเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะ กลวิธีในกลุ่มจะมีสมมติฐานที่พบบ่อยๆ เกี่ยวกับการสอน , การเรียนรู้และการพัฒนาวิชาชีพ ดังนั้น การรวมกลุ่มจะทำให้ได้กรอบแนวคิดในการจัดการรวบรวมกลวิธีต่าง ๆและพิจารณาเลือกกลวิธีเหล่านี้มาใช้

การพัฒนาวิชาชีพเป็นมากกว่าการนำเสนอกลวิธีที่แปลกแยกกันออกไป ทุกโครงการ ความคิดริเริ่มและ การวางแผนพัฒนาวิชาชีพนั้นล้วนใช้การรวม การผสมผสานความหลากหลายของกลวิธีเข้ากับสิ่งอื่นเพื่อให้ได้รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งแต่ละกลวิธีต่างเป็นส่วนหนึ่งในจิ๊กซอว์และผู้ออกแบบจะทำการออกแบบอย่างไรในการนำกลวิธีต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันให้เกิดความเหมาะสมขึ้นอยู่กับสถานการณ์เฉพาะในขณะนั้น ความท้าทายของผู้ออกแบบโครงการพัฒนาวิชาชีพ คือ การประกอบการผสมผสานของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีที่สุดให้ตรงตามเป้าหมายหลักและบริบทของผู้ออกแบบ

จากการทำงานร่วมกับนักพัฒนาวิชาชีพในสาขาวิทยาศาสตร์ พวกเขาได้ชี้ให้เห็นผลลัพธ์ 4 อย่างที่มีความเชื่อมต่อระหว่างกัน ที่มักจะนำมาใช้ในการออกแบบโครงการพัฒนาวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

- การเพิ่มความรู้วิทยาศาสตร์
- การเพิ่มความรู้ในเนื้อหาการสอน
- สร้างชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ
- การพัฒนาผู้นำ

หากเราทำงานเพื่อส่งเสริมให้เกิด ผลลัพธ์ทั้ง 4 ดังกล่าวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เราจะเห็นได้ว่ากลวิธีเพียงกลวิธีเดียวนั้นยังไม่เพียงพอ ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงรวบรวม ผสมผสานเอากลวิธีหลาย ๆ กลวิธีที่แตกต่างเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต่างกัน , ซึ่งบางกลวิธีอาจจะได้ผลลัพธ์มากกว่าหนึ่งผลลัพธ์ การเพิ่มพูนความรู้ในเนื้อหาการสอนของครูที่มักประสบความสำเร็จได้ดีที่สุดคือการให้ครูมีความจดจ่ออยู่กับเนื้อหาเหมือนเป็นผู้เรียนเอง สิ่งเหล่านี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้เข้าไปสัมผัส คลุกคลีอยู่ในกลวิธีนั้นๆ , การมีเพื่อนในการทำงาน และการประชุมเชิงปฏิบัติการ/ในสถาบัน แต่การเรียนรู้เนื้อหาเพียงอย่างเดียวจะไม่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอน ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงต้องสร้างโอกาสให้ครูผู้สอนนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ลงมาสู่บริบทของการเรียนการสอนและจัดให้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาที่สอนด้วย ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้กลวิธีที่แตกต่างกัน เช่น การตรวจการทำงานของนักเรียน , การอภิปรายรายกรณี ,การทำงานด้านหลักสูตรและการศึกษาบทเรียน การมีส่วนร่วมในการเตรียมการดังกล่าวจะช่วยให้เกิดผลลัพธ์ที่สามขึ้นมา คือ การสร้างชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยการมีส่วนร่วมของครูในการศึกษาบทเรียน ,การสาธิตบทเรียนและการศึกษาเป็นกลุ่ม ผลลัพธ์สุดท้ายมักจะถูกกล่าวถึงผ่านการใช้กลวิธีของนักพัฒนาวิชาชีพ

นอกจากนั้น การใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการพัฒนาวิชาชีพเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกกลวิธีที่มีอยู่หลายอย่าง ซึ่งแนวทางอื่น ๆ คือการรู้เป้าหมายของกลวิธีใดว่าดีที่สุดและนำไปใช้ให้ตรงกับความต้องการของครูผู้สอนที่เข้าร่วมการพัฒนา ความแตกต่างของแต่ละกลวิธีจะเหมาะสมกับบุคคลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่าพวกเขาอยู่ในกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่ ในจุดเริ่มต้นของกระบวนการ ครูผู้สอน

ต้องการข้อมูลที่เป็นรูปธรรมและคำแนะนำว่า “ทำอย่างไร” หลังจากนั้น พวกเขาจะต้องการแนวทางในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างเช่น บางกลวิธีเหมาะสมกับการสร้างความรู้ (เช่น การประชุมเชิงปฏิบัติการ/สถาบันและการมีเพื่อนคู่คิดในการทำงาน) ในขณะที่กลวิธีอื่นๆ ช่วยให้ครูผู้สอนได้สะท้อนการเรียนการสอน (เช่น การวิจัยเชิงปฏิบัติการ , การตรวจการทำงานของนักเรียน และการศึกษาบทเรียน) ซึ่งกลวิธีต่อไปนี้มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

- กลวิธีที่มุ่งเน้น “การพัฒนาความตระหนัก” ส่วนใหญ่จะใช้ในระยะเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงเพื่อแนะนำให้ครูผู้สอนรู้จักวิธีการหรือเนื้อหาใหม่ๆ กลวิธีนี้ออกแบบมาเพื่อเพิ่มความตระหนักโดยการให้คำแนะนำข้อมูลใหม่ๆ และดึงเอาคำถามของครูผู้สอนที่เกี่ยวข้อมูลใหม่ว่าครูผู้สอนคิดและมีคำถามอย่างไร ตัวอย่างของกลวิธีที่ช่วยในการเพิ่มความตระหนัก รวมไปถึง เครือข่ายวิชาชีพ , การสาธิตบทเรียนและการศึกษาเป็นกลุ่มอาทิ

- กลวิธีที่มุ่งเน้น “การสร้างความรู้” เป็นการให้โอกาสครูในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์รวมทั้งความรู้ในเนื้อหาการสอน ตัวอย่างกลวิธีที่มักใช้ในการสร้างความรู้ได้แก่ การอภิปรายรายกรณี , การให้เข้าไปสัมผัสกับประสบการณ์ , การประชุมเชิงปฏิบัติการ ,เทคโนโลยีในการพัฒนาวิชาชีพ และการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์หรือนักคณิตศาสตร์

- กลวิธีที่ช่วยให้ครูผู้สอน “นำความรู้สู่การปฏิบัติ ”โดยให้ครูมีส่วนร่วมในการวางผังความรู้เพื่อวางแผนและปรับปรุงการเรียนการสอนของตน ตัวอย่างกลวิธีที่ใช้เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติ ได้แก่ การฝึกฝน การให้คำปรึกษา การนำหลักสูตรไปใช้ และการสาธิตบทเรียน

- กลวิธีที่มุ่งเน้นไปที่ “การสอนปฏิบัติ” กลวิธีนี้ช่วยให้ครูผู้สอนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการใช้วิธีการใหม่ๆ การฝึกปฏิบัติหรือการดำเนินการไปพร้อมกับนักเรียน เมื่อแนวปฏิบัติใหม่ๆถูกนำเข้ามาใช้ในห้องเรียนแล้ว จะทำให้พวกเขามีความรู้และทักษะเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างของกลวิธีที่ใช้ในการสอนปฏิบัติได้แก่ การตรวจสอบการทำงานของนักศึกษา การศึกษาบทเรียน การฝึกฝน การให้คำปรึกษาและการสาธิตบทเรียน

- กลวิธีที่เปิดโอกาสให้มี “การสะท้อนการสอนและการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง” โดยให้ครูมีส่วนร่วมในการตรวจสอบประสบการณ์ในห้องเรียนของตน การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงที่พวกสร้างขึ้นกับนักเรียน และคิดค้นแนวทางในการปรับปรุง กลวิธีเหล่านี้ยังส่งเสริมให้ครูผู้สอนสะท้อนการปฏิบัติงานของผู้อื่นเชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานของตนแล้วสร้างแนวคิดเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานขึ้นมา ตัวอย่างของกลวิธีที่ใช้เพื่อให้ครูสะท้อนถึงการปฏิบัติ ได้แก่ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ การศึกษาเป็นกลุ่มการศึกษาบทเรียน การอภิปรายรายกรณี และการตรวจสอบการทำงานของนักเรียน

สรุป การพัฒนาวิชาชีพครู หมายถึง การพัฒนาวิชาชีพครูประจำการในด้านของแนวคิดและการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีฐานจากมุมมองฐานรากของแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ทางสังคม โดยยึดคุณลักษณะหลัก 4 อย่างในการพัฒนาความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับครูผู้สอน คือ การพัฒนาความเข้าใจในความเป็นเหตุเป็นผลที่อยู่ในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ , การให้ครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนและการประเมินผลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น , การสนับสนุนให้ครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องนั้น ๆ ของตน และพัฒนาความเอาใจใส่ของครูในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว(2550) ศึกษาวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์ของไทยสะท้อนให้เห็นว่าครูยังมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่น้อยมาก มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน และละเลยที่จะสอนแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

พวงผกา สุทธกูล (2552) ทำการศึกษาพบว่าการที่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของไทยส่วนใหญ่ไม่ได้จบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง จึงมักจะมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียน

สุทธิดา จำรัส (2551) พบว่าครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อการปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การที่ครูมีแนวคิดที่ถูกต้องต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในกระบวนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ทำการสำรวจผลกระทบของประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษา จากผลการตอบแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman (1998) ชี้ให้เห็นว่าโครงการพัฒนาครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้น 4 ด้าน ดังนี้ ด้านแรก คือ การพัฒนาครู “ความเข้าใจในเหตุผลที่อยู่เบื้องหลัง ,และการประมวลความรู้ , ความสำคัญในการเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากการบรรยายปกติ” ด้านที่สอง คือ การให้ประสบการณ์ที่กว้างขวางแก่ครูผู้สอนในการสอนและการประเมินธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของ “ความเข้าใจการปฏิบัติว่านักเรียนเรียนรู้อย่างไรและกิจกรรมการเรียนการสอนใดบ้างที่ต้องปรับเปลี่ยนเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ” ซึ่งประสบการณ์ในการสอนเหล่านี้ควรมีการวางแผนเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมด้วย ส่วนด้านที่สาม คือ ให้การสนับสนุนครูผู้สอนให้มีประสบการณ์ในสาขาของตน และด้านสุดท้าย คือ การช่วยให้ครูผู้สอนเอาใจใส่กับการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ตลอดจนส่งเสริมให้ครูต่อต้านความคิดที่ว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสอนได้โดยนัยผ่านการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของนักเรียน”

Akerson et. al, (2000) ที่ใช้กิจกรรมการสอนตามวิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของครูผู้สอนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลของวิธีการนี้ส่งผลให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่ถูกต้องที่เป็นคุณลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

Akerson and Abd-El-Khalick (2003) ได้ข้อค้นพบที่มีความคล้ายคลึงกัน ในช่วงปีแรกของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพ โดยกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัยของเขาคือครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งก็ทำการสอนวิทยาศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 2 ในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แม้ว่าครูจะมีมุมมองที่ไม่ถูกต้องมากนัก และแสดงความตั้งใจที่จะสอนลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พวกเขาพบว่า ครูเชื่อว่า “การเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและกระบวนการต่างๆ ที่คล้ายกับนักวิทยาศาสตร์” กิจกรรมทั่วไปที่ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาใช้ในการ

สอนวิทยาศาสตร์คือ หนังสืออ่านสำหรับเด็กเพื่อให้เด็กได้อ่านตามหลักสูตร, การกำหนดเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้อ่านและจัดตารางเวลาสำหรับปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบและค้นหาทางวิทยาศาสตร์ , การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมและการใช้อุปกรณ์ , การปฏิบัติและบันทึกผลการสังเกต , การตั้งประเด็นปัญหาและความพยายามในการหาคำตอบ ,การมีส่วนร่วมในการอภิปราย , และมีกิจกรรมภาคสนามที่หลากหลายเพื่อสร้างความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การทดสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำใกล้เคียง

Akerson and Abd-El-Khalick (2003) พบว่า จากกรณีศึกษากับครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การพัฒนาด้านบุคคลและสังคมเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ครูผู้สอนต้องได้รับการส่งเสริมด้านบุคคลผ่านการพูดคุย สนทนาและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมงานที่เชื่อถือได้ (นักวิจัยนำ) เพื่อให้มองเห็นแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนที่ชัดเจน นอกจากนั้นนักวิจัยยังสนับสนุนให้ครูผู้สอนเกิดความเข้าใจว่าจะทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรโดยใช้รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน

Bell et. al, (2003) ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความสามารถสูง ที่เข้าร่วมในโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่ามีเพียงนักเรียนที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกในความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความกระตือรือร้นในการสะท้อนประสบการณ์ในสาขาวิชาของตนและพยายามที่จะเชื่อมโยงให้เกิดความน่าเชื่อถือระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับประสบการณ์ที่มีอยู่

Eick (2006) พบว่าในขณะฝึกงาน ส่วนใหญ่แล้วพวกเขามองว่าการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ การ “ตั้งคำถามและสำรวจตรวจสอบเพื่อเรียนรู้ความจริงแท้ของวิทยาศาสตร์” นอกจากนั้นพวกเขายังใช้กลวิธีการสอนแบบสืบเสาะ,การ ฝึกในการลงมือปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการสืบเสาะที่ใช้บ่อย ได้แก่ การสาธิตการสืบเสาะ , การรวบรวมข้อมูลและการสำรวจในห้องปฏิบัติการ , อภิปรายและตั้งคำถาม เกี่ยวกับหัวข้อที่ศึกษาของนักเรียน , โครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และการลงมือปฏิบัติ สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของการศึกษา

Irwin (2000) ศึกษาอิทธิพลของวิธีการทางประวัติศาสตร์ในทฤษฎีอะตอมกับความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่ม กลุ่มแรกใช้มุมมองทางประวัติศาสตร์และกลุ่มที่สองใช้มุมมองแบบร่วมสมัย จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ใช้มุมมองทางประวัติศาสตร์มีความเข้าใจโครงสร้างอะตอมที่สรุปจากผลการทดลองน้อยกว่านักเรียนกลุ่มที่สอง นอกจากนี้ Irwin ยังพบว่ากลุ่มทดลองแสดงให้เห็นการขาดความรู้ในเรื่องเนื้อหาซึ่งสัมพันธ์กับกลุ่มเปรียบเทียบ

Khishfe (2008) สำรวจผลกระทบของวิธีการนี้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่สิ่งมีชีวิต และหน่วยประชากรและระบบนิเวศ เป็นเวลา 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับกลุ่มที่สนใจศึกษา

Khishfe &Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการแบบบ่งชี้และสะท้อนความคิด เปรียบเทียบกับการสืบเสาะโดยใช้วิธีการโดยนัยที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ศึกษาหรือกลุ่มที่ใช้วิธีการแบบบ่งชี้ มีความสนใจใน

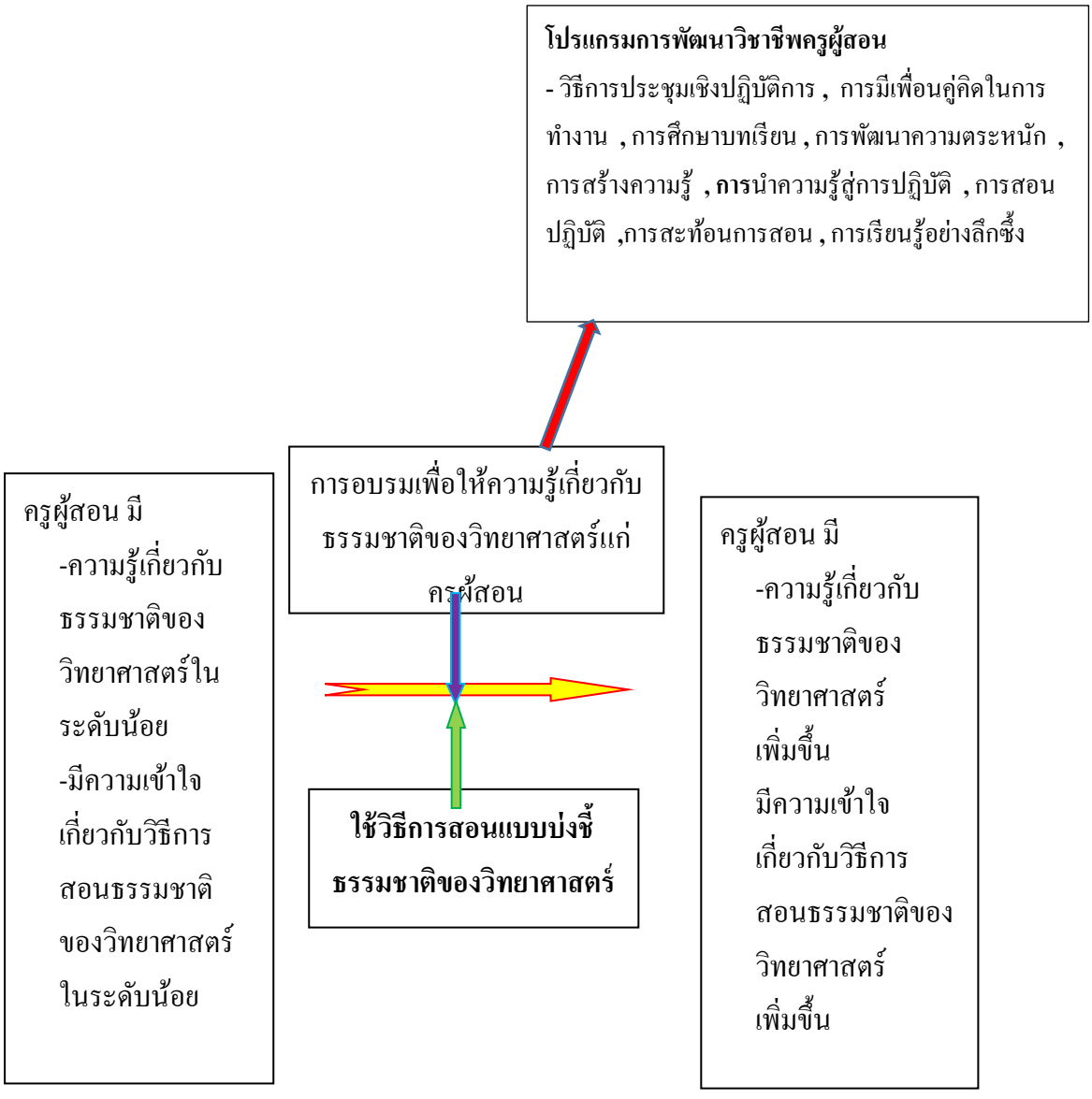
การทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้และมีการอภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับลักษณะด้านต่างในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบหรือกลุ่มที่ใช้วิธีการโดยนัยก็มีความสนใจในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เช่นกัน แบบสอบถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ถูกนำมาใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งใช้เวลาสองเดือนครึ่งในการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การถามคำถามที่พยายามดึงเอาการเชื่อมต่อระหว่างกิจกรรมและลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ผลที่ได้นี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นโดยสัญชาตญาณ ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ได้โดยอัตโนมัติผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Lederman (1999) ได้ศึกษาการจัดเรียนการสอนของครูผู้สอนชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษา 5 แห่งพบว่า มีครูสองคนที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ซึ่งพวกเขามีการใช้แนวทางการสืบเสาะที่มีกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสาธิตและการปฏิบัติการทดลองรวมทั้งการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูล , การอนุมาน คำอธิบาย และการทดสอบและแก้ไขการลงข้อสรุปต่างๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เขาพบว่า ครูผู้สอนทั้งสองคนนี้ไม่ได้มุ่งเน้นแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียน

