บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

นิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างประเทศ
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย
   2.1 วิสัยทัศน์ เป้าหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   2.2 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   2.3 มาตรฐานครูด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม
2. มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. องค์ประกอบจากมุมมองของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา
2. องค์ประกอบจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. องค์ประกอบจากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์
   3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
   3.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์
4. องค์ประกอบในกรอบของการวิจัย

Prince of Songkla University Pattani Campus

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. การวัดและประเมินผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยต่างประเทศ
2. งานวิจัยในประเทศ

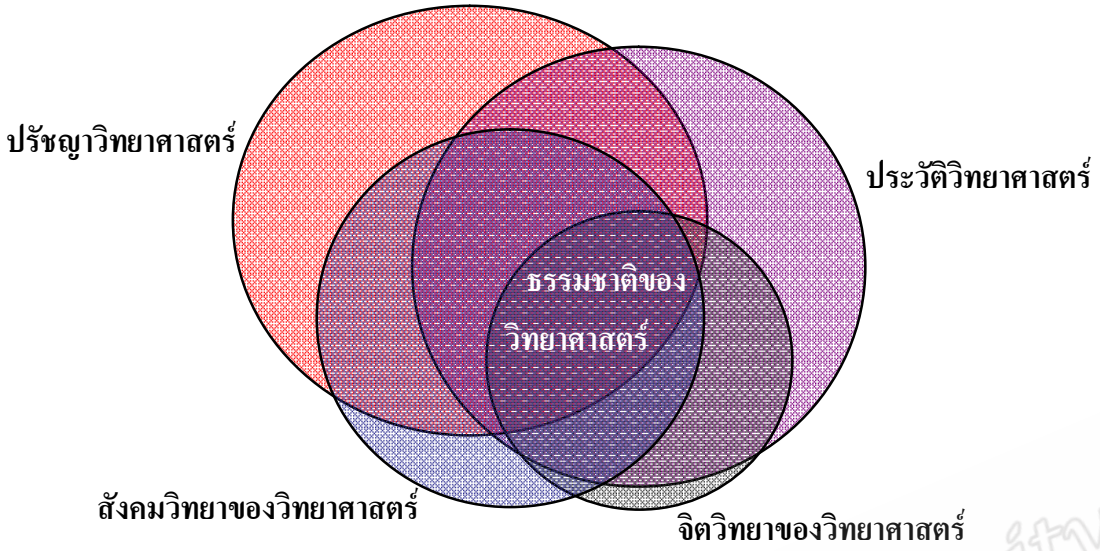
นิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังคงไม่ชัดเจน เนื่องจากนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ นักประวัติวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และครูวิทยาศาสตร์ มีมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Ebenezer and Haggerty, 1999 : 20 ; Smith and Scharmann, 1999 : 493) ทำให้คำนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย และไม่สามารถกล่าวได้อย่างชัดเจนว่าหมายถึงอะไร (Mintzes, Wandersee and Novak, 1998 : 281) ในปี 1997 Alters (1997 : 43) รวบรวมคำนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อใช้ในการวิจัยได้มากถึง 39 คำนิยาม ในการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่ามีผู้ให้คำนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Lederman (1992 : 331; 1998 : 2 ; 2004 : 303) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ “คุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งรวมถึงความเป็นอิสระในการคิด ความคิดสร้างสรรค์ การเป็นจริงชั่วขณะ ข้อมูลเชิงประจักษ์ มีความเป็นปรนัย ทดสอบได้ เป็นวัฒนธรรม และเป็นการปลูกฝังทางสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับญาณวิทยา (Epistemology) ของวิทยาศาสตร์ “วิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการค้นคว้าความรู้”

McComas, Clough and Almazroa (2000 : 4 – 5) กล่าวว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือการผสมผสานอย่างกลมกลืนกันของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ทั้งทางด้านประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการศึกษาด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น จิตวิทยา เพื่ออธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ การทำงานที่เป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และความพยายามของนักวิทยาศาสตร์” ซึ่งเป็นความสัมพันธ์จากหลายสาขาวิชา แสดงความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 1

Prince of Songkla University Pattani Campus



ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์จากหลายสาขาวิชาที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas and Olson, 2000 : 50

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Science Teacher Association [NSTA], 2003 : 16) ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ (Standards for Science Teacher Preparation) โดยใช้นิยามของ Lederman เป็นนิยามในการกำหนดมาตรฐานว่า "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ คุณค่า และข้อตกลงตามธรรมชาติในการพัฒนาและแปลความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์" โดยตามมาตรฐานการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ของ NSTA ระบุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เข้าใจว่าประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมมีผลต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการวิวัฒนาการ

2. เข้าใจคำสอนทางปรัชญา ข้อสรุป เป้าหมาย และคุณค่าว่าเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้สามารถแยกวิทยาศาสตร์ออกจากเทคโนโลยีและแยกวิทยาศาสตร์ออกจากจากศาสตร์สาขาอื่นๆ

3. กระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่เป็นจริง ให้ใช้วิจารณญาณวิเคราะห์สิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือสงสัยด้วยวิทยาศาสตร์

สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ ได้นิยามศัพท์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างกว้างๆ ถึงเนื้อหาที่จะต้องศึกษาทำความเข้าใจไว้ในมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2545 : 74) ว่า

"ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา

Prince of Songkla University Pattani Campus

โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม”

กุศลิน มุสิกุล (2551 : 66) สรุปว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

จากนิยามหลากหลายที่กล่าวมาจึงสรุปว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ คุณค่าและข้อตกลงตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น และความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลายๆ ประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงนำเสนอธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างประเทศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างประเทศ

ในทศวรรษที่ 1960 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกเผยแพร่โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปในที่สุด โดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992 : 331 – 332) โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักปรัชญาวิทยาศาสตร์เห็นพ้องกันว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะในส่วนขององค์ความรู้และทักษะการปฏิบัตินั้นไม่เพียงพอ นักเรียนยังต้องเข้าใจความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานมาจากปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยา เพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลายๆ แง่มุม (McComas, Clough and Almazroa, 2000 : 4 – 5) หลังจากนั้นก็มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมามากมาย ซึ่ง Lederman (2006 : 5) ได้รวบรวมและจัดกลุ่มงานวิจัยออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. การพัฒนา การใช้ และประเมินหลักสูตรที่ออกแบบเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. การประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู
4. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

จากทศวรรษที่ 1960 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็ได้เข้าไปมีบทบาทต่อการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเพิ่มขึ้น และได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรต่างๆ ตลอดจนได้นำไปใช้ปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในหลายๆ ประเทศ (McComas and Olson, 2000 : 41) แสดงดังตาราง 1

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 1 ตัวอย่างสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1. USA-Benchmarks	2. USA-California	3. USA-Nat'l Sci.St	4. USA-Undergradu	5. England / Wales	6. Canada	7. Australia	8. New Zealand
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีเสถียรภาพ		×				×	×	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่คงที่	×	×	×	×	×	×	×	×
วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาที่ไม่สิ้นสุด		×		×			×	
วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานเชิงประจักษ์		×	×	×		×	×	×
วิทยาศาสตร์เชื่อในเหตุผลทางตรรกวิทยา	×		×			×	×	
วิทยาศาสตร์ยอมรับในข้อสงสัย			×	×		×	×	×
วิทยาศาสตร์มีความเป็นปรนัย		×					×	
วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ทดสอบได้		×			×	×	×	
วิทยาศาสตร์ยอมรับในสิ่งที่เห็นตรงกัน		×	×					
วิทยาศาสตร์ยอมรับในสิ่งที่มีหลักฐานเพียงพอ					×		×	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกต		×	×		×	×	×	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์		×	×		×	×	×	
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียดรอบคอบ	×				×	×	×	
วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงด้วยเหตุผลที่มีข้อมูลที่ดีกว่า	×	×	×	×				
มีหลากหลายวิธีการในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	×				×	×		×
วิทยาศาสตร์มีข้อจำกัด	×			×	×	×		

ต่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 1 ตัวอย่างสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ (ต่อ)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1. USA-Benchmarks	2. USA-California	3. USA-Nat'l Sci.St	4. USA-Undergradu	5. England / Wales	6. Canada	7. Australia	8. New Zealand
วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	×		×	×	×	×	×	×
การให้ความสำคัญต่อการจัดการความรู้ทางวิทยาศาสตร์			×		×	×		
การสังเกต	×	×	×		×	×		
สมมติฐาน	×	×	×			×		
กฎ	×		×	×		×		
ทฤษฎี		×	×		×	×	×	
การอ้างอิง		×						
แบบจำลอง			×	×				

ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas and Olson, 2000 : 44 – 46

จากตาราง 1 สามารถสรุปความสอดคล้องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 หลักสูตรได้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีเสถียรภาพแต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมั่นในหลักฐานที่ได้จากการสังเกต แต่ก็ยังไม่สมบูรณ์
3. ไม่ได้มีวิธีการเดียวในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
4. วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
5. กฎและทฤษฎีมีบทบาทต่อวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน
6. ทุกคนจากทุกวัฒนธรรมมีส่วนในการสร้างสรรค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
7. ความรู้ใหม่จะต้องอธิบายอย่างชัดเจนและเปิดเผย

Prince of Songkla University Pattani Campus

8. นักวิทยาศาสตร์ต้องการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและตอบคำถามได้

9. การสังเกตเป็นที่มาของทฤษฎี

10. นักวิทยาศาสตร์คือผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

11. ประวัติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทั้งการวิวัฒนาการไปในอนาคตและให้ความสำคัญกับเหตุการณ์ในอดีต

12. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม

13. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อบุคคลอื่น

14. ความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากสังคมและประวัติศาสตร์

นอกจากนี้ในบางประเทศ เช่น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Research Council [NRC], 1996 : 107 – 108) ได้กำหนดเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย วิทยาศาสตร์คือความพยายามของมนุษย์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองทางด้านประวัติศาสตร์ต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ NSTA (2003 : 16) ยังให้ความสำคัญกับครูที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเป็นมาตรฐานที่ 2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น 1 จาก 10 มาตรฐานการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ สำหรับประเทศแคนาดานั้น ผู้ที่เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตเพื่อที่จะออกไปเป็นครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lewthwaite, 2007 : 110)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่างประเทศสรุปได้ว่า หลายประเทศให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยได้ระบุไว้ในหลักสูตรการศึกษา ถึงแม้จะแตกต่างกันในเนื้อหาสาระแต่ก็มีสาระที่สอดคล้องกัน และบางประเทศก็ให้ความสำคัญถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตัวครูด้วย

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยนั้น สสวท. ได้กำหนดเป็นมาตรฐานตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2545 รายละเอียดนำเสนอไว้ดังนี้

2.1 วิสัยทัศน์ เป้าหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นั้น สสวท. (2546 : 2 – 3) ระบุว่า จะส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีความสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม มีความพยายามและมีความสุขในการค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถาม มีความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล มีความสามารถในการสื่อคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสามารถศึกษาหาความรู้ร่วมกับผู้อื่นได้

สสวท. (2546 : 4) ได้ระบุเป้าหมายตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
3. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
4. เพื่อให้เป็นคนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็น 1 สาระการเรียนรู้จาก 8 สาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ สสวท. กำหนดขึ้นตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง 1 มาตรฐานจาก 13 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน 8.1 ซึ่งระบุว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ต่อกัน” (สสวท., 2546 : 6)

2.2 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทุกระดับชั้นมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน (สสวท. , 2546 : 36) ประกอบด้วย

1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
2. เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสมบูรณ์ มีค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4. มีทักษะในการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้นั้นเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในแต่ละปีหรือภาคจะต้องจัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติ กระตุ้นให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวความรู้ และนักเรียนทุกคนจะต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งเรื่องทุกช่วงชั้น (สสวท., 2546 : 30)

2.3 มาตรฐานครูด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สสวท. (2545 : 17) ได้กำหนดมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 10 มาตรฐาน มีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นมาตรฐานแรก คือ “ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ที่ระบุว่าครูต้อง “เข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน” มาตรฐานธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุคุณลักษณะของครูตามมาตรฐาน (สสวท., 2545 : 19 – 25) ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. มีความรู้และความตระหนักในความสำคัญของปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

3. มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้และการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องเพื่อการปฏิบัติงาน การเพิ่มพูนทักษะและการจัดการเรียนรู้

5. วางแผนจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้อย่างมีความหมาย

6. ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ในการสำรวจตรวจสอบและการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนและเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเทศไทยให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่ระบุวิสัยทัศน์ เป้าหมาย มาตรฐานการเรียนรู้ ตลอดจนการจัดการเรียนรู้ และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2545 ที่ได้ระบุมาตรฐานของครูวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นกัน

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของแนวความคิดทางด้านปรัชญาวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็นมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (Traditional Views) และมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (Contemporary Views) นำเสนอไว้ดังนี้

1. มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมเชื่อสองแนวคิดทางปรัชญาคือ ทางด้านสัจนิยมและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้

มุมมองทางด้านสัจนิยม (Realism) และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายจะกลายเป็นความจริงของโลก หรืออย่างน้อยก็เกือบจริง และมนุษย์มีความสามารถในการอธิบายและทำนายภาพแห่งความจริงของโลก” มุมมองด้านนี้เชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าถูกหรือผิด ทฤษฎีเก่าซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าไม่จริง ยังสามารถใช้แสดงได้อีกว่าเป็นทฤษฎีที่ผิด แต่นักวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้ทฤษฎีเหล่านั้นอีกแล้ว ท้ายที่สุดแล้วความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เช่น อะตอม สรุปว่าเป็นจริงแค่ทางกายภาพเท่านั้น (Promkatkeaw, 2007 : 26)

มุมมองด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้กล่าวว่า “พลังของประสาทสัมผัสจะเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประสบการณ์จากการสัมผัสจะเป็นแหล่งความรู้หนึ่ง” มุมมองด้านนี้เชื่อว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎี มีอยู่แล้วในธรรมชาติและนักวิทยาศาสตร์ไปค้นพบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาสร้างเป็นตัวความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์วิธีเดียวเท่านั้นที่นักวิทยาศาสตร์ใช้บนพื้นฐานวิธีการของ Francis Bacon ซึ่งเป็นแบบอุปมาน (Inductive) และวิธีอนุมานจากสมมติฐานของ Karl Popper (Karl Popper’s Hypothetical – Deductive) วิธีการเหล่านี้เป็นกระบวนการสืบ

Prince of Songkla University Pattani Campus

เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่มจากการสังเกต และ/หรือ กำหนดสมมติฐาน จัดกลุ่ม วางหลักการ ทดสอบ และ/หรือ อนุมาน หรือทดสอบสมมติฐาน เป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าความรู้ที่ได้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเป็นจริง (Promkatkeaw, 2007 : 26 - 27) ความเข้าใจในมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบดั้งเดิม
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	● นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติ ● ทฤษฎีเก่าแก่ที่พิสูจน์แล้ว่าไม่จริง นักวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้อีก ● ทฤษฎีเป็นเพียงสมมติฐานหนึ่งที่พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	● แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอม แบบจำลองเซลล์ประสาท เป็นตัวจัดการซึ่งความจริงที่จะอธิบายว่ามันเป็นอะไร ● ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เห็นตรงกันก็จะกลายเป็นความจริง ● ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการรวมตัวของความรู้และผ่านการให้ความหมายทางวิทยาศาสตร์ ● ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นครั้งแรกผ่านการสังเกตเท่านั้น
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	● นักวิทยาศาสตร์จะพิสูจน์ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์ ยกเว้นเกิดผ่านการสังเกต ● วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวเท่านั้นที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ● วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจน ● การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการค้นพบทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ● นักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎทางวิทยาศาสตร์ เพราะว่ากฎมีอยู่แล้วในธรรมชาติ

ต่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 2 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (ต่อ)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบดั้งเดิม
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์คือผู้ที่มีจุดมุ่งหมายและเปิดใจในทุกๆ การกระทำ • นักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาความจริงของโลก

ที่มา : ปรับปรุงจาก Haidar, 1999 อ้างถึงใน Promkatkeaw, 2007 : 27

2. มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยเชื่อสองแนวคิดทางปรัชญาคือ ทางด้านอุปกรณ์นิยมและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านการสร้างความรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทางด้านอุปกรณ์นิยมและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ทฤษฎีเป็นเครื่องมือเบื้องต้นในการจัดประสบการณ์ของตัวเองและเพื่อจัดลำดับทางการทดลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณ อธิบาย หรือทำนาย สัญลักษณ์หรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่ใช้ในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะไม่ได้แสดงความเป็นจริงหรือความจริงที่ถูกต้องทั้งหมด เช่น อะตอม แต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นทฤษฎีเก่าหรือทฤษฎีที่พิสูจน์แล้วว่าไม่จริง ยังคงมีคุณค่าต่อนักวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนและแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ซึ่งมีหลักฐานเชิงประจักษ์มากกว่า (Promkatkeaw, 2007 : 28)

ด้านการสร้างความรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่า การสร้างความเข้าใจถึงเรื่องราวทางสังคมและปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่สร้างโดยนักวิทยาศาสตร์และจะต้องได้รับการยอมรับในแวดวงวิทยาศาสตร์ก่อน ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงข้อเสนอชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไม่มีวิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตายตัว นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพสังคมและบุคคล (Promkatkeaw, 2007 : 28) ความเข้าใจในมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย แสดงดังตาราง 3