Moss et. al., (2001) ได้ศึกษานักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและ ตอนปลาย ที่ให้ความร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการวิจัยเสมือนเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ในตอนท้ายของการได้รับประสบการณ์ พบว่านักเรียนยังคงมีช่องว่างในความเข้าใจธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์

Schwartz et. al, (2004) ได้ศึกษากับครูฝึกประสบการณ์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมในการวิจัยเพื่อความชำนาญในวิชาชีพ โดยพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยที่เขียนบันทึกสะท้อนให้เห็นถึงประสบการณ์การวิจัยของพวกเขา ได้แสดงให้เห็นความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตอนท้ายของหลักสูตร

Tobin and McRobbie (1997) ได้ศึกษากับครูผู้สอนวิชาเคมีโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า ถึงแม้ว่าครูมีแนวคิดทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ แต่แนวคิดเหล่านั้นก็ยัง “มีความไม่ชัดเจนในหลักสูตร” พวกเขาสังเกตเห็นว่าครูผู้สอนที่เน้นการสอนข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ และ “หน่วยความจำถูกส่งไปยังประสบการณ์ของการสาธิตหรือกิจกรรมจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์”



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 2)เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3)เพื่อศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2.1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวิจัยระยะที่ 3 การศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

ตอนที่ 3.1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล

รายละเอียดของการดำเนินการวิจัยระยะต่างๆ เป็นดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

ดำเนินการดังนี้

1. ประชากร

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4- 6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

ตัวแปร คือ ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบสอบถามความรู้-ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์(Views of Nature of Science from C (VNOS - C) ของ Lederman , et.al.,(2002) เป็นแบบสอบถามแบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบสอบถาม 30 นาที โดยมีรายละเอียดของแบบสอบถาม VNOS – C ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS -C

ข้อที่	รายการ	หมายเหตุ
1	- (ตามความเห็นของท่าน) 1. วิทยาศาสตร์คืออะไร 2. อะไรทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เช่น ศาสนา ปรัชญา	
2	การทดลองคืออะไร	
3	การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **ต้องการ** การทดลองหรือไม่ ☐ **ต้องการ การทดลอง** ☐ **ไม่ต้องการ การทดลอง** เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
4	หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะนำเสนอว่า อะตอมเป็นศูนย์กลางของนิวเคลียส และมีโปรตอน (มีประจุบวก) นิวตรอน (มีประจุเป็นกลาง) และอิเล็กตรอน (มีประจุลบ) โคจรรอบนิวเคลียส ● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจได้อย่างไรว่า อะตอมมีโครงสร้างดังที่นำเสนอนั้น ● ท่านคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า อะตอมมีโครงสร้างเช่นนั้น	

ตาราง 7 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS –C (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	หมายเหตุ
5	ทฤษฎีและกฎต่างกันหรือไม่ กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	
6	หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาทฤษฎีขึ้นแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ท่านคิดว่าทฤษฎีเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ☐ ทฤษฎีไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ ▪ เพราะเหตุใด ▪ เมื่อทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เพราะเหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีเหล่านั้น กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
7	หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะให้นิยาม สปีชีซ์ (species) ว่า เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและสามารถสืบพันธุ์เพื่อรักษาเผ่าพันธุ์ได้ ● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจเกี่ยวกับลักษณะของสปีชีซ์ได้อย่างไร ● ท่านคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า สปีชีซ์มีลักษณะเป็นเช่นนั้น	
8	นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบจากประเด็นคำถามที่เขาตั้งไว้ ● นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ ☐ ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กรุณาระบุว่า ใช้ในขั้นตอนใดของการสำรวจตรวจสอบ (วางแผนและออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล) กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
9	เป็นที่เชื่อถือกันว่า ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปจากโลกเมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา โดยสมมุติฐานเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ที่ได้รับการสนับสนุนจากนักวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวางมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ ● กลุ่มที่ 1: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลก แล้วทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ตามมาที่ส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ ● กลุ่มที่ 2: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีการระเบิดของภูเขาไฟอย่างรุนแรงส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ สมมติฐานที่ต่างกันนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร หากนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มใช้ข้อมูลเดียวกัน	

ตาราง 7 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS –C (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	หมายเหตุ
10	บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์แฝงด้วยค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม เพราะการทำงานวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นค่านิยมทางสังคมและการเมือง ข้อตกลงเบื้องต้นทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์อยู่เหนือขอบเขตความเป็นชนชาติและวัฒนธรรม ไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากสังคม การเมือง ค่านิยมทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม ☐ ถ้าท่านเชื่อว่า วิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ☐ ถ้าท่านเชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	

การประเมินผลใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา และใช้คะแนนที่ครูผู้สอนตอบคำถามตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) เพื่อจำแนกครูผู้สอนตามระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 3 ระดับ ได้แก่ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก ปานกลาง และน้อย ดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ที่	ระดับความเข้าใจ	ความหมาย	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	Traditional views (T) (ระดับน้อย)	กลุ่มที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนในระดับน้อย	100	≤ 49
2	Mixed views (M) (ระดับปานกลาง)	กลุ่มที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนในระดับปานกลาง	100	≤ 69
3	Contemporary views (C) (ระดับมาก)	กลุ่มที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนในระดับมาก	100	≥ 70

* ปรับปรุงจาก .....เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว 2549 , สุธาวัลย์ มีศรี 2551

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi – structure interviews) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในประเด็นที่ครูผู้สอนตอบคำถามใน VNOS – C ไม่ชัดเจน เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดที่มีความสัมพันธ์กับรายการใน VNOS –

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่เป็นประชากร จำนวน 543 คน โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS - C) และสัมภาษณ์ครู ในประเด็นที่ต้องการความชัดเจนเพิ่มเติม

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคำตอบจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์คะแนนที่สร้างขึ้น แล้วจำแนกครูตามระดับความเข้าใจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก ปานกลาง และน้อย ตามเกณฑ์คะแนนการจำแนกระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระยะนี้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 2.1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยทำการศึกษาในประเด็นด้าน คุณค่าของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา มุมมองของปรัชญาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Explicit Teaching Approach) และรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development Program) เพื่อหา แนวทางวิธีดำเนินการในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

2. จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่แต่ละกิจกรรมได้บ่งชี้ให้ครูผู้สอนได้เกิดความเข้าใจ เพื่อใช้ฝึกอบรมเพิ่มพูนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แผน โดยการสร้างและออกแบบจากการศึกษาเอกสาร รูปแบบ วิธีการจัดการอบรม กิจกรรมที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) ศึกษาข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิจัยระยะที่ 1

(2) ศึกษาองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และรูปแบบการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนและสังเคราะห์องค์ประกอบจากแนวคิดของ Schwartz 2002 , Norman G. Lederman 2004 ; Akerson 2000; Randy L.Bell 2010 ; และ Khishfe& Abd-El-Khalick**2001**

(3) สร้างกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

(4) นำรูปแบบการพัฒนาความเข้าใจและกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.87 (ดังตาราง 23 ในภาคผนวก)

(5) แก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

(6) นำกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมที่ใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย

1. กิจกรรม “ นักวิทยาศาสตร์กับที่เกิดเหตุ ” (content free)
2. กิจกรรม “เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า” (content based)
3. กิจกรรม “ขวดเป่าลูกโป่ง” (content free)
4. กิจกรรม “Tested my hypothesis” (content free)
5. กิจกรรม “กลิ้งไว้ก่อน” (content based)
6. กิจกรรม “อะไรอยู่ในกล่อง” (content free)

ในการออกแบบกิจกรรมข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างและปรับปรุงขึ้นมาจากการศึกษาเอกสารสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 7 ประเด็น ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กิจกรรม ทั้ง 6 กิจกรรมที่ใช้ในการอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะมีการเชื่อมโยงแต่ละกิจกรรมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 9 และ การสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมทั้ง 6 แสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 9 ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรม						
	Creativity and Imaginative	Empirical	Tentativeness	Laws and Theories	Observation and Inference	Sociocultural embedded	Subjectivity (Theory - laden)
วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ		✓			✓		✓
เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า			✓	✓	✓		
ขวดเป่าลูกโป่ง		✓		✓	✓		✓
Tested my hypothesis	✓		✓			✓	✓
กลิ้งไว้ก่อน	✓	✓		✓	✓		✓
อะไรอยู่ในกล่อง	✓		✓			✓	✓

จากตารางแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่จะใช้ในการอบรมกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 7 ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการสอนทั้ง 6 กิจกรรม ดังตารางต่อไปนี้(ตาราง 10)

ตาราง 10 แสดงการสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 6 กิจกรรม

กิจกรรม	**ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**	**กิจกรรมแบบบ่งชี้วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**
วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ	- Empirical - Observation and Inference - Subjectivity (Theory – laden)	-ผู้เข้ารับการอบรมสังเกตภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งเป็นเหตุการณ์และสถานที่เป็นรายบุคคลภายในเวลา 3 นาที -ตอบคำถามที่สัมพันธ์กับรูปภาพ อธิบายและให้เหตุผลประกอบ -ผู้เข้ารับการอบรมสังเกตภาพอีกครั้งภายในเวลา 5 นาที -ตอบคำถาม อภิปรายสิ่งที่ได้จากการสังเกตของแต่ละบุคคลที่นำมาสู่การอภิปรายสรุป -ผู้วิจัยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรม
เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า	- Tentativeness - Laws and Theories - Observation and Inference	- ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์ได้แก่ชุดต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย ถ่านไฟฉายซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และหลอดไฟฟ้า -ผู้เข้ารับการอบรมคาดคะเนความสว่างของหลอดไฟเมื่อจำนวนถ่านไฟฉายเปลี่ยน -ทดสอบความสว่างของหลอดไฟโดยเริ่มจากจำนวนถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และเพิ่มจำนวนไปเรื่อย ๆ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ บันทึกผล -ตอบคำถามที่สัมพันธ์กับกิจกรรม อภิปราย สรุป --ผู้วิจัยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรม
ขวดเป่าลูกโป่ง	- Empirical - Laws and Theories - Observation and Inference - Subjectivity (Theory – laden)	- ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์ได้แก่ขวดแก้ว ลูกโป่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่บังลมและตะแกรง บีกเกอร์ขนาดใหญ่ น้ำ -ผู้เข้ารับการอบรมคาดคะเนขนาดของลูกโป่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น -ทดสอบการเปลี่ยนขนาดของลูกโป่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น บันทึกผล -ตอบคำถามที่สัมพันธ์กับกิจกรรม อภิปราย สรุป -ผู้วิจัยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรม
Tested my hypothesis	- Creativity and Imaginative - Tentativeness - Sociocultural	-ผู้เข้ารับการอบรมสังเกตภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ภายในเวลา 3 นาที -ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนร่างภาพโครงร่างจากภาพที่ตนเองสังเกตได้แล้วสร้างแบบจำลองให้สัมพันธ์กัน เป็นแบบจำลองครั้งที่ 1 - ผู้เข้ารับการอบรมสังเกตภาพที่กำหนดให้อีกครั้ง โดยให้สังเกตให้ได้

		รายละเอียดมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที จากนั้นให้ผู้เข้ารับการอบรมสร้างแบบจำลองอีกครั้งเพื่อทดสอบว่าโครงร่างที่ตนเองร่างขึ้นมาในครั้งแรก จะสามารถสร้างแบบจำลองให้ตรงกับภาพโครงร่างได้เพียงใด

ตาราง 10 แสดงการสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 6 กิจกรรม(ต่อ)

กิจกรรม	**ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**	**กิจกรรมแบบบ่งชี้วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**
	embeddedness - Subjectivity (Theory – laden)	-ตอบคำถามที่สัมพันธ์กับกิจกรรม อภิปราย สรุป -ผู้วิจัยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรม
กลิ้งไว้ก่อน	- Creativity and Imaginative - Empirical - Laws and Theories - Observation and Inference Subjectivity (Theory – laden)	-ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มรับชุดอุปกรณ์ได้แก่กระบอกน้ำพลาสติก แผ่นไม้เรียบความยาว 1 เมตร น้ำ - ผู้เข้ารับการอบรมคาดคะเนคำตอบระยะทางที่กระบอกน้ำจะกลิ้งไปได้เมื่อปริมาณน้ำในกระบอกเปลี่ยนไป -ผู้เข้ารับการอบรมทดสอบระยะทางของการกลิ้งโดยกำหนดความลาดเอียงของแผ่นไม้ให้คงที่ตลอดแต่เพิ่มปริมาณน้ำในกระบอกจาก 1 ใน 4 ส่วน เป็น 2 ใน 4 ส่วนไปเรื่อย ๆ วัดระยะทางที่กระบอกน้ำกลิ้งไปได้ โดยจะกลิ้ง 3 ครั้งในแต่ละรอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน -ตอบคำถามที่สัมพันธ์กับกิจกรรม อภิปราย สรุป -ผู้วิจัยบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรม
อะไรอยู่ในกล่อง	- Creativity and Imaginative - Tentativeness -	--ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มรับชุดอุปกรณ์ได้แก่กล่องกระดาษ (กล่องรองเท้า) เทปกาว จุกยาง ก้อนสบู่ ถ่านไฟฉาย คลิปหนีบผ้า ลูกเทนนิส ขนมปัง ลูกแก้ว จากนั้นให้แต่ละกลุ่มจัดสิ่งของที่ได้รับลงในกล่องโดยยึดฐานสิ่งของให้แน่นด้วยเทปกาวและไม่ให้กลุ่มอื่นมองเห็น พร้อมทั้งร่างภาพตำแหน่งสิ่งของไว้ด้วย จากนั้นปิดกล่องและใช้เทปกาวปิดขอบกล่องอีกครั้งเพื่อไม่ให้เปิดดูได้ -ผู้เข้ารับการอบรมนำกล่องที่จัดสิ่งของไว้แล้วไปแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่น คาดเดาสิ่งของที่อยู่ในกล่องโดยไม่ให้เปิดดู ร่างตำแหน่งสิ่งของแต่ละ

	Sociocultural embeddedness -	อย่างไว้บนกระดาษแผ่นที่ 1 -ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการคาดเดาตำแหน่งสิ่งของภายในกล่องของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ - ผู้เข้ารับการอบรมเปิดกล่องและเปรียบเทียบตำแหน่งสิ่งของกับภาพ

ตอนที่2.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ดำเนินการดังนี้

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 181 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนแบบบ่งชี้สำหรับครูวิทยาศาสตร์ตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในตอนที่ 2 .1
2. แบบสอบถาม VNOS – C และการสัมภาษณ์

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน ก่อนเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมความเข้าใจโดยใช้แบบสอบถาม VNOS – C และทำการสัมภาษณ์ตามในประเด็นที่ต้องการความชัดเจนเพิ่มเติม
2. ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนแบบบ่งชี้สำหรับครูวิทยาศาสตร์ตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นในตอนที่ 2.1
3. ทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน หลังเข้ารับการอบรมเพิ่มเติมความเข้าใจโดยใช้แบบสอบถาม VNOS – C และทำการสัมภาษณ์ตามในประเด็นที่ต้องการความชัดเจนเพิ่มเติม

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคำตอบจากแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังการอบรมมาวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์คะแนนที่สร้างขึ้น แล้วจำแนกครูตามระดับความเข้าใจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็น 3 ระดับ คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก ปานกลาง และน้อย ตามเกณฑ์คะแนนการจำแนกระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้

การวิจัยระยะที่ 3 การพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

การวิจัยระยะนี้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 3.1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ดำเนินการดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นจากการศึกษาเอกสาร รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้จากแนวคิดของนักการศึกษา (Schwartz 2002 ; Norman G. Lederman 2004; Akerson 2000 ; Randy L.Bell 2010 ; Khishfe& Abd-El-Khalick 2001)ซึ่งประกอบด้วยขั้นการสอน 6 ขั้น (ดังตาราง 11 และ 12) ได้แก่ 1) Set Context 2) Specific Question 3) Explaining and Demonstrates for Student's guided practice 4) Investigation 5) Discussion and Conclusion และ6) Reflection

ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีเนื้อหาครอบคลุมและสอดคล้องกับมาตร ฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ โดยชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมใดบ่งชี้ให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Explicit and reflective teaching approach) ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความสอดคล้อง เหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจนได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะใช้สำหรับสาธิตในการจัดอบรมพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 7 แผนการจัดกิจกรรมโดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และรูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ และสังเคราะห์รูปแบบและวิธีการสอนแบบบ่งชี้ ดังนี้ (ตาราง 11)

ตาราง 11 การสังเคราะห์รูปแบบและวิธีการสอนแบบบ่งชี้

	Schwartz 2002	Norman G. Lederman 2004	Akerson 2000	Randy L.Bell 2010	Khishfe& Abd-El-Khalick2001
1. Specific question	✓	✓	✓	✓	
2. Setting the stage for learning		✓	✓	✓	✓
3. Explaining: Telling students what to do		✓	✓	✓	✓
4. Practicing :Guiding a little or a lot	✓		✓	✓	✓
5. Discussion	✓	✓	✓	✓	✓
6. Investigation	✓		✓	✓	✓
7. Historical example	✓	✓			
8.Reflection	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางแนวคิดของนักการศึกษาทั้ง 5 ท่านจะเห็นได้ว่ามีทั้งส่วนที่เหมือนกันและต่างกัน ใน 8 ประเด็น จากผลการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาเป็น 6 ขั้นตอนดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการเรียนรู้	**กิจกรรม**การเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1. Set Context	กำหนดหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาที่จะเรียน และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน
2. Specific Question	กำหนดคำถามเฉพาะที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคำถามที่ชี้เฉพาะนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่ศึกษาค้นคว้าเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้
3.Explaining and Demonstrates for Student's guided practice	ครูให้การอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหา / เรื่องที่จะเรียนรู้ โดยอาจจะมีการสาธิตประกอบในเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดแนวคิด เป็นการใช้วิธีการสอนของครูที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถไปสู่เป้าหมายในการเรียนรู้ได้
4. Investigation	เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามที่นักเรียนเกิดความสงสัย โดยในขั้นตอนนี้ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแสวงหาข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อจะนำไปสู่การอภิปราย สรุปผล ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการเรียนรู้
5. Discussion and Conclusion	เป็นขั้นตอนของการนำเสนอข้อมูลที่นักเรียนได้จากการทำกิจกรรม เช่น การทดลอง การสังเกต การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอเพื่อร่วมกันตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มามีความชัดเจน เชิงประจักษ์เพียงใด การอภิปรายอาจใช้ทั้งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและจากความคิดเห็นส่วนตัวภายใต้พื้นฐานทางสังคมวัฒนธรรม ความเชื่อ ที่แตกต่างกัน ขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้รับโอกาสในการร่วมกันสำรวจตรวจสอบ อภิปราย สรุป ข้อมูล จนสามารถเชื่อได้ว่าเป็นความรู้ที่เชื่อถือได้
6. Reflection	ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งหมด เช่น ความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา / สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการทำกิจกรรมโดยบันทึกในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน และความรู้ความเข้าใจประเด็นของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กับแนวคิดใดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นนี้ ครูผู้สอนจะสามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงใด

2) วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีทั้งหมด 7 แผน ได้แก่

(1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า

(2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลิ้งไว้ก่อน

(3) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร

(4) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดฤดูกาล

(5) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่

(6) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดฤดู

(7) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องข้างขึ้นข้างแรม

4) นำแผนเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ตามที่ได้รับการเสนอแนะ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.91 (ดังตาราง 24 ในภาคผนวก)

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการอบรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในตอนที่ 3.2

ตอนที่ 3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ดำเนินการดังนี้

ประชากร คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในปีการศึกษา 2561 จำนวน 543 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 ที่กำลังสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561 และเข้ารับการอบรมในระยะที่ 2 จำนวน 181 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 7 แผน ในตอนที่ 3.1 โดย 3 แผนแรก ใช้สำหรับการสาธิต (Demonstration lessons plan) เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์มีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผนการจัดการเรียนรู้ อีก 4 แผน เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่สมบูรณ์ (ยังไม่ได้สอดแทรกการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผน) ทั้งนี้เพื่อให้ครูที่เข้าอบรมได้ทำการฝึกปฏิบัติการ

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้ในการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. การปฏิบัติการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดย ทบทวนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนทั้ง 7 ประเด็น

2. ผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับสาธิต 3 แผน ให้ครูทุกคนร่วมกันศึกษาพิจารณา รูปแบบและวิธีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. หลังจากครูผู้สอน ผ่านการทำกิจกรรมวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้สาธิตทั้ง 3 แผนแล้วทำการฝึกบูรณาการประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผน ผู้วิจัยแบ่งครูออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-

10คน โดยครูแต่ละกลุ่มจะร่วมกันพัฒนาแผนจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ กลุ่มละ 2 แผน จากนั้นร่วมกันอภิปราย และสรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แต่ละกลุ่มได้พัฒนาให้สมบูรณ์ และสะท้อนกิจกรรมที่บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน

4. เมื่อจบการวิจัยตอนที่ 3.2 ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความเข้าใจในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่ร่วมกิจกรรมฝึกอบรมโดยให้ครูผู้สอนที่ร่วมกิจกรรม ทุกคนบันทึกสะท้อนผลการเรียนรู้ของตน (reflective writing) และทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำบันทึกสะท้อนการเรียนรู้และการสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา สรุปตีความ แล้วรายงานผล

ตอนที่ 3.3 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

การดำเนินการดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง เป็นครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 181 คน จากตอนที่ 3.2

เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย ได้แก่

1. เอกสารเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 เรื่อง

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ที่มีขั้นการสอน 6 ขั้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างใช้สำหรับการประเมินความเข้าใจของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีกรอบคำถาม ดังนี้

- ในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนใดที่ท่านคิดว่าท่านไม่สามารถบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ท่านใช้วิธีการใดในการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผนการจัดการเรียนรู้(มีความยุ่งยากเพียงใดในการจัดทำแผนแบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์)
- ท่านคิดว่าการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาอบรมจะเป็นประโยชน์กับเด็กหรือไม่ อย่างไร
- หากท่านต้องเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยที่ท่านจำเป็นต้องเลือกเนื้อหาอื่น ท่านคิดว่าจะสามารถเขียนแผนตามรูปแบบนี้ขึ้นมาได้หรือไม่ และมีความเป็นไปได้เพียงใดในการนำแผนที่ท่านสร้างขึ้นไปใช้สอนจริง
- จากการที่ท่านลงมือจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นการสอน 6 ขั้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ท่านมีความยุ่งยากในการจัดทำแผนในขั้นตอนใดมากที่สุดและคิดว่ามีสาเหตุจากอะไร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยรวบรวมแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมา โดยรวบรวมหลังจากที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนเสร็จสิ้นแล้ว

2. ร่วมกันตรวจ อภิปรายและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดทำขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสมบูรณ์/ถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยประเมิน 2 ครั้ง แล้วนำผลมาหาค่าเฉลี่ย

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประเด็นๆ ตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

4.2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4.3 ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

4.1 ผลการวิจัยระยะที่ 1 : ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) และ การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สามารถสรุปและอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

4.1.1 การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถาม

การวิเคราะห์คำตอบจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) พบว่าครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับที่แตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้เป็น 3 ระดับ ดังแสดงในตาราง 13 และ 14

ตาราง 13 แสดงภาพรวมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จากแบบสำรวจ VNOS-C

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 ประเด็น	ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
	กลุ่ม Traditional views(T) (คะแนน ≤ 49)	กลุ่ม Mixed views (M) (คะแนน ≤ 69)	กลุ่ม Contemporary views (C) (คะแนน ≥ 70)

	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)
รวม	294	156	93
ร้อยละ	54.14	28.73	17.13

จากตารางพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 54.14 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Traditional views 2) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 28.73 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Mixed views และ 3) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 17.13 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Contemporary views ผลจากแบบสำรวจแสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่ม Traditional views คือมีความเข้าใจน้อยหรือไม่มีเลย

ตาราง 14 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกเป็นรายข้อจากแบบสำรวจ VNOS-C

ประเด็นที่	ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
	กลุ่ม Traditional views (T) (จำนวนคน/ร้อยละ)	กลุ่ม Mixed views (M) (จำนวนคน/ร้อยละ)	กลุ่ม Contemporary views(C) (จำนวนคน/ร้อยละ)
1.	239/44.01	203/37.38	110/20.26
2.	373/68.69	109/20.07	61/11.23
3.	342/62.98	122/22.47	79/14.55
4.	276/50.83	159/29.28	108/19.89
5.	374/68.88	117/21.55	52/9.58
6.	363/66.85	110/20.26	70/12.89
7.	303/55.80	152/27.99	88/16.21
8.	212/39.04	253/46.59	78/14.36
9.	364/67.03	111/20.44	68/12.52
10.	242/44.57	203/37.38	98/18.05

จากตารางพบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างในแต่ละประเด็นคำถาม ดังนี้

-ประเด็นที่ 5 (ทฤษฎีและกฎต่างกันหรือไม่ กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ) ครูผู้สอนส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 68.88 มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่ม traditional views

-ประเด็นที่ 8 (“นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบจากประเด็นคำถามที่เขาตั้งไว้ ● นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ ☐ ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กรุณาระบุว่า ใช้ในขั้นตอนใดของการสำรวจ

ตรวจสอบ (วางแผนและออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล) กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ") ครูผู้สอนส่วนมากคิดเป็นร้อยละ 46.59 มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่ม mixed views

-ประเด็นที่ 10 (บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์แฝงด้วยค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม เพราะการทำงานวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นค่านิยมทางสังคมและการเมือง ข้อตกลงเบื้องต้นทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์อยู่เหนือขอบเขตความเป็นชนชาติและวัฒนธรรม ไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากสังคม การเมือง ค่านิยมทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม ☐ ถ้าท่านเชื่อว่า วิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ☐ ถ้าท่านเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากล กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ) ครูผู้สอนส่วนมากคิดเป็นร้อยละ 44.57 มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่ม Traditional views

ภาพรวมของผลจากตาราง 13 และ 14 แสดงให้เห็นว่าครูส่วนมากมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่ม Traditional views หรือกลุ่มที่มีความเข้าใจน้อยหรือไม่มีความเข้าใจเลยในทุกประเด็น โดยเฉพาะประเด็นที่ 5 (ทฤษฎีและกฎต่างกันหรือไม่กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ) พบว่า ครูมีความเข้าใจในกลุ่ม contemporary views เพียงร้อยละ 9.58 เท่านั้น

4.1.2 ผลการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ผลจากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างครูผู้สอนจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ของครูผู้สอนที่ตอบแบบสอบถามในระยะที่ 1 สามารถสรุปประเด็นและระดับความเข้าใจของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

ตาราง 15 สรุปประเด็นและระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์

ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
	กลุ่ม Traditional views (T)	กลุ่ม Mixed views (M)	กลุ่ม Contemporary views (C)
1. Tentativeness	-	-	✓
2. Empirical basis	-	✓	✓
3. Subjectivity(Theory – laden)	-	-	-
4. Creativity and imaginative	-	-	-
5. Sociocultural embeddedness	-	-	-
6. Observation and	-	✓	✓

inference			
7. Laws and theories	-	-	-

✓ หมายถึงมีความเข้าใจ

จากตารางที่ 15 แสดงว่าให้เห็นว่าครูกลุ่มที่มีความเข้าใจในกลุ่ม Traditional views ไม่เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องในทุกประเด็น, และครูกลุ่มที่มีความเข้าใจในกลุ่ม Mixed views มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียง 2 ประเด็น ได้แก่ Empirical basis และ Observation and inference ส่วนครูกลุ่มที่มีความเข้าใจกลุ่ม Contemporary views มีความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุดเข้าใจเพียง 3 ประเด็น ผลจากการสัมภาษณ์แสดงว่าครูกลุ่มนี้ยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ 3 ประเด็นคือประเด็น Subjectivity (Theory – laden), Sociocultural embeddedness and Laws and theories

ผลจากการสำรวจด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างข้างต้น แสดงให้เห็นว่าไม่มีครูกลุ่มใดเลยที่เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 7 ประเด็น โดยครูส่วนมากไม่เข้าใจหรือเข้าใจน้อยมาก ดังนั้นเพื่อให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นก่อนที่ครูจะสามารถนำความเข้าใจดังกล่าวไปใช้ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้ในระยะที่ 1 ทั้ง 7 ประเด็นไปใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกิจกรรมการอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระยะต่อไป รายละเอียดผลการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างรายประเด็น

4.2 ผลการวิจัยระยะที่ 2 : ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนที่ได้จากการวิจัยในระยะที่ 1 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการดำเนินการเป็นดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 ประเด็นและผลจากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนโดยใช้แบบสำรวจ VNOS-C ในระยะที่ 1 มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้กิจกรรมจำนวน 6 กิจกรรมดังนี้

1. กิจกรรม “นักวิทยาศาสตร์กับที่เกิดเหตุ”(content free)
2. กิจกรรม “เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า”(content based)
3. กิจกรรม “ขวดเป่าลูกโป่ง” (content free)
4. กิจกรรม “Tested my hypothesis” (content free)
5. กิจกรรม “กลิ้งไว้ก่อน” (content based)
6. กิจกรรม “อะไรอยู่ในกล่อง” (content free)

กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการทั้ง 6 กิจกรรมนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมกับการบ่งชี้ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละกิจกรรมได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และทำการปรับปรุงจนสามารถใช้เป็นกิจกรรมอบรมเพื่อบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นได้ ดังตาราง 16 และ 17

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมกับการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						
	Creativity and Imaginative	Empirical	Tentativeness	Laws and Theories	Observation and Inference	Sociocultural embedded	Subjectivity (Theory – laden)
1 วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ		✓			✓		✓
2 เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า			✓	✓	✓		
3 ขวดเป่าลูกโป่ง		✓		✓	✓		✓
4 Tested my hypothesis	✓		✓			✓	✓
5 กลิ้งไว้ก่อน	✓	✓		✓	✓		✓
6 อะไรอยู่ในกล่อง	✓		✓			✓	✓

จากตารางจะเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรมกับการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นดังนี้

1. กิจกรรมวิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น ได้แก่ Empirical, Observation and Inference และ Subjectivity (Theory – laden)

2. กิจกรรมเรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น ได้แก่ Tentativeness , Laws and Theories และ Observation and Inference

3. กิจกรรมขวดเป่าลูกโป่งสามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 ประเด็น ได้แก่ Empirical, Laws and Theories, Observation and Inference และ Subjectivity (Theory–laden)

4. กิจกรรม Tested my hypothesis สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 ประเด็น ได้แก่ Creativity and Imaginative, Tentativeness, Sociocultural embeddedness และ Subjectivity (Theory – laden)

5. กิจกรรมกลิ้งไว้ก่อน สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ประเด็น ได้แก่ Creativity and Imaginative, Empirical, Laws and Theories, Observation and Inference และ Subjectivity (Theory – laden)

6. กิจกรรม อะไรอยู่ในกล่อง สามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 ประเด็น ได้แก่ Creativity and Imaginative, Tentativeness, Observation and Inference, Sociocultural embeddedness และ Subjectivity (Theory–laden)

รายละเอียดของการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมที่ใช้อบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้ง 6 กิจกรรม ดังตาราง 17

ตาราง 17 รายละเอียดการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม

ชื่อกิจกรรม	ประเด็นที่บ่งชี้	กิจกรรมที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
1. วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ	- Empirical	- ผู้สังเกตตอบคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ สถานที่ บุคคล เวลา ซึ่งต้องอาศัยหลักฐานที่เป็นเชิงประจักษ์
	- Observation and Inference	- การดูภาพสถานที่เกิดเหตุแล้วให้ร่างภาพพร้อมทั้งตอบคำถามเกี่ยวกับกิจกรรม เหตุการณ์ เวลา บุคคล ในสถานที่เกิดเหตุ เป็นการสังเกตก่อนที่จะลงข้อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้
	- Subjectivity (Theory–laden)	- การตอบคำถามจากภาพเดียวกัน แต่อาจได้รับคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลมาจากความเป็นอัตนัยของครูผู้สอนแต่ละคน
2. เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า	- Tentativeness	- การคาดเดาความสว่างของหลอดไฟที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการตรวจสอบครั้งแล้วครั้งเล่าและนำผลมาอภิปรายร่วมกัน บ่งชี้ให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีข้อมูลที่เชื่อถือได้
	- Laws and Theories	- การต่อวงจรไฟฟ้าโดยเริ่มจากการใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และเพิ่มเป็น 2 ก้อน กับความสว่างของหลอดไฟที่เกิดขึ้น บ่งชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของกฎกับทฤษฎี โดยกฎคือการต่อวงจรไฟฟ้าที่มีรูปแบบความสัมพันธ์ของจำนวนถ่านไฟฉายกับความสว่างของ
	- Observation and Inference	หลอดไฟ และทฤษฎีคือการอธิบายเหตุผลของความสว่างของหลอดไฟ - การสังเกตความสว่างของหลอดไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้จำนวนก้อนของถ่านไฟฉายแตกต่างกัน และนำไปสู่การลงข้อสรุปในสิ่งที่สังเกตได้
	- Observation and Inference - Subjectivity (Theory–laden)	- การสังเกตสิ่งที่เปลี่ยนแปลงจากการทำกิจกรรมและลงข้อสรุปการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ - การสังเกตปรากฏการณ์เดียวกัน แต่ได้รับคำอธิบายที่แตกต่างกัน
3. ขวดเป่าลูกโป่ง	- Empirical	- การเพิ่มขนาดของลูกโป่งที่เห็นได้ชัดเจน เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์
	- Laws and Theories	- การเพิ่มอุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของลูกโป่ง บ่งชี้ให้เห็นว่ากฎคือความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของอุณหภูมิกับขนาดของลูกโป่ง ส่วนทฤษฎีคือการอธิบายการเปลี่ยนแปลงขนาดของลูกโป่งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน
	- Observation and Inference - Subjectivity	- การสังเกตสิ่งที่เปลี่ยนแปลงจากการทำกิจกรรมและลงข้อสรุปการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ - การสังเกตปรากฏการณ์เดียวกัน แต่ได้รับคำอธิบายที่แตกต่างกัน