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 3 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบร่วมสมัย
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎี เพราะทฤษฎีสร้างจากจิตใจ • ทฤษฎีมีแบบแผนที่ตายตัว ถึงแม้ว่าจะเป็นทฤษฎีที่เก่าหรือล้าสมัยแต่ก็ยังสามารถช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ • ทฤษฎีจะได้รับการยอมรับว่าถูกต้องเมื่อมีการเชื่อมโยงเข้ากับทฤษฎีอื่นๆ และได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นอะไร เป็นแค่ความคิดของนักวิทยาศาสตร์ หรือการเดาคำตอบจากการศึกษา เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเห็นของจริง • กฎทางวิทยาศาสตร์คือความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายส่วนประกอบของธรรมชาติ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความจริงที่สามารถทำความเข้าใจได้ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างมาจากการให้ความหมายทั้งที่เป็นวิทยาศาสตร์และที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ • ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจสร้างมาจากการจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ไม่ต้องการข้อมูลจากการสังเกต ยกเว้นการจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ • ไม่ได้มีวิธีการเดียวในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีวิธีการอื่นๆ หลากหลาย เช่น การจินตนาการ คิดสร้างสรรค์ คิดริเริ่ม • นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ • นักวิทยาศาสตร์ใช้หลากหลายวิธีในการหาความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งเท่านั้น

ต่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 3 มุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (ต่อ)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบร่วมสมัย
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายธรรมชาติ แต่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสร้างธรรมชาติ
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	• นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายใต้ปัจจัยที่หลากหลายในตนเอง เช่น ความรู้เดิม ตรรกะ ปัจจัยทางสังคม • นักวิทยาศาสตร์ทำงานในแวดวงวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการอธิบายส่วนประกอบของธรรมชาติ

ที่มา : ปรับปรุงจาก Haidar, 1999 อ้างถึงใน Promkatkeaw, 2007 : 29

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากทั้งสองมุมมองมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ในแบบดั้งเดิมบทบาทของครูคือจัดการและถ่ายทอดความจริงในเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แก่นักเรียน แต่แบบร่วมสมัยจะเป็นการให้ครูวิทยาศาสตร์ส่งเสริมนักเรียนให้สร้างความเข้าใจวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการค้นหาความรู้มากกว่าการสั่งสมความจริงทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มีการแบ่งไว้หลากหลายขึ้นอยู่กับนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา เครื่องมือประเมินที่สร้างขึ้น และมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา ในที่นี้จึงนำเสนอการแบ่งองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) องค์ประกอบจากมุมมองของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) องค์ประกอบจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) องค์ประกอบจากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และ 4) องค์ประกอบที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัย นำเสนอไว้ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. องค์ประกอบจากมุมมองของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา

Thurber and Collette (1964 : 2 – 8) อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเกี่ยวข้องกับ 3 ประเด็นหลัก คือ

1. นิยามของคำว่าวิทยาศาสตร์ (Defining Science)

วิทยาศาสตร์คือการเก็บรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อนำไปสร้างหลักการและทฤษฎี ดังนั้นวิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้

2. วิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้ (Science as A Body of Knowledge)

องค์ความรู้คือความจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาโดยใช้วิธีการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่รวมไปถึงหลักการทั่วไปและทฤษฎีซึ่งอาจผิดพลาดและเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลหนึ่งจะเป็นที่ยอมรับก็ต่อเมื่อมีหลักฐานที่ชัดเจนมายืนยัน

3. กระบวนการของวิทยาศาสตร์ (The Process of Science)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีผู้สรุปและท่องจำขั้นตอนได้ชัดเจน แต่ไม่จำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามขั้นตอนเหล่านั้นทุกประการ นักวิทยาศาสตร์สามารถจัดการกับปัญหาด้วยกระบวนการที่หลากหลาย

Lederman (2005 อ้างถึงใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552 : 85 – 86) กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือวิธีการในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะดังนี้

1. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Based) คือการที่นักวิทยาศาสตร์จะได้มาซึ่งองค์ความรู้จะต้องมีประจักษ์พยานที่สามารถสังเกตและวัดได้จำนวนมากสนับสนุน เช่น แบบจำลองอะตอมของ Rutherford ซึ่งเสนอว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่อัดแน่นด้วยประจุบวกและมีประจุลบจำนวนเท่ากันวิ่งอยู่โดยรอบ ระหว่างประจุทั้งสองเป็นพื้นที่ว่าง Rutherford ได้ความรู้นี้มาจากการที่เขาทดลองโดยยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบางๆ โดยมีความหนาไม่เกิน 10^{-4} cm โดยมีฉากสารเรืองแสงรองรับ เขาพบว่าอนุภาคส่วนมากเคลื่อนที่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง อนุภาคส่วนน้อยเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง อนุภาคส่วนน้อยมากที่สะท้อนกลับมาด้านหน้าของแผ่นทองคำ เขาประติดประต่อข้อมูลที่ได้จากการทดลองและสร้างแบบจำลองในเวลาต่อมา

2. ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ (Creative) คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำให้เกิดความหมาย (Meaning Making) มาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี (Theory – Laden) คือ ทฤษฎีที่อยู่ในใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน สะท้อนให้เห็นได้จากการสังเกต การตีความ การตั้งคำถามของนักวิทยาศาสตร์ ล้วนมีความเชื่อบางอย่างแอบแฝงอยู่เบื้องหลังซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ทัศนคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคล วิทยาศาสตร์ในแง่มุมนี้มีความเป็นอัตตา (Subjective) สูง

4. มีองค์ประกอบทางสังคม (Social Dimension) วิทยาศาสตร์มีโครงสร้างองค์กร มีหน้าที่ บทบาท ความรับผิดชอบ มีการสร้างกฎกติกา มีวัฒนธรรมในองค์กร ประชาคมนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยผู้คนหลากหลายที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน มีทั้งชายและหญิง จากประเทศกำลังพัฒนา พัฒนาแล้วและด้อยพัฒนา มีทั้งนักวิทยาศาสตร์อาวุโส นักวิทยาศาสตร์หน้าใหม่ มีการร่วมมือและการแข่งขัน มีทั้งคนเสียสละและเห็นแก่ตัว เช่นเดียวกับสังคมโดยทั่วไป

5. มีความเป็นพลวัต (Tentativeness) คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยได้รับการยอมรับในเวลาหนึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีประจักษ์พยานใหม่ หรือมีการตีความหมายหลักฐานเดิมในมุมมองใหม่

นอกจากนี้ นักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้มีการโต้แย้งเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ บางประเด็นก็มีความเห็นตรงกัน ในขณะที่บางประเด็นยังถกเถียงกันอยู่ ซึ่ง Eflin, Glennan and Reisch (1999 : 108 – 109) ได้ระบุประเด็นที่เห็นตรงกัน 4 ประเด็น และประเด็นที่ยังคงเห็นไม่ตรงกัน 2 ประเด็น

ประเด็นที่เห็นตรงกัน ประกอบด้วย

1. เป้าหมายหลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือการเรียนรู้เกี่ยวกับโลก

2. ความรู้เกี่ยวกับโลกเป็นพื้นฐานที่วิทยาศาสตร์พยายามอธิบาย และสามารถอธิบายได้ง่ายและกว้างขวางที่สุด

3. วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นพลวัต คือเปลี่ยนแปลงได้ เป็นจริงชั่วขณะ

4. วิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้เฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการหาความรู้

ประเด็นที่เห็นไม่ตรงกัน ประกอบด้วย

1. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับข้อตกลงตามทฤษฎี ปัจจัยทางด้านสังคมและประวัติศาสตร์

2. ความจริงเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ถูกกำหนดโดยความคิดที่เป็นอิสระของนักวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

Eflin, Glennan and Reisch (1999 : 112 – 113) กล่าวว่า ประเด็นเหล่านี้สนับสนุนว่าครูต้องมีความเข้าใจก่อนและใช้ความรู้ไปส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยการอภิปรายเกี่ยวกับปรัชญาวิทยาศาสตร์ เช่น เอกภาพของวิทยาศาสตร์และความไม่เป็นเอกภาพของวิทยาศาสตร์ การกำหนดขอบเขตของวิทยาศาสตร์ สัจนิยมกับอุปกรณ์นิยม เหตุผลทางประวัติศาสตร์ การฝึกฝนและทดลองตามทฤษฎี การจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนได้เห็นความซับซ้อนของวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า มุมมองของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาแบ่งองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) นิยามของคำว่าวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) กระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยได้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ อาศัยความคิดสร้างสรรค์ ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี มีความเกี่ยวข้องกับสังคม และความเป็นพลวัต

2. องค์ประกอบจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แม้ว่านักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจะยังคงมีความเห็นที่ตรงกันและไม่ตรงกัน แต่ก็มีมุมมองที่สำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ เครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน

Lederman (2007 : 862) ได้รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 เครื่องมือประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS

ต่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 4 เครื่องมือประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1966	Inventory of Science Attitude, Interests and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1968	Science Support Scale	Schwirian
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science – Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science – Technology – Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleing & Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS – A)	Lederman & O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
1998	Views of Nature of Science B (VNOS – B)	Abd – El – Khalick , Bell & Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS – C)	Abd – El – Khalick & Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS – D)	Lederman & Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS – E)	Lederman & Ko