	(Theory–laden)	

ตาราง 17 รายละเอียดการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม (ต่อ)

ชื่อกิจกรรม	ประเด็นที่บ่งชี้	กิจกรรมที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. Tested my hypothesis	- Creativity and Imaginative	- การสร้างแบบจำลองจากรูปภาพที่สังเกตได้ ให้ได้แบบจำลองที่ตรงกับภาพที่เห็น ซึ่งเป็นรูปภาพหลายมิติที่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการมอง บ่งชี้ให้เห็นว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ตรงกับของจริงนั้น นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วย
	- Tentativeness	- การสร้างแบบจำลองจากการมองในแต่ละครั้ง มีความเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองที่เกิดขึ้น บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้นมาสนับสนุน
	- Sociocultural embeddedness	- การสร้างแบบจำลองที่แตกต่างกัน สังคม วัฒนธรรม ค่านิยมทางสังคมมีส่วนทำให้เกิดแบบจำลองที่แตกต่าง เช่น ถ้าครูผู้สอนคนใดอาศัยในชุมชนที่เป็นช่างก่อสร้าง ก็จะมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากภาพที่มองเห็นได้ดี
	- Subjectivity (Theory–laden)	- การสร้างแบบจำลองจากภาพเดียวกันแต่ได้แบบจำลองหลากหลายรูปแบบ เนื่องจากผู้สังเกตมีมุมมองที่แตกต่างกันไป บ่งชี้ถึงความเป็นอัตนัย ประสบการณ์ แนวคิด ของแต่ละบุคคล
5. กลิ้งไว้ก่อน	- Creativity and Imaginative	- การออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่มี เมื่อมีตัวแปรควบคุมคือความลาดเอียงของไม้กระดานเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ต้องการ บ่งชี้ให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
	- Empirical	- การวัดระยะอย่างชัดเจน แม่นยำและเชื่อถือได้ของกระบอกน้ำกลิ้งไปได้ในแต่ละครั้งจากปริมาณน้ำในกระบอกที่แตกต่างกัน บ่งชี้ให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องการข้อมูลที่ชัดเจน แม่นยำ เชื่อถือได้ เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ตรวจสอบได้
	- Laws and Theories	- ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่กระบอกน้ำกลิ้งไปได้กับปริมาณน้ำในกระบอก และการให้คำอธิบายว่าเหตุใดกระบอกจึงกลิ้งไปได้ระยะทางที่แตกต่างกัน สิ่งใดบ้างที่มีผลต่อระยะทางที่กระบอกกลิ้งไปได้ บ่งชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของกฎและทฤษฎีว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันแต่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 17 รายละเอียดการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม (ต่อ)

ชื่อกิจกรรม	ประเด็นที่บ่งชี้	กิจกรรมที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
	- Observation and Inference	- การกลิ้งของกระบอก ความลาดเอียงของไม้กระดาน กระบอกน้ำที่ใช้ เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนต้องสังเกตและนำมาร่วมกันลงข้อสรุปว่าระยะทาง ปริมาณน้ำในกระบอก เกิดจากอะไรบ้าง บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้การสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดอย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อนำข้อมูลนั้นมาลงสู่ข้อสรุป - การอธิบายเหตุผลของความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับปริมาณน้ำในกระบอก มีการยกตัวอย่าง ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากการมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ มุมมอง แนวคิด ที่แตกต่างกัน
6) อะไรอยู่ในกล่อง	- Creativity and Imaginative	- การคาดเดาถึงสิ่งของที่อยู่ในกล่องที่ปิดฝาสนิท โดยใช้ประสาทสัมผัสอื่น ๆ แล้วระบุชื่อสิ่งของที่อยู่ในกล่องพร้อมทั้งตำแหน่งที่วางสิ่งของนั้น ๆ และวาดออกมา บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
	- Tentativeness	- คำตอบที่ระบุชื่อสิ่งของภายในกล่องที่เปลี่ยนไปภายหลังการเปิดกล่อง บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูล หลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน
	- Sociocultural embeddedness	- การคาดเดาสิ่งของในกล่อง ตำแหน่งที่วางสิ่งของนั้น ๆ มีความแตกต่างกัน สังคมที่ครูผู้สอนอาศัยอยู่เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการคาดเดา เช่น การอยู่ในสังคมที่ให้ความสำคัญกับการใช้ไม้ ก็จะคาดเดาสิ่งที่มีน้ำหนักมากว่าเป็นไม้ เป็นต้น
	- Subjectivity (Theory–laden)	- การคาดเดาสิ่งของที่อยู่ภายในกล่องพร้อมทั้งตำแหน่งที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากการมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ มุมมอง แนวคิด ที่แตกต่างกัน

ตารางข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับลักษณะการจัดกิจกรรมเพื่อบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในแต่ละกิจกรรม ซึ่งบางประเด็นจะมีการบ่งชี้มากกว่า 1 ครั้ง

4.2.2 ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1) การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ดังตาราง 18 - 19

ตาราง 18 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 181 คน โดยแบบสำรวจ (VNOS-C)

ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
Traditional views (T) จำนวนคน/ร้อยละ		**Mixed views (M) จำนวนคน /ร้อยละ**		**Contemporary views (C) จำนวนคน/ร้อยละ**	
ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
98	42	60	77	23	62
54.14	23.20	33.15	45.54	12.71	**34.25**

จากตารางจะเห็นได้ว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน หลังเข้ารับการอบรม มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนการอบรมอย่างชัดเจน โดยมีระดับความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม ดังนี้

- กลุ่ม Contemporary views ครูผู้สอนมีความเข้าใจในกลุ่มนี้จาก 23 คนเพิ่มเป็น 62 คน คิดเป็นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.71 เป็นร้อยละ 34.25
- กลุ่ม Traditional views ครูผู้สอนมีความเข้าใจในกลุ่มนี้จาก 98 คนลดลงเหลือ 42 คน คิดเป็นลดลงจากร้อยละ 54.14 เหลือร้อยละ 23.20
- กลุ่ม Mixed views ครูผู้สอนมีความเข้าใจในกลุ่มนี้จาก 60 คนเพิ่มเป็น 77 คน คิดเป็นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.15 เป็นร้อยละ 45.54

ตาราง 19 ผลจากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นของครูผู้สอนก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน	
	ก่อนเข้ารับการอบรม	หลังเข้ารับการอบรม
1. Tentativeness	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เพราะจากตำราเรียนก็มีเนื้อหาที่เปลี่ยนไป	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูล หลักฐานหรือประจักษ์พยานที่สามารถยืนยันและหักล้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เดิม ๆ ได้

2. Empirical basis	วิทยาศาสตร์ต้องการได้หลักฐานที่ชัดเจน เชื่อถือได้ การหาความรู้	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อเป็นข้อมูลในการหาความรู้ทาง

ตาราง 19 ผลจากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นของครูผู้สอนก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน	
	ก่อนเข้ารับการอบรม	หลังเข้ารับการอบรม
2. Empirical basis	ทางวิทยาศาสตร์จะต้องทำตามขั้นตอนที่ตายตัวเท่านั้นจึงจะถือว่าเป็นการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานที่ได้ก็มาจากการทดลองที่เป็นขั้นเป็นตอนที่ชัดเจน	วิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีรูปแบบที่ตายตัวหรือเป็นขั้นเป็นตอนจากการทดลองเสมอไป อาจมาจากการสังเกต การศึกษาหรือโดยบังเอิญก็ได้
3. Subjectivity (Theory – laden)	การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับความคิดความเชื่อหรือประสบการณ์ความรู้สึกนึกคิดเฉพาะตัวของนักวิทยาศาสตร์ เพราะในปรากฏการณ์เดียวกันนักวิทยาศาสตร์จะต้องได้ความรู้ที่เหมือนกัน	ความเป็นตัวตนของนักวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์จะศึกษาหรือตีความจากแนวความคิด ความเชื่อประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นหลัก จึงทำให้จากข้อมูลหรือสถานการณ์เดียวกันสามารถเกิดแนวคิดหรือข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันไป
4. Creativity and imaginative	นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพราะบางอย่างไม่น่าจะสังเกตแล้วเขียนออกมาได้	นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้หรือปรากฏการณ์บางอย่างไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสร้างแบบจำลองหรือโมเดลขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ
5. Sociocultural embeddednes	สังคมและวัฒนธรรม ค่านิยมต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์มี	สังคมและวัฒนธรรม ค่านิยมต่าง ๆ ส่งผลต่อการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เพราะความเชื่อ ประเพณี

ตาราง 19 ผลจากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นของครูผู้สอนก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน	
	ก่อนเข้ารับการอบรม	หลังเข้ารับการอบรม
	ความเป็นสากลที่ไม่ว่านักวิทยาศาสตร์จะอยู่ที่ใดก็จะต้องได้ความรู้เดียวกัน	สังคมและวัฒนธรรม ค่านิยมในแต่ละสังคมที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าจะได้รับการส่งเสริมหรือจะขัดแย้งกับค่านิยม ความเชื่อ
6. Observation and inference	การสังเกตกับการลงข้อสรุปแตกต่างกัน เป็นการนำเสนอและบันทึกข้อมูลที่ต่างกัน	การสังเกตและการลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน การสังเกตคือการบอกหรือบันทึกสิ่งที่มองเห็นหรือสังเกตได้ แต่การลงข้อสรุปคือการนำข้อมูลที่มองเห็นมานำเสนอโดยเพิ่มข้อคิดเห็นของตนเองเข้าไป
7. Laws and theories	ทฤษฎีและกฎมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ทฤษฎีจะพัฒนาไปสู่กฎ และกฎจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะกฎคือทฤษฎีที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	ทฤษฎีกับกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันแต่แตกต่างกัน กฎ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งสองสิ่ง สามารถเขียนเป็นสูตรได้ แต่ทฤษฎีเป็นคำอธิบายที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิด และทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้

จากตารางจะเห็นได้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนหลังจากเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการเพิ่มขึ้นในทุกประเด็น โดยพบว่าในประเด็น Tentativeness, Empirical basis, Creativity and imaginative และ Observation and inference ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจก่อนการเข้ารับการอบรมที่ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่หลังการเข้ารับการอบรมมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนประเด็น Subjectivity (Theory–laden), Sociocultural embeddedness และ Laws and theories ก่อนเข้ารับการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้งหมดไม่มีความเข้าใจเลย แต่หลังการอบรมครูส่วนมากมีความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวถูกต้องเพิ่มขึ้น ผลจากตาราง 18 และ 19 แสดงให้เห็นว่าการดำเนินการ การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

4.3 ผลการวิจัยระยะที่ 3 ; ผลของอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรม

4.3.1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติชองวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นในบทที่ 3 ที่ประกอบด้วย คือ 1) Set Context 2) Specific Question 3) Explaining and Demonstrates for Student's guided practice 4) Investigation 5) Discussion and Conclusion และ6) Reflection ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงขั้นตอนและลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ **นักเรียนต้องปฏิบัติ**

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ
1. Set Context	นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาที่จะเรียน รับฟังและทำความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกำหนดและชี้แจงแก่นักเรียน
2. Specific Question	ตอบคำถามที่ครูผู้สอนได้กำหนดเป็นคำถามเฉพาะที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยนักเรียนร่วมกันสนทนาซักถามประเด็นคำถามที่สงสัย อยากทราบคำตอบ
3. Explaining and Demonstrates for Student's guided practice	นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนจากการอธิบายของครูผู้สอนและสังเกตจากการสาธิตของครูผู้สอนในกรณีที่มีกิจกรรมที่ต้องสาธิต และร่วมกันระดมความคิดเพื่อวางแผนในการศึกษาค้นคว้าในประเด็นหรือเนื้อหาที่สอดคล้องกับคำถามโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน
4. Investigation	นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ / สำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความชัดเจน แม่นยำ เพียงพอที่จะนำไปสู่การอภิปราย การลงข้อสรุป
5. Discussion and Conclusion	นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ ชัดเจน ตรวจสอบได้ มีความน่าเชื่อถือที่ได้จากการทดลอง การสังเกต การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และร่วมกันอภิปรายโดยเปิดโอกาสให้สมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังแนวความคิดที่แตกต่างของสมาชิกแต่ละคน ภายใต้ความแตกต่างทางสังคม วัฒนธรรม ประสบการณ์ เพื่อร่วมกันสรุปความรู้ เนื้อหาที่เรียน
6. Reflection	นักเรียนบันทึกอนุทินเพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจเนื้อหา ความคิดเห็นและสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ รวมทั้งประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำ 6 ขั้นตอนดังกล่าวไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมปฏิบัติการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ได้แผนจำนวน 7 แผน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า
2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลิ้งไว้ก่อน
3. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร
4. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภัยพิบัติ
5. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
6. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดฤดู
7. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องข้างขึ้นข้างแรม

<u>ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ขั้นตอน</u>

แผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ขั้นตอน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เรื่องสารและสมบัติของสาร เวลา 2 ชั่วโมง

==========

1. สาระสำคัญ

สาร เป็นสิ่งที่มีสมบัติทั้งเหมือนและแตกต่างกัน สารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีสมบัติแตกต่างกัน

2. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.1 ป 6/4 สำรวจและจำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ผู้เรียนสามารถสำรวจสารรอบ ๆ ตัวได้

3.2 ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและสมบัติของสารได้

3.3 ผู้เรียนสามารถบอกสถานะของสารได้

3.4 ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

3.5 ผู้เรียนสามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ได้

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความหมายของสาร หมายถึง สิ่งที่มีองค์ประกอบอย่างเดียวกัน มีสมบัติเฉพาะและไม่สามารถใช้กลวิธีใด ๆ มาแบ่งแยกให้เป็นส่วนอื่นที่มีองค์ประกอบและสมบัติแตกต่างออกไปได้

4.2 ลักษณะของสาร หมายถึง สิ่งที่ทำให้สารประเภทต่าง ๆ ถูกจำแนกเป็นกลุ่ม ๆ ที่แตกต่างกันไปได้

4.3 สถานะของสาร หมายถึง สภาพที่ดำรงอยู่ได้ ณ อุณหภูมิและความดันหนึ่ง สารต่าง ๆ มี 3 สถานะ ดังนี้ สถานะของแข็ง สถานะของเหลว และสารในสถานะแก๊ส

5. กระบวนการเรียนรู้

5.1 ขั้น Set Context

5.1.1 ครูนำสนทนาในประเด็นของหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสารที่เลือกมาเรียนในชั่วโมงนี้ พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนทราบ หลังจากรับฟังนักเรียนสามารถซักถามในสิ่งที่สงสัยและต้องการความชัดเจน เช่น เนื้อหาที่เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อทำความเข้าใจและมีความพร้อมในสิ่งที่จะเรียน

5.1.2 ครูอธิบายเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นว่า *“การเลือกประเด็นหรือหัวข้อ เนื้อหาสาระที่จะศึกษา รวมทั้งการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เปรียบเสมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีการเลือกประเด็นในการศึกษาและมีจุดประสงค์ เป้าหมายที่ชัดเจน”*

5.2 ขั้น Specific Question

5.2.1นำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสาร โดยให้นักเรียนช่วยกันตอบว่าภายในห้องเรียนหรือบริเวณโรงเรียน สิ่งของที่มองเห็นว่านักเรียนมองเห็นอะไรบ้าง อาสาสมัครตัวแทนออกไปเขียนชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมองเห็นบนกระดานดำ จำนวน 3 คน และมีข้อตกลงว่า ไม่ให้ เขียนชื่อสิ่งของที่มองเห็นซ้ำกัน

5.2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปราย ซักถาม เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานดำ พร้อมทั้งร่วมกันสังเกตลักษณะของสิ่งของแต่ละอย่างที่เขียนบนกระดานดำอีกครั้งว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง

5.2.3 เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่ศึกษาค้นคว้าเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้ ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว โดยอาจใช้คำถามว่า

- นักเรียนคิดว่ารอบ ๆ ตัวเรา มีสารกี่สถานะ *(นักเรียนสามารถตอบคำถามได้หลากหลายครูควรรับฟังและบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้ แนวคำตอบที่ถูกต้องแต่ยังไม่ต้องเฉลยคือ สารรอบ ๆ ตัวเรามี 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส)*
- สารมีความหมายและสมบัติอย่างไรบ้าง *(คำตอบขึ้นอยู่กับความเข้าใจของนักเรียน โดยครูยังไม่ต้องเฉลย)*

จากนั้น ครูชักชวนนักเรียนว่า เราจะกลับมาตอบคำถามเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารในประเด็นต่าง ๆ อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องหรือไม่