ที่มา : Lederman, 2007 : 862

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากตาราง 4 จะเห็นว่ามีเครื่องมือสำหรับประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากมาย เครื่องมือบางชนิดเน้นประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉพาะทัศนะที่สำคัญเท่านั้น ตัวอย่างแสดงดังตาราง 5 แต่เครื่องมือบางชนิดใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายทัศนะ ซึ่งนำเสนอไว้ดังนี้

1. Test on Understanding Science (TOUS) เป็นเครื่องมือที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบ (Lederman, Wade and Bell, 2000 : 334 – 335) ประกอบด้วย

1.1 ความเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์

1.2 นักวิทยาศาสตร์

1.3 วิธีการและข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.3.1 หลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3.2 กลยุทธ์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3.3 ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1.3.4 ข้ออ้างทางวิทยาศาสตร์

1.3.5 การสั่งสมความรู้และการพิสูจน์ข้อเท็จจริง

1.3.6 ข้อขัดแย้งทางวิทยาศาสตร์

1.3.7 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.8 ความเป็นเอกภาพและความสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์

2. Nature of Science Scale (NOSS) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อมุมมองที่เหมือนกับเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 8 องค์ประกอบ (Lederman, Wade and Bell, 2000 : 334 – 337) ประกอบด้วย

2.1 พื้นฐานสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์คือความอยากรู้อยากเห็นเรื่องราวในจักรวาล

2.2 วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นพลวัต ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไม่หยุดนิ่ง

2.3 วิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายที่จะเพิ่มพูนความเข้าใจและทำให้ง่ายยิ่งขึ้นโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ง่ายๆ ในการอธิบายความสัมพันธ์

2.4 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่มีวิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้

2.5 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าเทคนิควิธีการอื่นๆ

Prince of Songkla University Pattani Campus

2.6 ลักษณะพื้นฐานของวิทยาศาสตร์คือเชื่อในสิ่งที่พิสูจน์ได้ในจักรวาลตามที่มนุษย์ต้องการทำความเข้าใจ

2.7 วิทยาศาสตร์เปิดกว้างทางด้านความคิดและความจริงที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

2.8 ความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ทุกสาขา

3. Nature of Science Test (NOST) เป็นเครื่องมือที่วัดองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ (Lederman, Wade and Bell, 2000 : 334 – 338) ประกอบด้วย

3.1 ข้อตกลงของวิทยาศาสตร์

3.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.3 กระบวนการของวิทยาศาสตร์

3.4 จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

4. Views on Science – Technology – Society (VOSTS) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อประเมินความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของนักเรียน ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ (Aikenhead and Ryan, 1992 : 481 – 482 ; Lederman, Wade and Bell, 2000 : 341) ประกอบด้วย

4.1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2 อิทธิพลของสังคมที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.3 อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

4.4 อิทธิพลของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม

4.5 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

4.6 การสร้างความรู้ทางสังคมของวิทยาศาสตร์

4.7 การสร้างความรู้ทางสังคมของเทคโนโลยี

4.8 ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 5 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจที่เน้นทัศนะสำคัญ

Conceptions of Scientific Theories Test (COST)	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Nature of Science Survey
ทัศนะของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 1. ความแน่นอนของทฤษฎี 2. การทดสอบทฤษฎี 3. การเกิดทฤษฎี 4. ทางเลือกของทฤษฎี	ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ 1. ไม่เกี่ยวกับศีลธรรม 2. เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ 3. สามารถพัฒนาได้ 4. มีความละเอียดถี่ถ้วน 5. สามารถทดสอบได้ 6. มีความเป็นเอกภาพ	ทัศนะความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1. ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ 2. การสังเกตและการอ้างอิงมีความจำเป็นในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะการสังเกตและการอ้างอิงแต่รวมถึงการจินตนาการและคิดสร้างสรรค์ด้วย 4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือหลักฐานเชิงประจักษ์ 5. ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : ปรับปรุงจาก Lederman ,1999 : 919 ; Lederman, Wade and Bell, 2000 : 338 – 342

สรุปได้ว่าองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเครื่องมือการประเมินมีความหลากหลายในการแบ่งองค์ประกอบ สามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ให้ความสนใจเฉพาะบางทัศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 5 เช่น COST ให้ความสนใจเฉพาะลักษณะของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ NSKS ให้ความสนใจเฉพาะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ Nature of Science Survey ให้ความสนใจเฉพาะสิ่งที่เป็นที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจในหลายๆ ทัศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น TOUS, NOSS, NOST และ VOSTS

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. องค์ประกอบจากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์

McComas and Olson (2000 : 44 – 48) ได้ศึกษามาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ฉบับ ประกอบด้วย USA ; Benchmarks for Science Literacy 1993, USA ; Science Framework for California 1990, USA ; National Science Education Standards 1996, USA ; The Liberal Art of Science 1990, England/Wales ; Science in the National Curriculum 1995, Canada ; Common Framework 1996, Australia ; A Statement on Science 1994 และ New Zealand ; Science in the New Zealand Curriculum 1993 โดยใช้ข้อสันนิษฐานว่ามีองค์ประกอบเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 30 องค์ประกอบ จากการตรวจสอบหลักสูตรผลปรากฏว่า สามารถแบ่งองค์ประกอบได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ปรัชญา สังคมศาสตร์ จิตวิทยา และประวัติศาสตร์ โดยเรียงลำดับจากการพบในหลักสูตรของประเทศต่างๆ จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด โดยจะนำเสนอ 3 ลำดับ ดังตาราง 6

ตาราง 6 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรวิทยาศาสตร์นานาชาติ

มุมมอง	องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้านปรัชญา	1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงได้
	2. วิทยาศาสตร์คือการพยายามอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
	3. วิทยาศาสตร์เชื่อในหลักฐานเชิงประจักษ์
ด้านสังคมศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์สร้างจริยธรรมในการตัดสิน
	2. นักวิทยาศาสตร์ต้องการหาคำตอบและรายงานความจริง
	3. ทุกวัฒนธรรมสามารถสร้างสรรค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ด้านจิตวิทยา	1. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์
	2. นักวิทยาศาสตร์จะต้องเปิดความคิดใหม่ๆ
	3. การสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่ก่อให้เกิดทฤษฎี
ด้านประวัติศาสตร์	1. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมทางสังคม
	2. การเปลี่ยนแปลงในทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้เสมอ
	3. วิทยาศาสตร์ทำให้โลกมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas and Olson, 2000 : 44 – 48

Prince of Songkla University Pattani Campus

AAAS (1993 : 3 – 20) กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) 2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise)

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลาในการศึกษาเพิ่มขึ้น แต่สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เวลามากคือการหาคำตอบถึงการทำงานของโลก และการศึกษาส่วนใดส่วนหนึ่งของจักรวาลจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับส่วนอื่นๆ ของจักรวาลได้หรือไม่ แนวคิดโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ที่ได้จากการศึกษาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และการหาคำตอบจากคำถามทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินการตราบเท่าที่มนุษย์ยังคงมีความอยากรู้อยากเห็น การที่จะเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องง่าย จะต้องมีการสร้างคำถามใหม่ๆ สร้างเครื่องมือในการพิสูจน์ หาเทคนิควิธีการใหม่ๆ รวมถึงหาตัวอย่างในการวิเคราะห์ผลและการสังเกตใหม่ แต่จะไม่ปฏิเสธความรู้เดิมโดยสิ้นเชิง และวิทยาศาสตร์จะมุ่งศึกษาเฉพาะสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้เท่านั้น

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการทำการทดลองและไม่จำกัดเฉพาะในห้องปฏิบัติการ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นวิธีการเดียวที่จะนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ การเรียนวิทยาศาสตร์แบบเดิมเป็นการออกแบบโดยครูไม่ใช่นักเรียน ถือเป็นการจำกัดจินตนาการที่จะสำรวจตรวจสอบ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการผสมผสานกันระหว่างจินตนาการและเหตุผลในกระบวนการหาคำตอบโดยมีหลักฐานอ้างอิงมารองรับ

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์

กิจการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหลักแบบร่วมสมัย เป็นความพยายามที่จะฝึกฝนนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจถึงการจัดการทางวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ใน 4 ด้านคือ ในฐานะที่เป็นโครงสร้างทางสังคม การฝึกหัดฝึกฝนตามสถาบันต่างๆ จริยธรรม และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานต่างๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถอภิปรายเรื่องราวต่างๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของไทย สสวท. ได้กำหนดเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ และหากพิจารณาร่วมกับมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว จะเห็นได้ว่า สสวท. ได้ระบุองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้3 ด้าน คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

2) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) งานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล (2548 : 134) ที่สรุปว่าหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น สสวท. ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) ครอบคลุมความเชื่อและเจตคติที่นักวิทยาศาสตร์มีต่อปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น เชื่อว่าความรู้เป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ความรู้เป็นความจริงที่มีความคงทนแต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะความจริงที่มีอยู่แล้วอาจไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ๆ ได้

2. ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ครอบคลุมความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ เข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ การทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยพยายามหลีกเลี่ยงจากอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ

3. ความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบัน เช่น การใช้ความรู้จากหลากหลายสาขาวิชามาพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การร่วมมือกันระหว่างบุคคล องค์กร และสถาบัน เพื่อพัฒนาและเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นที่ยอมรับจากสาธารณชนโดยรวม

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ สสวท. และ AAAS มีความสอดคล้องกันในรายละเอียด โดยจะนำเสนอรายละเอียดแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) 2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Showalter *et al*. (1975 อ้างถึงใน บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2542 : 8) ได้กล่าวถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. เป็นความจริงชั่วคราว ไม่มีความเป็นอมตะในวิทยาศาสตร์
2. เป็นสาธารณะ ทุกคนสามารถสังเกตหรือทดสอบได้
3. ทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ในสภาวะที่คล้ายกัน แม้เวลาและสถานที่จะเปลี่ยนไป

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้

5. เป็นผลจากความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจหรือหาแบบแผนของธรรมชาติ

6. ความรู้วิทยาศาสตร์ในอดีตเป็นพื้นฐานในการค้นพบความรู้ใหม่ๆ ในปัจจุบัน และความรู้ในปัจจุบันจะเป็นพื้นฐานในการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ในอนาคต

7. มีลักษณะเฉพาะตัว คือได้จากวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8. มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน คือความรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยเสริมมโนทัศน์อื่นๆ

9. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง

Rubba and Andersen (1978 อ้างถึงใน บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2542 : 9) กล่าวถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยลักษณะ 6 ด้าน สรุปได้ดังนี้

1. ด้านคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความสามารถต่างๆ มากมาย แต่ไม่ได้มีการกำหนดว่าจะต้องใช้ความรู้นั้นอย่างไร การที่จะตัดสินคุณธรรมขึ้นอยู่กับการนำความรู้นั้นไปใช้โดยมนุษย์

2. ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องจินตนาการที่สร้างสรรค์มาก

3. ด้านพัฒนาการของความรู้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกจำกัดไว้เพียง “ความเป็นไปได้” เท่านั้น และไม่สามารถจะพิสูจน์ได้ว่าสมบูรณ์ถึงที่สุด ความเชื่อในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานอื่นที่ดีกว่ามาคัดค้าน

4. ด้านการใช้ข้อความกะทัดรัด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นพยายามทำไว้อย่างง่ายๆ ไม่ซับซ้อน และพยายามจะทำให้มีมโนทัศน์น้อยที่สุดที่จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. ด้านการตรวจสอบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ใครก็สามารถจะตรวจสอบได้ผลดังเดิมทุกครั้งโดยการทดสอบด้วยการสังเกต

6. ด้านความสัมพันธ์กับความรู้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะถูกสร้างขึ้นเป็นกฎ ทฤษฎี และมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งช่วยให้วิทยาศาสตร์เพิ่มความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้มากขึ้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

Cleminson (1990 : 437 – 438) สรุปลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่งคราว ไม่มีความจริงถาวร

2. การสังเกตกับการอนุมานทางวิทยาศาสตร์นั้นมักจะแยกกันได้ยาก เพราะในการสังเกตเรามักจะนำความรู้เก่ามาตัดสินเสมอ

3. ความรู้ใหม่ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. แม้รู้ว่าความรู้ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะค้นพบได้ยาก แต่การยกเลิกความรู้ในส่วนที่ผิดก็เป็นสิ่งที่จำเป็น

5. นักวิทยาศาสตร์จะศึกษาโลกโดยถือว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของโลกเสมอ

Hoyningen – Huene (2008 : 169 – 170) กล่าวว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากความรู้ด้านอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นระดับของระเบียบวิธีการที่เป็นระบบ ประกอบด้วย 8 มิติ คือ

1. มีการพรรณนา
2. มีการอธิบาย
3. มีการพยากรณ์
4. มีการปกป้องคำอธิบายของความรู้ที่ได้มา
5. มีการเชื่อมโยงกับญาณวิทยา
6. เป็นความสำเร็จในอุดมคติ
7. เป็นการสร้างความรู้ใหม่ๆ
8. มีการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบได้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 134 – 135) กล่าวว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่จำเพาะ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (Empirical Knowledge) สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริง จากประสบการณ์ผัสสะด้วยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานจากประสบการณ์ผัสสะ

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิทยาศาสตร์ก็ได้

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นความจริงสากล (Universal) มากกว่าที่จะเป็นความจริงเฉพาะราย เป็นความจริงเหมือนกันทั่วโลก ใช้ได้เหมือนกันทั่วโลก

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ ยังต้องการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นเพียงความจริงที่สอดคล้องกับความเป็นจริง แต่ก็เป็นความจริงที่เชื่อถือได้สูง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจริงได้

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย (Objectivity) กล่าวคือ สิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบจนเป็นความรู้วิทยาศาสตร์แล้วทุกคนเข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน รวมทั้งการกระทำของแต่ละคนในเรื่องนั้นๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อมอย่างเดียวกันจะได้ผลออกมาตรงกัน

ธีรชัย ปูรณโชติ (2536 : 38 – 39) กล่าวถึง ลักษณะของวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เป็นปรนัย
2. ได้จากประสบการณ์และทดสอบด้วยประสบการณ์
3. มีลักษณะเป็นสากล
4. มีลักษณะเป็นพลวัต
5. ช่วยในการคาดหมายอนาคตได้

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 8 – 9) กล่าวถึง ลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องเป็นความรู้หรือความจริงเชิงประจักษ์ (Empirical Knowledge) ที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสโดยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องโดยใช้ประสาทสัมผัสอีกเช่นกัน ดังนั้นบางครั้งจะมีคนเรียกวิชาวิทยาศาสตร์โดยเหตุผลดังกล่าวว่าเป็นศาสตร์แห่งความจริงเชิงประจักษ์ (Empirical Science) หรือศาสตร์แห่งการอุปมาน (Inductive Science)

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีลักษณะที่เป็นจริงหรือเป็นสากล (Universal) เสมอ กล่าวคือ ไม่ว่าจะมีการทดสอบกี่ครั้ง หากอยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ผลที่ได้รับย่อมมีความถูกต้องเหมือนกันทุกประการ

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ได้เสมอ เพราะถือว่ามนุษย์มีความสามารถจำกัดในการค้นหาความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ รอบตัว ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละปรากฏการณ์ธรรมชาติในขณะนี้ คือความรู้หรือความจริงที่อยู่บนพื้นฐานที่เป็นข้อจำกัดของมนุษย์ขณะนั้น ซึ่งในอนาคตความรู้หรือความจริงดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมนุษย์มีความพร้อมในการศึกษาในเรื่องดังกล่าวมากขึ้น หรือกล่าวโดยสรุปก็คือไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใดเป็นความจริงโดยสมบูรณ์

Prince of Songkla University Pattani Campus

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายแล้วผู้ฟังสามารถเข้าใจไปในทิศทางเดียวกันหรือมีความเป็นปรนัยเสมอ (Objectivity) ดังนั้นไม่ว่าคนกลุ่มนั้นจะเป็นใครก็ตาม หากมีความเข้าใจที่ถูกต้องก็จะมีความเข้าใจตรงกัน

6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงสัมพัทธ์ (Relative Knowledge) ไม่ใช่ความรู้สัมบูรณ์ (Absolute Knowledge)

กุศลิน มุสิกุล (2551 : 66 – 68) กล่าวถึง องค์ประกอบของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย

1. โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

ปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปแบบ (Pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบ ผนวกกับการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่างๆ สามารถทำความเข้าใจได้และคำถามใหม่ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ไม่มีความเข้าใจใดที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์คือ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังนั้นคำถามใหม่จึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และส่งผลในการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ แม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีความจริงใดที่สัมบูรณ์ที่สุด (Absolute Truth) แต่ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจะยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาอย่างช้าๆ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ สืบค้น ทดลอง สร้างแบบจำลอง อย่างต่อเนื่องซ้ำแล้วซ้ำเล่า ดังนั้นแม้ว่าวิทยาศาสตร์จะยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน (Uncertainty) และปฏิเสธเรื่องความจริงสัมบูรณ์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ และตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากประชาคมวิทยาศาสตร์ (Scientific Community)

4. ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน

แนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยเกี่ยวกับทฤษฎีและกฎ คือ “กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว จึงมีความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎี” ในความเป็นจริงแล้วทั้งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน โดยกฎ คือแบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎีคือ คำอธิบายว่าทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้นๆ เช่น ทฤษฎีพลังงานจลน์ของอนุภาคสามารถใช้อธิบายกฎของ Charles ได้ เป็นต้น

5. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม

หลายสิ่งหลายอย่างในโลกไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องจิตวิญญาณหรือสิ่งลี้ลับ เช่น พลังเหนือธรรมชาติ (Supernatural Power and Being) ความเชื่อเรื่องปาฏิหาริย์ (Miracle) ผีสาง(Superstition) การทำนายโชคชะตา (Fortune – Telling) หรือโหราศาสตร์ (Astrology) นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหน้าที่ให้คำตอบหรืออภิปรายในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจให้คำตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ก็ตาม

พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2552 : 86) กล่าวว่า โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือทัศนะที่วิทยาศาสตร์มีต่อโลก เช่น การที่นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าเราสามารถทำความเข้าใจโลกได้ แม้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป แต่กำลังเดินทางไปสู่ความคงทนมากขึ้นเรื่อยๆ วิทยาศาสตร์ไม่อาจตอบได้ทุกคำถามโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการตัดสินคุณค่า (Value Judgment)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมที่ครอบคลุมโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์คือความรู้เชิงประจักษ์ วิทยาศาสตร์คือการทำความเข้าใจโลก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนแต่เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นปรนัย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงสัมพัทธ์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล

3.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Tillery, Enger and Ross (2008 : 12) กล่าวว่า การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอน คือ การกำหนดปัญหา การรวบรวมข้อมูล การตั้งสมติฐาน การทดสอบและการสร้างข้อสรุปเท่านั้น แต่มีวิธีการสำรวจ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยภาพรวมมีลักษณะที่คล้ายๆ กัน คือ ประกอบด้วย

1. การสังเกตธรรมชาติ
2. การเสนอคำอธิบายต่อสิ่งที่สังเกต
3. การใช้คำอธิบายมาพยากรณ์
4. การทดสอบการพยากรณ์โดยการทดลองหรืออื่นใดที่มากกว่าการสังเกต
5. การแก้ไขหรือปรับปรุงคำอธิบายถ้าจำเป็น

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2548) กล่าวว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์จะครอบคลุมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ

กุศลิน มุสิกุล (2551 : 68 – 69) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัยมากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูล นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมากกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือ “การทำการทดลอง” ที่มักถูกจำกัดให้ทำเป็นลำดับขั้นตอนที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ การจินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ เป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน ประกอบด้วย

1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ การทำงานทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลหนึ่งอาจได้ค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ แต่ความก้าวหน้าทางองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นกับการยอมรับขององค์กรวิทยาศาสตร์ เช่น แม้ว่า Albert Einstein จะค้นพบทฤษฎีสัมพันธภาพตั้งแต่ปี ค.ศ. 1905 แต่การค้นพบของเขาได้รับการยอมรับในปี ค.ศ. 1919 เมื่อ Albert Einstein รวมถึงนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนมีหลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดนี้ ทั้งนี้หลักฐานเชิงประจักษ์ต่างๆ อาจได้มาจากห้องทดลองซึ่งสามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ได้ หรือได้มาจากสถานการณ์ตามธรรมชาติซึ่งไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่มีความถูกต้องแม่นยำจึงทำให้เกิดการพัฒนาเทคนิคหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์

จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์เป็นการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตามการใช้ตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐานและทฤษฎีเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ดังคำกล่าวของ Albert Einstein ที่ว่า "การจินตนาอย่างมีเหตุผลมีบทบาทสำคัญในวิทยาศาสตร์"

3. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน เช่น ทฤษฎีการเลื่อนของทวีป มีความน่าเชื่อถือเพราะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การเกิดแผ่นดินไหว ความสอดคล้องระหว่างซากฟอสซิลที่พบในทวีปต่างๆ รูปร่างของทวีปต่างๆ ที่ต่อกันได้พอดีเหมือนภาพจิ๊กซอว์ และความสูงต่ำของพื้นทะเล เป็นต้น นอกจากวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆแล้ว วิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

4. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญอย่างมากในการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ นักวิทยาศาสตร์มักมีคำถามว่า "แนวคิดนี้มีหลักฐานอะไรมายืนยัน" ดังนั้นการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้อาจมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ ตลอดจนการตีความหมายหรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความเชื่อ ตัวอย่าง เช่น มีผู้รวบรวมผลงานวิจัยเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมของนักวิทยาศาสตร์ชายและหญิง พบว่านักวิทยาศาสตร์ชายมุ่งเน้นที่พฤติกรรมการแข่งขันทางสังคมของสัตว์ตัวผู้ ส่วนนักวิทยาศาสตร์หญิงศึกษาเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในประเด็นความสำคัญของสัตว์ตัวเมียที่มีต่อพฤติกรรมการสร้างสังคมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของความลำเอียงที่อาจมีผลต่อหลักฐานที่ได้ อย่างไรก็ตามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อค้นพบ นักวิทยาศาสตร์อาจใช้การ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ทบทวนวิจารณ์จากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ เช่น การเสนอข้อค้นพบในการประชุมหรือวารสารวิชาการต่างๆ เป็นต้น

5. วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (Authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหนที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริง หรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2552 : 86) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการได้มาซึ่งความรู้นั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค (Theory of Plate Tectonics) ซึ่งนำเสนอโดย Alfred Wegner ในปี พ.ศ. 2455 ซึ่งอธิบายว่า แผ่นธรณีภาคทั้งหมดไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่จะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าหากัน แยกออกจากกันและไถลตัวขนานออกจากกัน ทฤษฎีอาศัยประจักษ์พยานหลายอย่างสนับสนุนอาทิ พบชนิดหินที่เกิดในสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่อยู่คนละทวีปซึ่งห่างไกลกัน หินอายุเดียวกันที่อยู่ต่างทวีปกันมีรูปแบบสนามแม่เหล็กโลกโบราณคล้ายคลึงกัน และขอบทวีปสามารถเชื่อมตัวประสานแบบสนิทเข้ากันได้ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเกิดจากการผสมผสานระหว่างการใช้ตรรกะควบคู่ไปกับการจินตนาการ (Blend of Logic and Imagination) การใช้เหตุผลในการอุปนัย นิรนัย โดยเฉพาะการให้เหตุผลแบบอุปนัยต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมที่ครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ มีวิธีการหลากหลายในการสืบเสาะความรู้ การสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้การจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ การสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้การอธิบายและทำนายอย่างมีตรรกะ การสืบเสาะหาความรู้ต้องหลีกเลี่ยงความลำเอียงและการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

Driver *et al*. (1996 : 44) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกิจการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากสังคม ไม่ใช่เฉพาะบุคคลใดบุคคลหนึ่ง การรายงานความรู้ของบุคคลหนึ่งจำเป็นที่จะต้องมีหลักฐานให้กลไกทางสังคมตรวจสอบก่อนที่จะเป็นความรู้ที่มีการยอมรับ

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2548) กล่าวว่า เราควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เพียงสาขาใดสาขาหนึ่งไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงได้ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทั้งจากสาขาชีวเคมี พฤกษศาสตร์ หรือแม้กระทั่งกลศาสตร์ที่ช่วยสร้างเครื่องมือติดตามอะตอมของคาร์บอน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการสร้างความร่วมมือที่ดีระหว่างนักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ หรือ การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล องค์กร และสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นกิจการที่สำคัญต่อการส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนโดยรวมต่อไป ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบันนี้จะเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนไม่อาจมองข้ามได้

กุศลิน มุสิกุล (2551 : 69 – 71) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของมนุษยชาติซึ่งมีมิติในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน กิจการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

วิทยาศาสตร์คือ กิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือการศึกษาเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง ซึ่งในเชิงวิทยาศาสตร์แล้วเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีประโยชน์ แต่ในเชิงสังคมแล้วเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดข้อโต้แย้งอย่างกว้างขวางจนทำให้การศึกษาดังกล่าวหยุดชะงักลง

2. วิทยาศาสตร์มีแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร

วิทยาศาสตร์คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง ดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา เช่น ฟิสิกส์ดวงดาว (Astrophysics) หรือชีววิทยาสังคม (Sociobiology) เป็นต้น

นอกจากนั้น กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาคธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐบาล หรือองค์กรอิสระ แต่อาจมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเน้นการแสวงหาความรู้และการให้การศึกษา

ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนภาคธุรกิจอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์และการนำไปใช้ เป็นต้น

3. วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ

นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethical Norms of Science) เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เป็นต้น เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือข้อค้นพบ เป็นต้น จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกประการก็คือ การระวังอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หรือการนำผลการศึกษาไปใช้ เช่น ในการวิจัยกับคนนักวิทยาศาสตร์ต้องขออนุญาตและแจ้งให้บุคคลนั้นทราบถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับ และสิทธิในการปฏิเสธการเข้าร่วมงานวิจัย เป็นต้น

4. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง

ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยมและความเชื่อส่วนตัว

5. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บางคนอาจเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเช่นความรู้เกี่ยวกับเลเซอร์ ส่งผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เช่น กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยช่วยขยายขอบเขตของการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมที่ครอบคลุมกิจการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับคนทุกคน วิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานในหลายองค์กรซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน นักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติงานอยู่บนพื้นฐานของจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ทั้งนี้สอดคล้องกับ สสวท. ที่กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสาร

Prince of Songkla University Pattani Campus

และเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (สสวท., 2545 : 74)