5.3 ขั้น Explaining and Demonstrates for Student’s guided practice

5.3.1 เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความหมายและสมบัติของสาร ครูให้นักเรียนดูวิดีทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร ในหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ความหมายของสาร ลักษณะของสาร สถานะของสารและตัวอย่างสาร เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นครูนำอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ดูจากวีดิทัศน์ โดยครูซักถามในประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความหมายของสาร ลักษณะและสถานะของสาร และกระตุ้นให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยจนเข้าใจ

5.3.2 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยครูเตรียมอุปกรณ์ได้แก่ ก้อนหิน ลูกโป่ง ยางรัดของ และน้ำในบีกเกอร์ ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยสุ่มตัวแทนออกมาประมาณ 4 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน โดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

5.3.2.1) นักเรียนสัมผัสก้อนหิน แล้วใช้มือยกก้อนหินขึ้นมา

ครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่ศึกษาค้นคว้าเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้ว่า ก้อนหินมีสถานะใด เมื่อใช้มือยกขึ้นมารู้สึกว่าก้อนหิน มีน้ำหนักหรือไม่

*(**แนวคำตอบ** มีสถานะของแข็ง และมีน้ำหนัก)*

5.3.2.2) นักเรียนรับลูกโป่งและยางรัดของ สังเกตลูกโป่งก่อนเป่าลม จากนั้นให้นักเรียนเป่าลมเข้าไปในลูกโป่ง ใช้ยางรัดของรัดปากลูกโป่งให้แน่น

ครูตั้งคำถามว่า ก่อนเป่าลมเข้าไป ลูกโป่งมีลักษณะอย่างไร หลังจากเป่าลมเข้าไป สิ่งที่อยู่ในลูกโป่งคืออะไร เปรียบเทียบกับก่อนเป่าลมแตกต่างกันอย่างไร

*(**แนวคำตอบ** ก่อนเป่าลมลูกโป่งแฟบ หลังเป่าลม ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น สิ่งที่อยู่ในลูกโป่งคือลม หรือ อากาศ)*

5.3.2.3) ให้นักเรียนสังเกตน้ำในบีกเกอร์ แล้วเทใส่ลงไปในลูกโป่ง

ครูตั้งคำถามว่า น้ำในบีกเกอร์มีสถานะใด เมื่อเทใส่ลงไปในลูกโป่งนักเรียนสังเกตเห็นอะไร

*(**แนวคำตอบ** น้ำมีสถานะของเหลวและรูปร่างเหมือนบีกเกอร์ เมื่อเทใส่ในลูกโป่งมีรูปร่างเหมือนลูกโป่งเวลาที่เป่าลมเข้าไป)*

5.3.3 ครูกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ โดยตั้งคำถามว่า นอกจากอุปกรณ์ที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมมาแล้ว ยังมีสิ่งอื่น ๆ อีกหรือไม่ที่มีสมบัติเหมือนกัน และสามารถแบ่งสิ่งที่นำมาทดลองออกเป็นกี่กลุ่ม

5.3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนการทำกิจกรรมที่ผ่านมา เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ตามพื้นฐานคอนสตรัคติวิสต์ หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3-4 คน ตามความสมัครใจ โดยคละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันทุกคน

5.3.5 ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องสมบัติของสาร เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด วางแผนเกี่ยวกับการทดลอง วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของสาร เมื่อรับใบกิจกรรมแล้วให้ทุกกลุ่มเตรียมอุปกรณ์ในใบกิจกรรมให้พร้อม

5.3.6 ครูให้คำแนะนำ ชี้แจงแนวทางในการทำกิจกรรมของนักเรียนว่า นักเรียนควรร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม การวางแผนเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมไปได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับขั้นตอนการทำกิจกรรมจนเข้าใจก่อนที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1

5.4 ขั้น Investigation

5.4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 1 สังเกตสมบัติของสาร

1. มีสถานะใดบ้าง
2. มีสีหรือไม่ สีอะไร
3. สัมผัสได้หรือไม่ ใช้มือยกถ้วยพลาสติกขึ้น รู้สึกว่ามีน้ำหนักหรือไม่
4. เมื่อผสมน้ำ สารมีลักษณะอย่างไร

5.4.2 ครูเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า *“นักวิทยาศาสตร์จะทำการศึกษา สังเกต เก็บรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง”*

5.4.3 ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยสังเกตพฤติกรรมและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ในการสร้างความรู้ของนักเรียน กระตุ้นด้วยคำถามเพื่อพบว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้และตอบคำถามเท่าที่จำเป็นในทุกกลุ่มเพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ สงสัย พร้อมกำชับให้นักเรียนยึดหลักคุณธรรมของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

5.5 ขั้น Discussion and Conclusion

5.5.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยครูสุ่มตัวอย่างด้วยการจับสลากลำดับที่ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.5.2 เมื่อตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองเสร็จ เปิดโอกาสให้สมาชิกอื่น ๆ ร่วมอภิปราย ซักถาม แสดงความคิดเห็น หรือประเด็นที่ขัดแย้ง แลกเปลี่ยนความรู้ที่แต่ละบุคคลแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นมาเพื่อให้เกิดการนำมาปรับเป็นความรู้ใหม่ หลังจากนั้นกลุ่มที่นำเสนอเสร็จนำใบกิจกรรมที่สรุปผลการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้วส่งครูประจำวิชา

5.5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลองเรื่องสมบัติของสารเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยอภิปรายซักถามในประเด็นต่อไปนี้

1. จากการทดลอง สารมีสถานะใดบ้าง (***แนวคำตอบ*** *สถานะของแข็ง สถานะของเหลว*)

2. สารที่ใช้ในการทดลองมีสีหรือไม่ สีอะไร

(***แนวคำตอบ*** *มีสี - น้ำตาลทราย สีขาว*
- แป้งมัน สีขาว
- ผงซักฟอก มีหลายสี
- น้ำส้มสายชู ไม่มีสี
- แอลกอฮอล์ สีฟ้า
- น้ำมันพืช สีเหลือง)

3. สัมผัสได้หรือไม่ ใช้มือยกถ้วยพลาสติกขึ้น รู้สึกว่ามีน้ำหนักหรือไม่ (***แนวคำตอบ*** *สัมผัสได้ เมื่อใช้มือยกถ้วยพลาสติกขึ้น รู้สึกถึงน้ำหนักของสาร*)

4. เมื่อผสมน้ำ สารมีลักษณะอย่างไร (***แนวคำตอบ*** *น้ำตาลทราย ละลายน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน*

แป้งมัน	*ไม่ละลายน้ำ เมื่อทิ้งไว้สักครู่จะตกตะกอน*
ผงซักฟอก	*ละลายน้ำบางส่วน เป็นของเหลวขุ่น*
น้ำส้มสายชู	*ละลายน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน*
แอลกอฮอล์	*ละลายน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน*
น้ำมันพืช	*ไม่ละลายน้ำ แต่จะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ*)

5.5.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุป สมบัติของสาร จนได้ข้อสรุปว่าสารเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา มีสมบัติทั้งเหมือนและแตกต่างกัน สารในสถานะของแข็ง สถานะของเหลวและสารในสถานะแก๊ส มีสมบัติแตกต่างกัน มีตัวตน ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้

5.5.5 ครูนำสนทนาเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนได้ตอบไว้ก่อนจะดูวิดีทัศน์และทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม เพื่อสรุปความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง และเชื่อมโยงสู่ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนว่า

“การนำข้อมูล หลักฐาน ผลการศึกษาต่าง ๆ มานำเสนอ เปรียบเสมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องนำข้อมูล ความรู้ที่ตนเองค้นพบมานำเสนอต่อชุมชนนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีการแสดงความคิดเห็น เพราะนักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย มีความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อที่แตกต่างกัน จึงเป็นการตรวจสอบความรู้ที่ค้นพบ เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากชุมชนนักวิทยาศาสตร์ ”

5.6 ขั้น Reflection

5.6.1 หลังจากอภิปราย สรุป แล้ว นักเรียนแต่ละคนเขียนบันทึกอนุทินเพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร บันทึกความคิดเห็นที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ที่ได้จากการทำกิจกรรม

5.6.2 นักเรียนบันทึกอนุทินเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียน ได้แก่ *1) การเลือกประเด็นหรือหัวข้อ เนื้อหาสาระที่จะศึกษา รวมทั้งการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เปรียบเสมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีการเลือกประเด็นในการศึกษาและมีจุดประสงค์ เป้าหมายที่ชัดเจน 2)นักวิทยาศาสตร์จะทำการศึกษา สังเกต เก็บรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง 3)การนำข้อมูล หลักฐาน ผลการศึกษาต่าง ๆ มานำเสนอเปรียบเสมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องนำข้อมูล ความรู้ที่ตนเองค้นพบมานำเสนอต่อชุมชนนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีการแสดงความคิดเห็นเพราะนักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย มีความรู้ประสบการณ์ ความเชื่อที่แตกต่างกัน จึงเป็นการตรวจสอบความรู้ที่ค้นพบ เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากชุมชนนักวิทยาศาสตร์*

5.6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร รวมทั้งประเด็นธรรมชาติของงวิทยาศาสตร์ที่บ่งชี้เข้าไปอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเป็นผู้มีเหตุผล รู้จักการนำเสนอและรับฟังข้อมูล ความคิดเห็นจากผู้อื่นต่อไป

5.6.2 ประเมินผลด้วยการทำแบบทดสอบประจำแผน

4.3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนกิจกรรมเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คนที่ร่วมวิจัยได้ฝึกพัฒนากิจกรรมเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมทั้ง 7 เป็น 2 ชุด โดยกิจกรรม 1-3 ใช้เป็นกิจกรรมสาธิต และ กิจกรรม 4-7 ใช้เป็นแบบฝึกหัด

ผลจากการร่วมกันพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 กิจกรรม ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความเข้า ใจของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสัมภาษณ์ และการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้น พบว่าครูผู้ร่วมกิจกรรมทุกคนมีความเข้าใจในการจัดสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีความพร้อมที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลในระยะต่อไป

4.3.3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล

หลังจากผ่านกิจกรรมการพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการกิจกรรมเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทุกคนจะต้องสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยา

ศาสตร์ด้วยตนเอง วิธีดำเนินการทำโดยแบ่งครูออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6- 10 คน ครูทุกคนทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองคนละ 2 แผน โดยใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากนั้นครูแต่ละคนจะต้องนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอน ให้สมาชิกภายในกลุ่มดู เพื่อสะท้อนผลและให้ข้อเสนอแนะ ครูแต่ละคนนำข้อเสนอแนะไปใช้ในการปรับปรุงแผนของตนเองก่อนนำไปใช้สอนจริงกับนักเรียนของตนเอง ผลการปรับปรุงแผนดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ (ในการวิจัยระยะที่ 3 ตอนที่ 3.3)

ครูผู้สอน	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	หมายเหตุ
บอล	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช	มาจากเรื่องสารในชีวิตประจำวัน
แนน	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้า	มาจากเรื่องไฟฟ้า
กล้า	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดจันทรุปราคา 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดข้างขึ้น ข้างแรม	มาจากเรื่องปรากฏการณ์ของโลก
เต๋า	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัยในท้องถิ่นของเรา 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก	มาจากเรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
ปลาย	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับระบบนิเวศ 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโซ่อาหารและสายใยอาหาร	มาจากเรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ทีม	1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการละลายน้ำของสาร 2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเลือกใช้สารในชีวิตประจำวัน	มาจากเรื่องสารในชีวิตประจำวัน

ตารางข้างต้นได้แสดงถึงเนื้อหาที่ครูผู้สอนได้เลือกมาใช้ในการจัดทำแผนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สนใจและต้องนำไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนของตนเอง จะเห็นว่าเนื้อหาที่ครูทั้ง 6 เลือกนั้นที่แตกต่างกัน หลังจากครูได้พัฒนาแผนการเรียนรู้ของตนแล้ว ครูทุกคนต้องมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่มตนเอง ก่อนที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มจะนำแผนรายบุคคลไปทดลองสอนให้สมาชิกในกลุ่มใหญ่(รวม 2 กลุ่ม) ได้ร่วมสังเกต สะท้อนผล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน จากนั้นสมาชิกทุกคนจะปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเองก่อนที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการสอนจริง

เมื่อพิจารณาข้อมูลในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์แต่ละคนพบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีความสามารถในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการสะท้อนผลการสังเกตการสอนของเพื่อน และสามารถเสนอแนะให้เพิ่มประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแต่ละแผนของเพื่อนครูคนอื่นได้ดี

ผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์หลังจากเสร็จสิ้นการวิจัย เกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนแต่ละคน สรุปผลได้ว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน มีความเข้าใจในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขั้นการสอนทั้ง 6 ขั้นตอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้เนื้อหาที่แตกต่างกัน พวกเขามีความมั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเองสามารถสะท้อนกิจกรรมที่บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

สำหรับตัวอย่างการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 22

ตาราง 22 ตัวอย่างผลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 1 กลุ่มที่ 1

ครูผู้สอน	แผนการจัดการเรียนรู้ก่อนการปรับปรุง	ประเด็นที่ควรปรับปรุง	สะท้อนประเด็น NOS	หมายเหตุ
A	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ประเด็น NOS ในแผนนี้ Empirical, Observation and Inference	ควรเพิ่มการสะท้อนประเด็น NOS เข้าไปอีก 2 ประเด็นคือ Tentativeness และ Creativity and Imaginative	-Creativity and Imaginative -Empirical -Tentativeness -Observation and Inference	
B	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า ประเด็น nos ในแผนนี้ คือ Laws and Theories Observation and Inference	ควรเพิ่มการสะท้อนประเด็น NOS เข้าไปอีก 2 ประเด็นคือ Tentativeness และ Empirical	-Empirical -Tentativeness -Laws and Theories -Observation and Inference	
C	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดจันทรุปราคา ประเด็น nos ในแผนนี้คือ Laws and Theories Observation and Inference	ควรเพิ่มการสะท้อนประเด็น NOS เข้าไปอีก 1 ประเด็นคือ Subjectivity (Theory – laden)	-Creativity and Imaginative -Empirical -Tentativeness -Sociocultural embeddedness -Subjectivity (Theory – laden)	

จากตารางจะเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ของครูทุกคนหลังนำเสนอต่อกลุ่มมีการปรับปรุงประเด็นสะท้อนการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาสาสตร์เพิ่มขึ้น

ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูในแต่ละประเด็นให้เพิ่มขึ้นได้ดี นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอบรมปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ยังสามารถพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการ

เรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนเองได้ดีอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากประเด็นที่ครูแต่ละคนได้รับการแนะนำให้เพิ่มเติมเข้าไปในแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนที่ครูแต่ละคนจะนำไปในสอนนักเรียนจริง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 2)เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3)เพื่อศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

5.1 **วิธีดำเนินการวิจัย**

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2.1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวิจัยระยะที่ 3 การศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

ตอนที่ 3.1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6

1) ผลการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม VNOS-C ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 54.14 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Traditional views 2) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 28.73 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Mixed views และ 3) ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 17.13 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Contemporary views ผลจากแบบสำรวจแสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่ม Traditional views คือมีความเข้าใจน้อยหรือไม่มีเลย

2) ผลการสัมภาษณ์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น ของครูทั้ง 3 กลุ่มความเข้าใจ (Traditional views, Mixed views and Contemporary views) พบว่า ครูกลุ่ม Traditional views ไม่เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องในทุกประเด็น กลุ่ม Mixed views มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียง 2 ประเด็น ได้แก่ Empirical basis และ Observation and inference และกลุ่ม Contemporary views มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น โดยประเด็นที่กลุ่มนี้ขาดได้แก่ Subjectivity(Theory – laden), Sociocultural embeddedness และ Laws and theories

5.2.2 ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่สามารถบ่งชี้ 7 ประเด็นที่ใช้พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้กิจกรรมจำนวน 6 กิจกรรม ดังนี้ 1) กิจกรรมวิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ 2) กิจกรรมเรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า 3) กิจกรรมขวดเป่าลูกโป่ง 4) กิจกรรม Tested my hypothesis 5) กิจกรรมกลิ้งไว้ก่อน และ 6) กิจกรรม อะไรอยู่ในกล่อง

5.2.3 ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

1) ผลการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการจากแบบสำรวจ พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน หลังเข้ารับการอบรม มีการพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เพิ่มขึ้นจากก่อนการอบรมอย่างชัดเจน โดยมีระดับความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Contemporary views เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.71 เป็นร้อยละ 34.25 มีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Traditional views ลดลงจากร้อยละ 54.14 เป็นร้อยละ 23.20 และมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Mixed views เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.15 เป็นร้อยละ 45.54

2) ผลการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า หลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม Traditional views , Mixed views และ Contemporary views ครูทั้ง 181 คน ก่อนการเข้ารับการอบรมที่ถูกต้องเพียงบางส่วนในประเด็น Tentativeness, Empirical basis, Creativity and imaginative และ Observation and inference แต่หลังการเข้ารับการอบรมมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนประเด็น Subjectivity (Theory–laden), Sociocultural embeddedness และ Laws and theories ก่อนเข้ารับการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้งหมดไม่มีความเข้าใจ แต่หลังการอบรมครูส่วนมากมีความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวถูกต้องเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

3) ผลการอบรมการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

3.1) ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ส่วนประกอบ เพื่อใช้เป็นกรอบในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดของนักการศึกษา 5 ท่านได้ขั้นตอนในการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ (1) Set Context (2) Specific Question (3) Explaining and Demonstrates for Student's guided practice (4) Investigation (5) Discussion and Conclusion และ (6) Reflection หลังจากการนำขั้นตอนดังกล่าวไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 7 แผน ดังนี้ (1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า (2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลิ้งไว้ก่อน (3) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร (4) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภัยพิบัติ (5) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่ (6) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดฤดู และ (7) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องข้างขึ้นข้างแรม

5.2.3 ผลการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรม ชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 แผนพบว่า หลังการอบรมปฏิบัติการครูผู้สอนทุกคน มีความเข้าใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความพร้อมที่จะจัดทำสร้างการเรียนรู้เป็นรายบุคคลต่อไป

5.2.4 ผลการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

ผลการอบรมปฏิบัติการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายบุคคล พบว่า ครูผู้สอนทุกคนสามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการสะท้อนผลจากการสังเกตการสอนของเพื่อน และสามารถเสนอแนะให้เพิ่มการบ่งชี้

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแผนการเรียนรู้ได้ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คน มีความเข้าใจในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มี 6 ขั้นตอนตามที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยใช้เนื้อหาที่แตกต่างกันและมีความมั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตนเองสร้างขึ้นสามารถบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

5.3 การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 เป็นการเสนอผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 2)เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3)เพื่อศึกษาผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

5.3.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6โดยใช้แบบสอบถาม VNOS-C ของ Lederman , et.al., 2002 และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็น พบว่า ไม่มีครูกลุ่มใดเลยที่เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 7 ประเด็น ครูผู้สอนส่วนมากมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่ม Traditional views ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่เข้าใจหรือเข้าใจน้อย รวมทั้งไม่สามารถอธิบาย เชื่อมโยง หรือให้เหตุผลสนับสนุนในแต่ละประเด็นได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจที่ถูกต้องซึ่งผลที่พบครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rubba; & Harkness. 1993; Abell; & Smith. 1994; Tobin; & McRobbie. 1997 ; Lederman , 1998 ; ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2552 และ เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2550 ที่พบว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้งครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพและครูประจำการมีมุมมองที่คล้ายกันเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นมุมมองที่ไม่ถูกต้องและมีแนวคิดหรือมุมมองแบบ positivism ครูวิทยาศาสตร์ยังมีแนวโน้มในการมองว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นขั้นตอน เป็นสากลปราศจากการมีอิทธิพลจากสังคม วัฒนธรรม การเมืองและความเป็นอัตนัยของนักวิทยาศาสตร์

5.3.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2

5.3.2.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ โดยการนำข้อมูลพื้นฐานความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนจากผลการวิจัยระยะที่ 1 มาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้กิจกรรม จำนวน 6 กิจกรรมที่มีความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรมกับการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นดังนี้ 1) กิจกรรมวิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ 2) กิจกรรมเรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า 3) กิจกรรมขวดเป่าลูกโป่ง 4) กิจกรรม Tested my hypothesis 5) กิจกรรมกลิ้งไว้ก่อน และ 6) กิจกรรม

อะไรอยู่ในกล่อง พบว่ากิจกรรมทั้ง 6 ช่วยทำให้ครูเกิดความเข้าใจและมั่นใจในการสอนก่อนการไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจริง เนื่องจากครูผู้สอนได้ทำเรียนรู้วิธีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมจนสามารถบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Abd - El-Khalick และ Lederman , 2000 ; Abd - El- Khalick etal ,1998 ; Akerson et al, 2000) ที่พบว่าการพัฒนาองค์ความรู้ในแนวคิดธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน สามารถส่งเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้เพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาวิชาชีพครู ซึ่งวิธีการแบบบ่งชี้ร่วมกับการสะท้อนความคิดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู**และ**ผลของวิธีการนี้ส่งผลให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่ถูกต้อง

5.3.2.2 ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 181 คน หลังเข้ารับการอบรม มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสำรวจโดยใช้ VNOS-C เพิ่มขึ้นจากก่อนการอบรมอย่างชัดเจน โดยมีจำนวนครูผู้สอนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม contemporary views เพิ่มขึ้นและมีจำนวนครูผู้สอนที่มีระดับความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลดลงในกลุ่ม traditional views และ mixed views และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนจากการสัมภาษณ์ หลังจากเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีเพิ่มมากขึ้นทุกประเด็นแสดงให้เห็นว่าการดำเนินการในการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน แสดงว่าการอบรมดังกล่าวเหมาะสมกับครูผู้ร่วมวิจัยทำให้ครูได้รับการพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องเนื่องจากครูผู้สอนทุกคนที่เข้ารับการอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจและฝึกบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสอดคล้องกับ Bell and Gilbert, 1994 ที่กล่าวว่าการพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องจะช่วยให้ครูมีความรู้สึกถึงการมีพลังอำนาจในการที่จะพัฒนาตนเอง ทำให้ครูผู้สอนมีความมั่นใจ มุ่งมั่นในการพัฒนาตนเองและนักเรียนต่อไป

5. 3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน

5.3.2.1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอนแบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ขั้น (Schwartz.2002 ; Lederman.2004 ; Akerson. 2000 ; Randy L.Bell. 2010 ; Khishfe $ Abd-El-Khalick 2001) และได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 7 แผน ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า 2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลิ้งไว้ก่อน 3) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสาร

และสมบัติของสาร 4) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภัยพิบัติ 5) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่ 6) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดฤดู และ 7) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องข้างขึ้นข้างแรม ซึ่งแผนทั้ง 7 แผนนี้ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ได้สังเคราะห์แนวการจัดกิจกรรมจากนักวิชาการทั้ง 5 ท่านซึ่งในแผนทั้ง 7 แผนนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาวิชาชีพครูของ Abd-El-Khalick & Lederman, 2000. ที่พบว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้เพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาวิชาชีพครูได้

5.3.2.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนกิจกรรมเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมทั้ง 7 แผนในข้อ 5.3.1 เป็น 2 ชุด ได้แก่กิจกรรมสาธิต และกิจกรรมแบบฝึกหัด และให้ครูร่วมกันพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 กิจกรรม และประเมินความเข้าใจของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสัมภาษณ์และการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้น พบว่า ครูผู้ร่วมกิจกรรมทุกคนมีความเข้าใจในการจัดสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความพร้อมที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลในระยะต่อไป แสดงให้เห็นว่ารูปแบบในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันของครูผู้สอน การได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ การร่วมกันอภิปรายช่วยส่งเสริมให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจแนวคิดและการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับ (Bentley and Fleury, 1998; McComas, 1998b; Meichtry, 1998; Abd-El-Khalick and Akerson, 2004 ;Bell and Gilbert, 1994 ; Loucks-Horsley et al. 2003) ที่พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันหรือระบบการฝึกหรือแนะนำโดยเพื่อน , การสะท้อนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การฝึกฝน การให้คำปรึกษา การนำหลักสูตรไปใช้ และการสาธิตบทเรียน ตลอดจนแบ่งปันประสบการณ์ในห้องเรียนของตนกับผู้อื่น และความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมที่สะท้อนกลับมา มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมแนวคิดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 แผนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนาความเข้าใจในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี ทำให้ครูผู้สอนมีความพร้อมที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองต่อไป

5.3.2.3 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์รายบุคคล

ผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายบุคคลของครูผู้สอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเลือกใช้เนื้อหาที่ครูผู้สอนแต่ละคนสนใจ และนำมาทดลองสอนให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมสังเกต สะท้อนผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น พบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการสะท้อนผลจากการสังเกตการสอนของเพื่อนในกรณีที่เสนอแนะให้เพิ่มการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในแต่ละแผนได้อย่างดี และมีความเข้าใจในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นการสอน 6 ขั้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นว่า รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการร่วมกันสะท้อนผล การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถพัฒนาความสามารถ ความเข้าใจ ความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของ Akerson and Abd-El-Khalick .2003 ; Bentley and Fleury, 1998; McComas, 1998b; Meichtry, 1998; และ Abd-El-Khalick and Akerson, 2004 ที่พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันหรือระบบการฝึกหรือแนะนำโดยเพื่อน , การสะท้อนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมแนวคิด ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) จากผลการวิจัยที่พบว่า การพัฒนาครูโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งได้เป็น3 กลุ่มใน Traditional views กลุ่ม Mixed views และกลุ่ม Contemporary views ซึ่งนักเรียนกลุ่ม Traditional views และกลุ่ม Mixed views ยังมีไม่ความเข้าใจธรรมขาติของวิทยาศาสตร์บางประเด็น ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรสร้างและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยพัฒนาความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น

2) จากผลการวิจัยที่พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติและความสามารถในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนอกจากจะช่วยพัฒนาความเข้าและความสามารถของครูในการสร้างแผนแล้ว ยังช่วยทำให้ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ด้วย ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ตนเองสอน

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการวิจัยเพื่อขยายผลการจัดการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมทุกระดับของการศึกษาขั้นพื้นฐาน เนื่องจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลมากยิ่งขึ้น

2) ควรมีนำกิจกรรมการเรียนรู้จากงานวิจัยครั้งนี้ไปการพัฒนาต่อยอดเป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการฝึกอบรมพัฒนาวิชาชีพครู ให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการสร้างแผนการเรียนรู้แบบบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ 6 ขั้นตอนด้วยตัวเอง ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ครูนำไปใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียนต่อไป

บรรณานุกรม

กุศลิน มุสิกุล .(2551) **. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ .** ใน เอกสารประกอบการอบรมครู. เอกสารอัด สำเนา.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2551). **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.** ใน เอกสารประกอบการอบรมครู สควค. เอกสารอัดสำเนา.

_____ .(2552) . **แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**. วารสารวิทยาลัยการฝึกหัดครู

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ .(2550) .**การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง .**วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เบญจา ยอดดำเนิน – แอ๊ตติกส์ .(2552) .**การศึกษาเชิงคุณภาพ : เทคนิคการวิจัยภาคสนาม** . ตำราประกอบการสอนและการวิจัย .มหาวิทยาลัยมหิดล

พวงผกา สุทธกูลและนฤมล ยุตาคม . (2551) . **ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิรินภา กิจเกื้อกูลและคณะ. (2548) . **ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .** วิทยาสารเกษตรเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์

สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม . (2551). **ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของ ครูผู้สอนวิชาเคมี** .คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธาวัลย์ มีศรี . (2551).**ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ .** วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร:องค์การค้าของคุรุสภา.

องอาจ นัยพัฒน์ . (2548) .**วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**.(พิมพ์ครั้งที่ 1) .กรุงเทพ .สามลดา**.**

American Association for the Advancement of Science (AAAS.). (1993). **Benchmarks for Science Literacy**. New York: Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice ElementaryScience Courses: Abandoning Scientism,But... **Journalof Science Teacher Education,** 12(3).

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N.G. (2000).Improving Science Teachers' Conceptions of

Natureof Science: a Critical Review of theLiterature. **International Journal of Science Education,** 22(7) .

Abell, S.K. & Smith, D.C. (1994). What isScience?: Preservice Elementary Teachers' Conceptionsof the Nature of Science.**International Journal of Science Education,**16(4) .

Akerson, V.L. & Abd-El-Khalick, F. (2003). TeachingElements of Nature of Science: A Yearlong Case Study of a Fourth-Grade Teacher.**Journal of Research in Science Teaching,** 40(10)

Akerson, V.L., Abd-El-Khalick, F. & Lederman,N.G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on ElementaryTeachers' Conceptions of Nature of Science.**Journal of Research in Science Teaching,**37(4) .

Bell, B. (1993). **Taking into Account Students' Thinking: A Teacher Development Guide. Centre for Science and Mathematics Education Research**. New Zealand: University of Waikato.

Ben-Ari, M. (2005). **Just a Theory: Exploring the Nature Of Science**. Amherst, NY:Prometheus Books.

Bryman, A. (2001) . **Social Research Methods.** NewYork: Oxford University Press.

Clough, M.P. and Olson, J.K. (2004). The nature of science always part of the science story. **The Science Teacher**.

Cobern, W. W. and C. C. Loving. (1998). "The card exchange: introducing the philosophy ofscience."

In W. F. McComas. (ed.) ,(1998). **The Nature of Science in Science Education: Rationales andStrategies.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 73-82.

Driver, R., Leach, J., Miller and P. Scott. (1996). **Young People Images of Science**. Pennsylvania,Bristol: Open University Press.

Fraenkel, J. R., and N. E. Wallen. (2003). **How to design and evaluate research in education**(5th ed.). Boston: McGraw Hill.

Kemmis, S. (1993). **Action research, In: Hammersley, M. (Ed.) Educational Research: Current issues**. London: Paul Chapman Publishing Ltd

Lederman, N. G. (2006). Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future**. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching,** 7 (1): Foreword.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. and R. S. Schwartz. (2002). "Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners'Conceptions of Nature of Science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (6):

Lederman, N.G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A

Reviewof the Research. **Journal of Research in Science Teaching,** 29(4) .

Lederman, N.G. (1998). "The State of Science Education: Subject Matter without Context". **Electronic Journal of Science Education,** 3(2) .

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching,** 39(6).

Lederman, N.G., Wade, P. & Bell, R.L. (1998). Assessing Understanding of the Nature of Science: A Historical Perspective. In W.F.

Matthews, M. (1994). **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. NewYork: Routledge.

McComas, W. F. ed. (1998). **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F. (2005). **Seeking NOS standards: What content consensus exists in popular books on the nature of science?.** Paper presented at the Annual Conference of the National Association of Research in Science Teaching, 4-7 April 2005. Dallas: Texas 2005.

McComas, W.F., Clough, M.P. and Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In **The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher

Meyling, H. (1997). "How to change students' conceptions of the epistemology of science." **Science and Education** 6 (4):.

Roberts, R.M. 1989. **Serendipity: Accidental Discoveries in Science.** New York: John Wiley & Sons.

Tashakkori, A. and C. Teddlie, (1998). **Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches**. California: Thousand Oaks.

Tobias, S. (1990). "They're Not Dumb. They're Different. A New "Tier of Talent" for Science." **Change***, 22*(4): 11-30.

Tepkanya Promkatkeaw. (2007). **A Development of Program for Primary School Teachers onNature of Science Instruction**. Dissertation, Ph.D. (science education). Bangkok: Graduate School, Kasetsart University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รศ.ดร.คงศักดิ์ ธาตุทอง	อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. นายสมชาย มิตรมูลพิทักษ์	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ
3. นายทวี บรรจง	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ
4. นางสาวยุพาพร หรเสริฐ	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
5. ดร.ฉลาด เสริมปัญญา	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS –C

ข้อที่	รายการ	หมายเหตุ
1	- (ตามความเห็นของท่าน) 2. วิทยาศาสตร์คืออะไร 2. อะไรทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เช่น ศาสนา ปรัชญา	
2	การทดลองคืออะไร	
3	การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **ต้องการ** การทดลองหรือไม่ ☐ **ต้องการ การทดลอง** ☐ **ไม่ต้องการ การทดลอง** เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
4	หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะนำเสนอว่า อะตอมเป็นศูนย์กลางของนิวเคลียส และมีโปรตอน (มีประจุบวก) นิวตรอน (มีประจุเป็นกลาง) และอิเล็กตรอน (มีประจุลบ) โคจรรอบนิวเคลียส ● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจได้อย่างไรว่า อะตอมมีโครงสร้างดังที่นำเสนอนั้น ● ท่านคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า อะตอมมีโครงสร้างเช่นนั้น	
5	ทฤษฎีและกฎต่างกันหรือไม่ กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	
6	หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาทฤษฎีขึ้นแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ท่านคิดว่าทฤษฎีเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ☐ ทฤษฎีไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ ▪ เพราะเหตุใด ▪ เมื่อทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เพราะเหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีเหล่านั้น กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
7	หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะให้นิยาม สปีชีซ์ (species) ว่า เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและสามารถสืบพันธุ์เพื่อรักษาเผ่าพันธุ์ได้ ● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจเกี่ยวกับลักษณะของสปีชีซ์ได้อย่างไร ● ท่านคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า สปีชีซ์มีลักษณะเป็นเช่นนั้น	
8	นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบจากประเด็นคำถามที่เขาตั้งไว้ ● นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ ☐ ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กรุณาระบุว่า ใช้ในขั้นตอนใดของการสำรวจตรวจสอบ (วางแผนและออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล) กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	

แบบสอบถามความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ VNOS –C (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	หมายเหตุ
	กรุณาระบุว่า ใช้ในขั้นตอนใดของการสำรวจตรวจสอบ (วางแผนและออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล) กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	
9	เป็นที่เชื่อถือกันว่า ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปจากโลกเมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา โดยสมมุติฐานเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ที่ได้รับการสนับสนุนจากนักวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวางมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ ● กลุ่มที่ 1: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลก แล้วทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ตามมาที่ส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ ● กลุ่มที่ 2: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีการระเบิดของภูเขาไฟอย่างรุนแรง ส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ สมมติฐานที่ต่างกันนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร หากนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มใช้ข้อมูลเดียวกัน	
10	บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์แฝงด้วยค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม เพราะการทำงานวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นค่านิยมทางสังคมและการเมือง ข้อตกลงเบื้องต้นทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม บางคนเชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์อยู่เหนือขอบเขตความเป็นชนชาติและวัฒนธรรม ไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากสังคม การเมือง ค่านิยมทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม ☐ ถ้าท่านเชื่อว่า วิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ☐ ถ้าท่านเชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	

ขอบคุณในความร่วมมือ...