4. องค์ประกอบในกรอบของการวิจัย

ในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ผู้วิจัยนี้ได้พิจารณาองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้มุมมองจากนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา มุมมองจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมุมมองจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างประเทศ ซึ่งโดยภาพรวมมีความใกล้เคียงและสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ สสวท. ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช2544 ตลอดจนพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำไปบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ได้ในทุกระดับชั้นและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Lederman *et al*., 2002 : 499 - 502 ; McComas, 2005 ; Lederman, 2006 : 4) จึงทำการศึกษาองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใน 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน
4. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี
5. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน
6. ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
7. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี
8. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม

ในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พิจารณาองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้มุมมองจากนักปรัชญาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา มุมมองจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

มุมมองจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างประเทศ และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ตลอดจนพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับกระบวนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Khishfe and Abd – El – Khalick, 2002 : 557 ; Khishfe, 2008 : 473 – 474) จึงทำการศึกษาองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน
4. ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการแบ่งองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จึงนำเสนอรายละเอียดองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัยทั้งของครูและนักเรียน ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ พิสูจน์ได้ด้วยแนวทางของวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล เครื่องมือ ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสังเกตปรากฏการณ์ได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์แล้วทำนายปรากฏการณ์ภายใต้กรอบทฤษฎี

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ ความจริง กฎ และทฤษฎี มีความเป็นจริง ณ ปัจจุบันภายใต้การศึกษาและข้อจำกัดของเครื่องมือในการศึกษา หากมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือมีเครื่องมือใหม่ในการศึกษาจนได้หลักฐานใหม่เป็นที่ยอมรับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะต้องเปลี่ยนแปลงไป

1.3 กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กฎเป็นการสรุปปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใด ๆ ส่วนทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี กล่าวคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลำดับขั้นตอนชัดเจน แต่ยังมีวิธีการอื่นๆ อีกหลากหลายในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความบังเอิญ การทดลอง โดยวิธีคิด ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอน

2.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการอนุมานแตกต่างกัน กล่าวคือ การสังเกตเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัสหรือผ่านเครื่องมืออุปกรณ์อื่นใด แต่การอนุมานจะเป็นการนำหลักฐานจากการสังเกตไปใช้

2.3 ความคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตธรรมชาติ แล้วสร้างจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มาประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ถูกกำกับหรือเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี กล่าวคือ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์พยายามค้นคว้าและทำให้มีการยอมรับ มีพื้นฐานเดิมมาจากความเชื่อ ความรู้เดิม การฝึกฝน ประสบการณ์ การทำนาย รวมถึงผลจากการค้นคว้าหาความรู้และการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลากหลายวิธี

3.2 วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งมีอิทธิพลมาจากสังคมและวัฒนธรรม กล่าวคือ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งกระทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมซึ่งจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในวิทยาศาสตร์ศึกษา ในงานวิจัยจึงได้นำเสนอความสำคัญ การจัดการเรียนรู้ และการประเมินความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Learning About Science) เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและวิธีการของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม (Edward, Scanlon and West, 1993 : 23) ดังนั้นควรจัดการเรียนรู้โดยชี้ให้เห็นความสำคัญของประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความชัดเจน (Weld, 2004 : 212)

Driver *et al*. (1996 : 16 – 21) ได้อธิบายถึงคุณค่าและความจำเป็นของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าจะทำให้นักเรียน

1. ทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัด ของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถ เข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

2. สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ได้

3. ชื่นชมวิทยาศาสตร์ในแง่ของวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ร่วมสมัย

4. พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทันและมีคุณค่า

5. ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอแนะวิธีและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลายวิธี อาทิ การใช้กรณีศึกษา การแสดงบทบาทสมมติ Inquiry Lab การออกภาคสนาม การโต้วาที เป็นต้น หลักการพื้นฐานของเทคนิควิธีเหล่านี้เหมือนกันคือ “ต้องอิงบริบทและชี้ให้เห็น” (Context – Based and Explicit Approach) หมายถึง ไม่ควรจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แยกออกไป แต่ควรบูรณาการไปกับการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลก ดวงดาวและอวกาศ การชี้ให้เห็นหมายถึงเมื่อมีโอกาสที่จะเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ต้องชี้และเน้นให้นักเรียนเห็น (McComas, 2004 อ้างถึงใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552 : 89) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

White and Gunstone (1992 : 45 – 46) กล่าวว่าในระดับประถมศึกษา การใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต อธิบาย หรือที่เรียกว่า P.O.E. (Predict Observe Explain) เป็นวิธีการหนึ่งที่ครูสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจ ทดลอง และเก็บข้อมูลเพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้ค้นพบด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้ประกอบด้วยขั้นตอน

1. ครูจัดเตรียมสถานการณ์ เช่น การทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจถามคำถาม จากนั้นครูจึงขอให้นักเรียนลองทำนายถึงสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไป พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

2. ครูสาธิตสถานการณ์นั้นให้นักเรียนดู จากนั้นจึงให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ในกรณีที่นักเรียนสามารถจัดเตรียมสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง ครูอาจให้เด็กเป็นผู้เตรียมสถานการณ์นั้นเองก็ได้

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตได้โดยพยายามเชื่อมโยงถึงคำอธิบายที่นักเรียนได้กล่าวไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการสาธิต อย่างไรก็ตามครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึกว่าทุกๆ คำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์ สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้

Mathews (1994 อ้างถึงใน ปริณดา ลิมปานนท์, 2547 : 57) เสนอว่า การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงประวัติการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่องมีข้อดีต่อนักเรียนดังนี้

1. ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเข้าใจในด้านมโนทัศน์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยเชื่อมโยงพัฒนาการทางความคิดของบุคคลกับการพัฒนาการของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3. ประวัติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในตัวเอง เหตุการณ์ที่สำคัญในประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์และประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของวัฒนธรรม เช่น การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีของดาร์วิน การค้นพบเพนนิซิลินและเรื่องอื่นๆ เป็นเรื่องสำคัญที่นักเรียนควรคุ้นเคย

4. ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต่อการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยลบล้างความเชื่อว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด (Scientism) และลักษณะการยึดถือความคิดของตนเป็นหลัก (Dogmatism) ซึ่งมักพบในตำราเรียนวิทยาศาสตร์และชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป

Prince of Songkla University Pattani Campus

6. ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เห็นตัวอย่างชีวิตและยุคสมัยของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน ช่วยให้สาระวิทยาศาสตร์มีความเป็นมนุษธรรมน้อยลงและน่าสนใจมากขึ้น

7. ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อและสาขาวิชาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาอื่นๆ ในการเรียนประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นการบูรณาการและความไม่เป็นอิสระต่อกันของความรู้ต่างๆ ที่มนุษย์ใช้ในการแก้ปัญหา

Abd – El – Khalick *et al*. (1997 อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2548) เสนอว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ให้มาก กล่าวคือ นอกจากจะจัดการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของกิจการทางวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่งด้วย

Allchin *et al*. (1999 อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2548) ได้เสนอการประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงรูปแบบการทำปฏิบัติการด้วยการนำประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science – Technology and Society) ที่เกิดขึ้นในอดีตมาชี้นำให้นักเรียนวิเคราะห์ อภิปราย และวางแผนสำรวจแนวคิดนั้นๆ แล้วลงมือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ด้วยตนเอง ผลการพัฒนาพบว่า นักเรียนร่วมทำปฏิบัติการได้ดีและทำคะแนนสอบได้สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนคิดว่าการทำปฏิบัติการจะช่วยให้เข้าใจถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

Wenning (2006 : 4) เสนอว่า การจัดการเรียนรู้จะต้องผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการที่เป็นทักษะเพื่อการหาคำตอบ หลังจากนั้นก็ทำการสร้างหลักการด้วยการอุปนัย อธิบายและทำนาย สังเกตและบันทึกข้อมูล ระบุและควบคุมตัวแปร สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ ประยุกต์วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย และสร้างข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏ

Gallucci (2009 : 50 – 54) เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง Gallucci สร้างเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเนื้อหา 7 เรื่อง คือ 1) มังกรไฟในโรงรถของฉัน (Dragon in My Garage) 2) โรคลึกลับ (Mystery Disease) 3) ปลาตายลึกลับ (Fish Kill Mystery) 4) รูปถ่ายของครอบครัว (Family Photos) 5) การปลูกเต้านม (Breast Implants) 6) หาดทรายแห่งกาลเวลา (Times Beach) และ 7) การศึกษาผู้สวด

มนต์ (Prayer Study) ซึ่งทั้ง 7 เรื่องทำให้นักเรียนเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การทดสอบสมมติฐาน ความไม่คงที่ของความรู้ การสังเกตและการอ้างอิง แนวทางของการได้มาซึ่งความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม

วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร (2552 : 68) ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกวิธี คือการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานที่สำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ

1. ข้อสรุป เป็นคำตอบของปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยคำถามส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “เกิดอะไรขึ้น” หรือ “เกิดขึ้นได้อย่างไร” หรือ “เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น”