Views of Nature of Science Scoring Rubric

ประเด็นคำถาม	ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
ในมุมมองของท่าน 3. วิทยาศาสตร์คืออะไร 2. อะไรทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เช่น ศาสนา ปรัชญา	1.วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโลก จักรวาล สิ่งต่างๆ รอบตัวเราหรือการทำงานของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว /ศึกษาหรือพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น/อธิบายสิ่งต่าง ๆรอบตัวเรา/ 2. - วิทยาศาสตร์และศาสนามีความคล้ายคลึงกันเพราะต่างก็ต้องการทั้งจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ แต่วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน การทดลอง หรือการพยากรณ์ (คาดคะเน) ที่มีความเที่ยงตรงและวิทยาศาสตร์มีคำถามในสิ่งที่สามารถหาคำตอบได้ - วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกับศาสนาและปรัชญา เพราะวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานในการสร้างความรู้หรือต้องการการคาดคะเนที่มีความเที่ยงตรงโดยใช้ความรู้เป็นฐาน ในขณะที่ศาสนาและปรัชญาใช้เพียงศรัทธาในการสร้างความรู้เท่านั้น - ไม่ใช้คำต่างๆเหล่านี้ เช่น พิสูจน์ , ความจริง, ถูกต้อง , จริงแท้ - มีการใช้คำว่าวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงแต่ศาสนา/ปรัชญาไม่มีการเปลี่ยนแปลง	5
	1.วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโลก /ศึกษาหรือพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น 2. - วิทยาศาสตร์และศาสนามีความคล้ายคลึงกัน แต่วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน การทดลอง หรือการพยากรณ์ (คาดคะเน) ที่มีความเที่ยงตรง - วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกับศาสนาและปรัชญา เพราะวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานในการสร้างความรู้ ในขณะที่ศาสนาและปรัชญาใช้ศรัทธา - มีการใช้คำว่าวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงแต่ศาสนา/ปรัชญาไม่มีการเปลี่ยนแปลง	4
	1.วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโลกหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น 2. - วิทยาศาสตร์และศาสนามีความคล้ายคลึงกันเพราะมีหลักความรู้เหมือนกัน	3

	- วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกับศาสนาและปรัชญา เพราะวิทยาศาสตร์มีการทดลอง แต่ศาสนาไม่มีการทดลอง	
	1.วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีการทดลองเป็นขั้นเป็นตอนที่ตายตัว 2. - วิทยาศาสตร์และศาสนามีความคล้ายคลึงกันเพราะมีความรู้เหมือนกัน	2
	1.ตอบได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีการทดลองเป็นขั้นเป็นตอนที่ตายตัวแต่ไม่มีคำอธิบายเกี่ยวกับศาสนา	1
2. การทดลองคืออะไร	-การทดสอบ /การสาธิต/กระบวนการ/ขั้นตอน/การสังเกต/การจัดการ/การสืบเสาะเพื่อหาคำตอบหรือศึกษาตัวแปรสองชนิดเพื่อตรวจสอบทฤษฎี -การดำเนินงานตามแบบแผน/การทำซ้ำๆ /การทำงานโดยมีการควบคุมตัวแปร/การมีระบบระเบียบ/การทดลอง -การเก็บข้อมูล/หลักฐาน/การทำการสังเกต/การวัด/การรวบรวมข้อมูล -การสรุปหรือวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือช่วยในการคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นหรือการค้นหาแบบแผนต่างๆ	5
	-การทดสอบ /การสาธิต/กระบวนการ/ขั้นตอน/การสังเกต/การจัดการ/การสืบเสาะเพื่อหาคำตอบ -การดำเนินงานตามแบบแผน/การทำซ้ำๆ / การทดลอง -การเก็บข้อมูล/หลักฐาน/การทำการสังเกต/การวัด -การสรุปหรือวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือช่วยในการคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้น	4
	-การทดสอบที่มีขั้นตอนเพื่อหาคำตอบ -การเก็บข้อมูล/หลักฐาน/การทำการสังเกต -การสรุปหรือวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปสิ่งที่เกิดขึ้น	3
	- การทำตามขั้นตอนที่กำหนดชัดเจนเพื่อหาคำตอบ -การสังเกตและบันทึกผล -การสรุป	2
	- การทำตามขั้นตอนที่เป็นขั้นเป็นตอนตามลำดับเพื่อให้ได้ผลการทดลองออกมา	1
3. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **ต้องการ** การทดลองหรือไม่ ☐ **ต้องการ การทดลอง** ☐ **ไม่ต้องการ การ**	1.-ต้องการ(ทั้งแบบที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนหรือแบบโดยนัย) - เพราะข้อมูล/การสังเกตที่ได้เป็นพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นพื้นฐานที่ช่วยให้คาดคะเนหรือพยากรณ์อนาคต - เพราะตัวอย่างหรือการอธิบายโดยใช้ภาพประกอบมีความชัดเจน ,ตรงประเด็น,และการอธิบายการใช้ข้อมูล /หลักฐานหรือการ	5

<u>ทดลอง</u> เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	อธิบายข้อกล่าวอ้างของความรู้ที่เฉพาะเจาะจง - ไม่ใช้คำว่า พิสูจน์ , ข้อเท็จจริง, ความจริงแท้ ฯลฯ 2.(กรณีตอบว่าไม่ต้องการ มีคำอธิบายว่า : การพัฒนาความรู้จะต้องเกิดจากการเรียนรู้ที่มีแบบแผน / การบรรยาย ไม่ได้เกิดจากการทดลอง เพราะเป็นเรื่องยากที่จะทำการประเมินผลตัวอย่างแต่ละอย่างได้และอาจจะเกิดข้อผิดพลาดจากการประเมินผลได้)	
	1.-ต้องการ - เพราะข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - เพราะตัวอย่างหรือการอธิบายมีความชัดเจน,ตรงประเด็น,มีการอธิบายการใช้ข้อมูล /หลักฐาน - ไม่ใช้คำว่า พิสูจน์ , ข้อเท็จจริง 2.(กรณีตอบว่าไม่ต้องการ :การพัฒนาความรู้จะต้องเกิดจากการเรียนรู้ ไม่ได้เกิดจากการทดลอง เพราะอาจจะเกิดข้อผิดพลาดจากการประเมินผลได้)	4
	1.-ต้องการ - เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องทดลองให้ได้ข้อมูล - เพราะตัวอย่างมีความชัดเจน, มีการอธิบายการใช้ข้อมูล 2.ไม่ต้องการ : การพัฒนาความรู้จะต้องเกิดจากการเรียนรู้ ไม่ได้เกิดจากการทดลอง เพราะอาจจะเกิดข้อผิดพลาดจากการประเมินผลได้	3
	1.-ต้องการ - เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีการทดลองเสมอ - เพราะมีการอธิบายข้อมูล 2.ไม่ต้องการ: การพัฒนาความรู้จะต้องเกิดจากการเรียนรู้เท่านั้น	2
	1.-ต้องการ - เพราะวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องทดลอง 2.ไม่ต้องการ : เพราะไม่จำเป็นต้องใช้การทดลอง	1
4.หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะนำเสนอว่า อะตอมเป็นศูนย์กลางของนิวเคลียสและมีโปรตอน (มีประจุบวก) นิวตรอน (มีประจุเป็นกลาง) และอิเล็กตรอน (มีประจุลบ) โคจรรอบนิวเคลียส	- เชื่อว่าโครงสร้างอะตอมหรือเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ - มั่นใจเพราะโครงสร้างอะตอมสร้างขึ้นมาจากรูปแบบของความคิดสร้างสรรค์พร้อมๆกับผลจากการทดลองหรือการเดาโดยใช้ผลการทดลองเป็นฐาน -นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการในการสร้างโครงสร้างอะตอม เพราะไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้ - เราไม่เคยเห็นอะตอม - กล่าวถึงอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ , การตรวจสอบการทดลอง, พันธะเคมี,สิ่งที่แสดงออกมาบนพื้นฐานการทำนาย ,การทดลองจาก	5

● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจได้อย่างไรว่าอะตอมมีโครงสร้างดังที่นำเสนอนั้น ● ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า อะตอมมีโครงสร้างเช่นนั้น	ชื่อที่กำหนดขึ้น	
	- มั่นใจเพราะโครงสร้างอะตอมสร้างขึ้นมาจากความคิดสร้างสรรค์หรือการเดาโดยใช้ผลการทดลอง -นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการในการสร้างโครงสร้างอะตอม เพราะไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้ - เราไม่เคยเห็นอะตอม - กล่าวถึงอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ , การตรวจสอบการทดลอง, พันธะเคมี,สิ่งที่แสดงออกมาบนพื้นฐานการทำนาย	4
	- มั่นใจเพราะโครงสร้างอะตอมสร้างขึ้นมาจากความคิดสร้างสรรค์หรือการเดาของตนเอง - นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการเพราะไม่มีใครเคยเห็นอะตอม - กล่าวถึงอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ , การตรวจสอบการทดลอง, พันธะเคมี,สิ่งที่แสดงออกมาบนพื้นฐานการทำนาย	3
	- มั่นใจเพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นคนสร้างโครงสร้างอะตอมขึ้นมาจากความคิดของตนเอง - เราไม่เคยเห็นอะตอม - กล่าวถึงอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ , การตรวจสอบการทดลอง,สิ่งที่แสดงออกมาบนพื้นฐานการทำนาย	2
	- นักวิทยาศาสตร์สร้างโครงสร้างอะตอมสร้างขึ้นมาเอง - กล่าวถึงอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ , การตรวจสอบการทดลอง,สิ่งที่แสดงออกมาบนพื้นฐานการทำนาย	1
5.ทฤษฎีและกฎต่างกันหรือไม่ กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	-กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันแต่มีความแตกต่างกัน - กฎเป็นการบรรยายสิ่งต่างๆที่ได้จากการสังเกตหรือสิ่งที่เชื่อถือได้มากกว่าทฤษฎี(เป็นสิ่งที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป)เพราะมีหลักฐานจากการสังเกตที่มีจำนวนมาก - ทฤษฎีเกิดจากพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์หรือแนวคิดของคนใดคนหนึ่ง/การเดา/ความเชื่อ/การสมมุติ - ทฤษฎีเป็นสิ่งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน - ทฤษฎีคือ ความพยายามที่จะอธิบายว่า “ ทำไม “ หรือสิ่งต่างๆ ทำงานอย่างไร - ยกตัวอย่างที่เป็นการให้รายละเอียดความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีหรือการระบุอย่างถูกต้องทั้งกฎ/แบบจำลองและทฤษฎีโดยชื่อหรือรายละเอียดที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างน้อย 5 ประเภท	5
	-กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน - กฎเป็นการบรรยายสิ่งต่างๆที่ได้จากการสังเกตหรือสิ่งที่เชื่อถือได้มากกว่าทฤษฎีเพราะมีหลักฐาน	4

	- ทฤษฎีเกิดจากพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์หรือแนวคิดของคน/การเดา/ความเชื่อ - ทฤษฎีเป็นสิ่งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน - ทฤษฎีคือ ความพยายามที่จะอธิบายว่า “ ทำไม “ หรือสิ่งต่างๆ ทำงานอย่างไร - ยกตัวอย่างที่เป็นการให้รายละเอียดความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีหรือการระบุอย่างถูกต้องทั้งกฎ/แบบจำลองและทฤษฎี ได้อย่างน้อย 4ประเภท	
	- กฎเป็นการบรรยายสิ่งต่างๆที่ได้จากการสังเกตหรือสิ่งที่เชื่อถือได้มากกว่าทฤษฎี - ทฤษฎีคือ ความพยายามที่จะอธิบายว่า “ ทำไม “ หรือสิ่งต่างๆ ทำงานอย่างไร - ยกตัวอย่างที่เป็นการให้รายละเอียดความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ได้อย่างน้อย 3 ประเภท	3
	- กฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎี - ทฤษฎีพัฒนาไปสู่กฎ - ทฤษฎีคือ ความพยายามที่จะอธิบายว่า “ ทำไม “ หรือสิ่งต่างๆ ทำงานอย่างไร - ยกตัวอย่างชื่อของกฎและทฤษฎี ได้อย่างน้อย 2 ประเภท	2
	- กฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎี - ทฤษฎีพัฒนาไปสู่กฎ	1
6.หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาทฤษฎีขึ้นแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ท่านคิดว่าทฤษฎีเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ☐ ทฤษฎีไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ ▪ เพราะเหตุใด ▪ เมื่อทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เพราะ	- เปลี่ยนแปลง (ไม่คงที่) - เปลี่ยนแปลงเพราะมีการสังเกตใหม่ ๆ / มีข้อมูลที่ไม่เหมาะสมกับทฤษฎีในปัจจุบัน - เปลี่ยนแปลงเพราะหลาย ๆ ทฤษฎีเป็นพื้นฐานหรือแนวทางสำหรับการทดลองในอนาคตหรือการถ่ายทอดความรู้ไปพร้อม ๆ กับความเข้าใจที่กว้างขวาง ครอบคลุมมากขึ้น หรือ การตอบคำถาม “ อย่างไร “ และ “ ทำไม “ หรือการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ - ยกตัวอย่างที่เป็นการให้รายละเอียดว่าทำไมจึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือทำไมต้องเรียนรู้ทฤษฎีได้	5
	- เปลี่ยนแปลง (ไม่คงที่) - เปลี่ยนแปลงเพราะมีข้อมูลใหม่ๆ - ทฤษฎีเป็นพื้นฐานหรือแนวทางสำหรับการทดลองในอนาคต หรือการตอบคำถาม “ อย่างไร “ และ “ ทำไม “ หรือการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ - ยกตัวอย่างที่เป็นการให้รายละเอียดว่าทำไมจึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือทำไมต้องเรียนรู้ทฤษฎีได้	4

เหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีเหล่านั้น กรุณายกตัวอย่างประกอบ	- เปลี่ยนแปลง (ไม่คงที่) - เปลี่ยนแปลงเพราะมีข้อมูลใหม่ๆ - ทฤษฎีเป็นการตอบคำถาม “ อย่างไร “ และ “ ทำไม “	3
	- เปลี่ยนแปลง (ไม่คงที่) - เปลี่ยนแปลงเพราะมีข้อมูลใหม่ๆ	2
	- ไม่เปลี่ยนแปลง - ทฤษฎีเป็นการตอบคำถาม “ อย่างไร “ และ “ ทำไม “	1
7.หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักจะให้นิยาม สปีชีซ์ (species) ว่า เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและสามารถสืบพันธุ์เพื่อรักษาเผ่าพันธุ์ได้ ● นักวิทยาศาสตร์มั่นใจเกี่ยวกับลักษณะของสปีชีซ์ได้อย่างไร ● ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานอะไรในการตัดสินว่า สปีชีซ์มีลักษณะเป็นเช่นนั้น	- มั่นใจมาก / เชื่อมั่น 100 % - นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างนิยามนั้นขึ้นมา หรือ นักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คนเห็นด้วยกับนิยามนั้น -การสังเกต(ลักษณะทางกายภาพ/ลักษณะเฉพาะและความสามารถในการสืบพันธุ์)หรือหลักฐานต่างๆที่ไม่เคยถูกนำมาใช้ตรงกันข้ามความคิดรวบยอดถูกกำหนดขึ้นมาบนพื้นฐานของการสังเกตลักษณะทางกายภาพ/ลักษณะเฉพาะและความสามารถในการสืบพันธุ์ -ใช้แบบจำลองที่สร้างโดยใช้จินตนาการเพื่อให้เห็นภาพของสปีชีซ์	5
	- มั่นใจมาก - นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างนิยามนั้นขึ้นมา และมีคนเห็นด้วย -การสังเกต(ลักษณะทางกายภาพ/ลักษณะเฉพาะและความสามารถในการสืบพันธุ์)หรือหลักฐานต่างๆที่ไม่เคยถูกนำมาใช้ความคิดรวบยอดถูกกำหนดขึ้นมาบนพื้นฐานของการสังเกต -ใช้แบบจำลองที่สร้างโดยใช้จินตนาการเพื่อให้เห็นภาพของสปีชีซ์	4
	- มั่นใจ - นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างนิยามนั้นขึ้นมา คนจึงเห็นด้วยเพราะเชื่อ -ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นภาพของสปีชีซ์	3
	- เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างนิยามนั้นขึ้นมาเอง จึงมั่นใจ -ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นภาพของสปีชีซ์	2
	- นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างนิยามนั้นขึ้นมาเอง จึงเชื่อความคิดของตน -ใช้การเดาเพราะมองไม่เห็น	1
8.นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบจากประเด็น	- ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 1 ระยะ (หรือไม่ชัดเจนว่าจะนำไปใช้ในทุกระยะหรือไม่) - ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกระยะ / ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการดำเนินการทุกขั้นตอน - ใช้ในขั้นตอนของการเลือกใช้ทฤษฎี / แบบจำลองในการทำงาน	5

คำถามที่เขาตั้งไว้ ● นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ ☐ ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กรุณาระบุว่า ใช้ในขั้นตอนใดของการสำรวจตรวจสอบ (วางแผนและออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล) กรุณายกตัวอย่างประกอบ ☐ ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะเหตุใด กรุณายกตัวอย่างประกอบ	หรือการตีความ/ / การคิดคำนวณ /การแปลความหมาย/การลงความเห็น /ที่ทำให้ได้คำตอบ - ตัวอย่างอื่นๆที่ตรงประเด็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างไร	
	- ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 1 ระยะ - ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกระยะ - ใช้ในขั้นตอนของการเลือกใช้ แบบจำลองในการทำงานหรือการตีความ/ / การคิดคำนวณ /การแปลความหมาย/การลงความเห็น / ที่ทำให้ได้คำตอบ - ตัวอย่างอื่นๆที่ตรงประเด็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างไร	4
	- ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 1 ระยะ - ใช้ในขั้นตอนของการตีความ /การแปลความหมาย/การลงความเห็น /ที่ทำให้ได้คำตอบ - ตัวอย่างอื่นๆที่ตรงประเด็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างไร	3
	- ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 1 ระยะ - ใช้ในขั้นตอนของการตีความ /การลงความเห็น - ตัวอย่างอื่นๆที่ตรงประเด็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างไร	2
	- ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 1 ระยะ - ตัวอย่างอื่นๆที่ตรงประเด็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างไร	1
9.เป็นที่เชื่อถือกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปจากโลกเมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา โดยสมมุติฐานเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ที่ได้รับการสนับสนุนจากนักวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวางมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ ● กลุ่มที่ 1: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่ง	- ข้อมูลมีความเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ หรือมีข้อจำกัด/ข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งสองสถานการณ์มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน - กระบวนการสรุปผลคือผลลัพธ์ของการตีความข้อมูลอย่างสร้างสรรค์หรือการคาดเดาของนักวิทยาศาสตร์/การตีความ/การกล่าวอ้าง/ที่มาพร้อมแนวคิดต่างๆ - นักวิทยาศาสตร์เลือกสนับสนุนกลุ่มที่มีแนวคิดตรงกับความเข้าใจธรรมชาติของพวกเขาเองหรือ หรือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อหรือรู้สึกว่าข้อสรุปข้อไหนที่ดีกว่า หรือการที่นักวิทยาศาสตร์เลือกที่จะมุ่งไปยังลักษณะใดมากกว่าลักษณะอื่น หรือนักวิทยาศาสตร์ถูกเหนี่ยวนำด้วยความอคติของเขาเอง - ทั้งสองกลุ่มเป็นที่ยอมรับตราบเท่าที่ข้อมูลยังมีความเที่ยงตรงและพิสูจน์ให้เห็นว่าความคิดอื่นๆนั้นผิด	5
	- ข้อมูล/ข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งสองสถานการณ์มี	4

ชนโลก แล้วทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ตามมาที่ส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ ● กลุ่มที่ 2: เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมา มีการระเบิดของภูเขาไฟอย่างรุนแรงส่งผลให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ สมมติฐานที่ต่างกันนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร หากนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มใช้ข้อมูลเดียวกัน	ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน - กระบวนการสรุปผลคือผลลัพธ์ของการตีความข้อมูลอย่างสร้างสรรค์หรือการคาดเดาของนักวิทยาศาสตร์/การตีความ/การกล่าวอ้าง - นักวิทยาศาสตร์เลือกสนับสนุนกลุ่มที่มีแนวคิดตรงกับความเข้าใจธรรมชาติของพวกเขาเองหรือ หรือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อหรือรู้สึกว่าข้อสรุปข้อไหนที่ดีกว่า หรือนักวิทยาศาสตร์ถูกเหนี่ยวนำด้วยความอคติของเขาเอง - ทั้งสองกลุ่มเป็นที่ยอมรับตราบเท่าที่ข้อมูลยังมีความเที่ยงตรงและพิสูจน์ให้เห็นว่าความคิดอื่นๆนั้นผิด	
	- ข้อมูล/ข้อเท็จจริงทั้งสองสถานการณ์มีความแตกต่างกัน - นักวิทยาศาสตร์เลือกสนับสนุนกลุ่มที่มีแนวคิดตรงกับความเข้าใจธรรมชาติของพวกเขาเองหรือ หรือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อหรือรู้สึกว่าข้อสรุปข้อไหนที่ดีกว่า - ทั้งสองกลุ่มเป็นที่ยอมรับตราบเท่าที่ข้อมูลยังมีความเที่ยงตรงและพิสูจน์ให้เห็นว่าความคิดอื่นๆนั้นผิด	3
	- ข้อมูลทั้งสองสถานการณ์มีความแตกต่างกัน - นักวิทยาศาสตร์เลือกสนับสนุนกลุ่มที่มีแนวคิดตรงกับความเข้าใจธรรมชาติของพวกเขาเอง หรือกลุ่มที่เขามองว่าดีกว่า	2
	- ข้อมูลมีความแตกต่างกัน - นักวิทยาศาสตร์เลือกสนับสนุนกลุ่มที่มีแนวคิดตรงกับความเข้าใจของพวกเขาเอง	1
10.บางคนเชื่อว่าวิทยาศาสตร์แฝงด้วยค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม เพราะการทำงานวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นค่านิยมทางสังคมและการเมือง ข้อตกลงเบื้องต้นทางปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม บางคนเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากล เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์อยู่เหนือ	-เชื่อว่าวิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมเพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นมนุษย์คนหนึ่งที่อาศัยอยู่ในชุมชนที่มีทั้งความเชื่อ ค่านิยม การอบรมสั่งสอน การเมือง ศาสนา ประเพณี ต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทำงานนักวิทยาศาสตร์ -นักวิทยาศาสตร์จะทำงานหรือสร้างความรู้ตามความคิดของตนเองเพียงคนเดียวไม่ได้ ต้องดูว่าสังคมหรือชุมชนที่ตนเป็นส่วนหนึ่งในนั้น เขามีความเชื่อ มีค่านิยมหรือมีผลกระทบทางการเมืองอย่างไรบ้าง -ยกตัวอย่างการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่นการทำงานหรือการค้นพบความรู้ของกาลิเลโอ /การทำงานวิจัยยางพาราทางภาคใต้ / บั้งไฟพญานาค ฯลฯ ได้อย่างน้อย 5รายการ	5
	-เชื่อว่าวิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมเพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นมนุษย์คนหนึ่งที่อาศัยอยู่ในชุมชนที่มีทั้งความเชื่อ ค่านิยม การอบรมสั่งสอน การเมือง ศาสนา ประเพณี ต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทำงานนักวิทยาศาสตร์	4

ขอบเขตความเป็นชนชาติและวัฒนธรรม ไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากสังคม การเมือง ค่านิยมทาง ปรัชญา และแบบแผนทางสติปัญญาของวัฒนธรรม ☐ ถ้าท่านเชื่อว่าวิทยาศาสตร์สะท้อนค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ☐ ถ้าท่านเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากล กรุณาอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	-นักวิทยาศาสตร์จะทำงานหรือสร้างความรู้ตามความคิดของตนเองเพียงคนเดียวไม่ได้ -ยกตัวอย่างการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่นการทำงานหรือการค้นพบความรู้ของกาลิเลโอ /บั้งไฟพญานาค ฯลฯ ได้อย่างน้อย 4 รายการ	
	-เชื่อ เพราะนักวิทยาศาสตร์ อาศัยอยู่ในชุมชนที่มีทั้งความเชื่อ ค่านิยม การอบรมสั่งสอน การเมือง ศาสนา ประเพณี ต่างๆ จึงอาจส่งผลต่อการทำงานนักวิทยาศาสตร์ -ยกตัวอย่างการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่นการทำงานหรือการค้นพบความรู้ของกาลิเลโอ /บั้งไฟพญานาค ฯลฯ ได้อย่างน้อย 2 รายการ	3
	-ไม่เชื่อ เพราะวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล ดังนั้นชุมชน สังคมที่อยู่อาศัยที่มีทั้งความเชื่อ ค่านิยม การอบรมสั่งสอน การเมือง ศาสนา ประเพณี ต่างๆ จึงไม่มีผลต่อการทำงานนักวิทยาศาสตร์ -ยกตัวอย่างการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้อย่างน้อย 2รายการ	2
	-ไม่เชื่อ เพราะวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล ไม่ว่าอยู่ที่ใดก็จะไม่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	1

(ตัวอย่าง)

แผนการอบรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ **เวลา 60 นาที**
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ประยุกต์ใช้ได้กับทุกระดับชั้น**

ลักษณะและแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical basis) เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์

2. การสังเกตและลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน (Observation and Inference)

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี (Subjectivity (Theory–laden)

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

-

สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์

1. อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่เป็นเชิงประจักษ์เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์
2. อธิบายได้ว่าการสังเกตและการลงข้อสรุปแตกต่างกัน การสังเกตจะบรรยายสิ่งที่พบหรือมองเห็นได้ในปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่การลงข้อสรุปจะเป็นการแสดงความคิดเห็นความรู้สึกเข้าไปในปรากฏการณ์เพื่อตีความปรากฏการณ์นั้น ๆ
3. อธิบายได้ว่า การตีความ การตั้งคำถามของนักวิทยาศาสตร์ ล้วนมีความเชื่อแอบแฝง ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ทัศนคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคล

วิธีการจัดกิจกรรม

ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม

1. วิทยากรหาความรู้เดิมของผู้เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการได้มาซึ่งความรู้ โดยถามว่า

- นักวิทยาศาสตร์ที่ท่านรู้จักมีใครบ้าง
- นักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นมีวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร
- มีปัจจัยใดบ้างที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งความรู้

โดยคำตอบที่ได้รับ ผู้เข้ารับการอบรมอาจจะตอบได้แตกต่าง หลากหลายตามแนวคิด ความรู้เดิมของแต่ละบุคคล วิทยากรรับฟังคำตอบทั้งหมดไว้

2. วิทยากรนำสนทนาซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เข้ารับการอบรมว่า ได้ฝึกการจำลองบทบาทการเป็นนักวิทยาศาสตร์ แล้วซักถามผู้เข้ารับการอบรมว่า

- ท่านคิดว่านักวิทยาศาสตร์มีวิธีการทำงานอย่างไรในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ *(คำตอบขึ้นอยู่กับผู้เข้ารับการอบรม)* ผู้เข้ารับการอบรมสามารถตอบคำถามได้หลากหลายตามความเข้าใจที่ได้รับจากกิจกรรม วิทยากรเพียงแต่รับคำตอบและฟัง และอาจถามต่อว่า “มีอะไรอีกไหม” หรือ “ทำไมจึงคิดเช่นนั้น”

ขั้นดำเนินกิจกรรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้เกิดความรู้ความเข้าใจและตระหนักถึงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมจำลองการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยวิทยากรนำเสนอภาพภาพเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในสถานที่เดียวกัน โดยกำหนดให้ผู้เข้ารับการอบรมใช้เวลาในการดูภาพเพียง 3 นาที

2. ผู้เข้ารับการอบรมร่างภาพสิ่งที่จำได้จากฉากเหตุการณ์ที่สังเกตและเขียนรายชื่อสิ่งที่สังเกตได้ให้มากที่สุดเท่าที่จำได้

3. ผู้เข้ารับการอบรมนำเสนอรายชื่อสิ่งที่สังเกตได้จากฉากเหตุการณ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ โดยวิทยากรซักถามต่อว่า

- คุณเห็นกิจกรรมอะไรที่ผิดกฎหมาย?
- เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดในวันอะไร ? เวลาที่เกิดเหตุการณ์น่าจะเป็นช่วงเวลาใด ทราบได้อย่างไร?
- ใครที่ถูกกล่าวโทษว่าเป็นต้นเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางจราจรในครั้งนี้?
- มีธนาคารกี่แห่งที่มีโจรอยู่ ?
- พวกเขาแลดูเหมือนอะไร?
- คาเฟ่ มีชื่อว่าอะไร?
- รถยนต์ที่เกี่ยวข้องในการเกิดอุบัติเหตุ หมายเลขทะเบียนอะไร ?
- รถยนต์สีอะไร?
- ผู้ต้องสงสัยใดมีส่วนร่วมในการปล้นธนาคาร?
- ผู้ต้องสงสัยใดมีส่วนร่วมในการเกิดอุบัติเหตุทางจราจร?

โดยคำตอบที่ได้รับ ผู้เข้ารับการอบรมอาจจะตอบได้แตกต่าง หลากหลายขึ้นอยู่กับการสังเกตที่ผู้เข้ารับการอบรมแต่ละบุคคล สังเกตได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด วิทยากรรับฟังคำตอบทั้งหมดไว้

4. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเพื่อนำไปสู่คำถามที่สามารถตรวจสอบและหาคำตอบได้ ณ เวลานั้น โดยผู้เข้ารับการอบรมแต่ละกลุ่มอาจตั้งคำถามว่า

- ระยะทางที่กระบอกน้ำกลิ้งไปเมื่อปริมาณน้ำในกระบอกไม่เท่ากันคงที่หรือแตกต่างกัน
- ท่านมีวิธีการหรือแนวคิดใดในการคาดเดาระยะทางจากการกลิ้งของกระบอกน้ำ

5. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคน โดยเน้นย้ำว่าคำตอบของแต่ละคนมีหลักฐานใดบ้างที่ยืนยันคำตอบของผู้เข้ารับการอบรม

6. จากนั้น วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมดูภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอีกครั้ง โดยให้เวลาในการสังเกต 5 นาที แล้วให้ผู้เข้ารับการอบรมจดบันทึกสิ่งที่สังเกตอีกครั้ง เปรียบเทียบข้อมูลที่สังเกตได้จากการสังเกตทั้งสองครั้งว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

7. ผู้เข้ารับการอบรมนำเสนอรายชื่อสิ่งที่สังเกตได้จากฉากเหตุการณ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ รวมทั้งวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

8. หลังจากที่ผู้เข้ารับการอบรมได้พยายามที่จะตอบคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถตอบได้ วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมสร้างกลุ่มย่อย ๆ ขึ้นมา และแบ่งปันคำตอบของแต่ละคนภายในกลุ่มย่อยของตน และทบทวนคำตอบของแต่ละคนภายในกลุ่มย่อยโดยดูที่รูปภาพอีกครั้ง

9. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบคำตอบรายชื่อสิ่งที่ได้จากการสังเกตและหลักฐานที่ได้ว่ากลุ่มใดที่คำตอบมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน โดยถามคำถามว่า

- ท่านมีวิธีการ หาคำตอบอย่างไร *(ผู้เข้ารับการอบรมอาจตอบว่า สังเกตจากภาพ บันทึกข้อมูลและนำมาสรุปผล)*
- ท่านได้ทำอะไรบ้างเหมือนนักวิทยาศาสตร์ *(ผู้เข้ารับการอบรมอาจตอบว่า ได้ใช้การสังเกตภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ฝึกการบันทึกข้อมูลโดยบันทึกหลักฐานที่มีความชัดเจน การนำข้อมูลที่ได้มาลงข้อสรุป และ ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน)*
- เหตุใดผู้เข้ารับการอบรมจึงมีรายละเอียดจากการสังเกตที่แตกต่างกัน ทั้งๆที่สังเกตภาพเดียวกัน *(ผู้เข้ารับการอบรมอาจตอบว่า เพ่งมองหรือให้ความสนใจในการสังเกตภาพคนละจุด , มีความสนใจในการสังเกตที่แตกต่างกัน)*

ขั้นสรุปกิจกรรม

1. ผู้เข้าร่วมการอบรมเขียนแผนผังความคิดเพื่อแสดงสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. วิทยากรสุ่มตัวแทนของกลุ่มเพื่อนำเสนอแผนผังความคิด
3. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปการทำกิจกรรมดังกล่าว โดยถามผู้เข้ารับการอบรมว่า
   - ท่านได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับกิจกรรมนี้(การสังเกต การอภิปราย การลงข้อสรุป)
   - ท่านมีวิธีการหาคำตอบอย่างไร *(ใช้การสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูล หลักฐานที่ชัดเจน เพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปของผลการดำเนินกิจกรรมที่ได้)*

- วิทยากรสะท้อนให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ตระหนักว่า จากการทำกิจกรรมจะเห็นว่าในการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ นั้น จะต้องสังเกตอย่างถี่ถ้วน หลักฐานจากการสังเกตที่ได้จะต้องเป็นหลักฐานที่เป็นเชิงประจักษ์ มีความชัดเจน เชื่อถือได้ *(แสดงให้เห็นว่า ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ชัดเจน เชื่อถือได้เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ บ่งชี้ให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์)*

- นอกจากนี้ วิทยากรสะท้อนให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจว่า จากการสังเกตภาพเหตุการณ์เดียวกัน แต่ได้ผลการสังเกตที่แตกต่างกันของผู้เข้ารับการอบรม นั้น เป็นเพราะว่าผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนมีความคิด ความเชื่อที่แตกต่างกันทำให้ได้รายละเอียดที่แตกต่างกัน *(แสดงให้เห็นว่าในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลการศึกษาปรากฏการณ์เดียวกันที่แตกต่างกันออกไปนั้น เป็นเพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างก็มีทฤษฎีที่ตนเองยึดถือ มีความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ทัศนคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการสังเกต การตีความ การตั้งคำถาม บ่งชี้ให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี)*

- วิทยากรสะท้อนให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจว่า ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการสรุปของผู้เข้ารับการอบรมแต่ละคนนั้นมีความแตกต่างกัน โดยการสังเกต ผู้เข้ารับการอบรมจะบอกรายชื่อสิ่งที่พบหรือมองเห็นได้ในภาพเหตุการณ์นั้น ๆ แต่การลงข้อสรุปจะเป็นการแสดงความคิดเห็นความรู้สึกเข้าไป *(บ่งชี้ให้เห็นว่าการสังเกตและการลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน โดย การสังเกตจะบรรยายสิ่งที่พบหรือมองเห็นได้ในปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่การลงข้อสรุปจะเป็นการแสดงความคิดเห็นความรู้สึกเข้าไปในปรากฏการณ์เพื่อตีความปรากฏการณ์นั้น ๆ)*

ตาราง 23 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กิจกรรม**ที่**	**คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ**					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**		
วิทยาศาสตร์กับสถานที่เกิดเหตุ	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.8
เรียนรู้จากการต่อวงจรไฟฟ้า	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.8
ขวดเป่าลูกโป่ง	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8
Tested my hypothesis	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.8
กลิ้งไว้ก่อน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
อะไรอยู่ในกล่อง	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
							0.87

ตาราง 24 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	**คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ**					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**		
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง กลิ้งไว้ก่อน	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.8
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารและสมบัติของสาร	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ภัยพิบัติ	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.8
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดฤดู	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.0
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ข้างขึ้นข้างแรม	+1	+1	+1	0	+1	+4	0.8
							0.91

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นางมาลินี คำศรีแก้ว ไชยบัง
ที่อยู่ 24 ถนนโคกสูง 6 ตำบลบัวใหญ่
อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา 30120
โทรศัพท์มือถือ 061 9534555
E-mail Address sckknn@hotmail.com
ที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6
อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา 30120
โทรศัพท์ที่ทำงาน 044 461672 **โทรสาร** 044 461672

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การศึกษาพิเศษ)
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปริญญาเอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น