2. ประจักษ์พยาน เป็นข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป

3. การให้เหตุผล เพื่อใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงว่าเพราะเหตุใดประจักษ์พยานจึงสนับสนุนข้อสรุป

นักการศึกษาเชื่อว่าการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม นอกจากนี้การส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และสร้างความรู้ใหม่ได้ การใช้ประจักษ์พยานหรือข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ (วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร, 2552 : 68) ดังตาราง 7

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 7 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้	คุณลักษณะที่ปรากฏในตัวนักเรียน
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นครูผู้สอนหรือสื่อการเรียนรู้	1. นักเรียนได้รับข้อมูลและวิธีการใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้ในการใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนได้รับความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้ระหว่างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4. นักเรียนได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูล 5. นักเรียนได้รับการชี้แนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียน	1. นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล 2. นักเรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นที่เชื่อมโยงกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างไว้

ที่มา : วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร, 2552 : 68

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายใต้การปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งการประยุกต์ใช้เรื่องราวประวัติวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจแก่การทดลอง เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีการผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประจักษ์พยานและหลักฐาน อาจช่วยให้นักเรียนซาบซึ้งและตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จนนำมาซึ่งความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองต่อไป (สสวท., 2548 : 33 – 34) นอกจากนี้ครูผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ เช่น การเตรียมผังบนกระดานดำ สไลด์ ภาพยนตร์ วีดิทัศน์หรือคอมพิวเตอร์ (Lawson, 1995 : 179)

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากที่กล่าวมา สุธาวัลย์ มีศรี (Meesri, 2007 : 7 – 8) ได้จำแนกการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อสังเกตว่าครูได้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับใด โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (The Implicit Approaches) คือ การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้โอกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปราย

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบอกความรู้ (The Didactic Approaches) คือ การที่ครูจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล เช่น การบรรยายหรือยกตัวอย่างแต่ไม่ได้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรือประสบการณ์จัดไว้ให้ผู้เรียน

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (The Explicit Approaches) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน

3. การวัดและประเมินผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Johnston and Southernland (2002 อ้างถึงใน ปริณดา ลิมปานนท์, 2547 : 61) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลนักเรียนด้านความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ควรเป็นลักษณะของข้อสอบตัวเลือกที่เป็นความคิดรวบยอดหลักตรงตัว เนื่องจากจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการท่องจำ แต่ควรประเมินด้วยการขยายแนวคิดโดยการให้ตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

Weld (2004 : 212 – 213) ได้รวบรวมพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก ประกอบด้วย

1. อธิบายความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าคืออะไรโดยละเอียด

2. ระบุคำถามของผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

3. อธิบายความเหมือน ความแตกต่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

4. อธิบายถึงการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาว่ามีความคล้ายคลึงกัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

5. อธิบายได้อย่างชัดเจนว่าทำไมคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่เหนือธรรมชาติ

6. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์มีผลต่อสังคม เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้หลากหลาย

7. อธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์มีผลต่อสังคมและประเด็นทางปรัชญาอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้หลากหลาย

8. ยกตัวอย่างได้ว่าสังคมมีผลต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร

9. ใช้ข้ออ้างอธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากลและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้น

10. อธิบายถึงประโยชน์ของการจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์

11. ยกตัวอย่างได้ว่าทำไมความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากข้อสรุปจากข้อมูลในการปฏิบัติการถึงยังคงไม่ถูกต้อง

12. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใดความคิดทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนแต่ยังไม่ใช่ความรู้ที่สมบูรณ์

13. มีความเหมาะสมในการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น กฎ และ ทฤษฎี

14. ความสัมพันธ์ของการทำปฏิบัติการตลอดทั้งปี

15. มีการอ่านคำถามที่บิดเบือนไปจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ Wenning (2006 : 4) ได้กล่าวถึงลักษณะที่แสดงว่ารู้และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในประวัติของวิทยาศาสตร์และศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อสรุป สมมติฐาน การพิสูจน์ ความเชื่อ วิทยาศาสตร์เทียม อุปนัย นิรนัย กฎ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ระบบ ตัวแปร หลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาถึงการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ทำให้ผู้เรียนทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคม ชื่นชมวิทยาศาสตร์ และช่วยให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้สามารถจัดได้หลายรูปแบบโดยทำกิจกรรมบนพื้นฐานการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินผลจะเป็นการเน้นการประเมินความเข้าใจเป็นหลัก

Prince of Songkla University Pattani Campus

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างประเทศมีทั้งการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งครูและนักเรียน โดยนำเสนอไว้ดังนี้

Corey *et al.* (1989 : 514 – 529) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 7 จัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสุ่มนักเรียน 27 คนมาสัมภาษณ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย 6 ตอน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทุกคนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกตอน

Meichtry (1992 : 389 – 407) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาความรู้ การทดสอบได้ของความรู้ การเป็นแบบแผนของความรู้ ของนักเรียนในระดับเกรด 6 – 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมซึ่งจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร Biological Science Curriculum Study (BSCS) ซึ่งเป็นหลักสูตรใหม่ ทำการประเมินความเข้าใจทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในด้านการพัฒนาและทดสอบได้ของความรู้วิทยาศาสตร์ลดลง ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจในด้านความคิดสร้างสรรค์ลดลง และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรเดิมมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการทดสอบได้มากกว่ากลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร BSCS

Solomon *et al.* (1992 : 409 – 421) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างนักเรียนอายุระหว่าง 11 – 14 ปี จาก 5 ห้องเรียน ซึ่งจัดการเรียนรู้โดยครูและประเมินความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถาม แบบสอบถามในแต่ละข้อประกอบด้วยเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติวิทยาศาสตร์หนึ่งเรื่อง และตัวเลือกไว้ให้เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

Tobin and McRobbie (1997 : 355 – 371) ศึกษาความเชื่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนและการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในออสเตรเลีย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูที่มีความชำนาญในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ผู้บริหารและนักเรียนเกรด 11 ด้วยการบันทึกวิดีโอเทป สังเกตการจัดการเรียนรู้ สัมภาษณ์ และเอกสารต่างๆ ภายในห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า ถึงแม้ครูและนักเรียนจะมีความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยังคงไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่หลักสูตรแสดงรูปแบบของความจริงที่ต้องจำและนำไปสู่การแก้ปัญหา ความเชื่อนี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ของครู ส่งผลให้ครูจำกัดการยอมรับเหตุผลในการจัดการเรียนรู้

Lederman (1999 : 916 – 929) ทำการวิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน ทำการติดตามเก็บข้อมูลเป็นเวลาหนึ่งปีด้วยการสังเกตในห้องเรียน ใช้แบบสอบถามปลายเปิด แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและมีโครงสร้าง และการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ทั้งครูใหม่และครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีผลต่อการนำไปจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน

Akerson, Abd – El – Khalick and Lederman (2000 : 295 – 317) ศึกษาอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อความเข้าใจองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ การไม่คงที่ของความรู้ ความเป็นอัตนัย การจินตนาการและคิดสร้างสรรค์ และอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี 25 คน และนักศึกษาฝึกสอนที่จัดการเรียนรู้ในโรงเรียนประถมศึกษา 25 คน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ก่อนและหลังการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากในทุกองค์ประกอบ ยกเว้นด้านความเป็นอัตนัยและอิทธิของสังคมและวัฒนธรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจน้อย

Bianchini and Colburn (2000 : 177 – 209) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ของครูระดับประถมศึกษา 15 คน โดยแบ่งครูเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 คน จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยมุมมองทางด้านประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ และด้านสังคมของวิทยาศาสตร์ แล้วทำการเก็บข้อมูลด้วยการบันทึกวิดีโอเทปกลุ่มละ

Prince of Songkla University Pattani Campus

20 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลจากวิดีโอเทปที่บันทึกเพื่อระบุสิ่งที่มีความชัดเจนและไม่ชัดเจนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ยังคงเป็นการยากที่จะระบุว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนครูมักจะเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการสนทนาว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร และนักวิทยาศาสตร์มีการทำงานกันอย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเสนอว่าการวิจัยโดยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนมีทั้งที่เป็นจุดเด่นและข้อจำกัด

Khishfe and Abd – El – Khalick (2002 : 551 – 578) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ การอนุมาน และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนเกรด 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 62 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดและกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย โดยทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ใน 6 กิจกรรม ประกอบด้วย โครงสร้างอะตอม สารผสม การเปลี่ยนสถานะ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน การเผาไหม้ และฟอสซิล เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วยแบบสอบถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประเมินก่อนและหลังการศึกษา ใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 2 เดือนครึ่ง ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมก่อนการศึกษานักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทำกิจกรรมของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยพบว่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดพบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอย่างน้อยก็หนึ่งองค์ประกอบ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีผลทำให้นักเรียนเกรด 6 มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Conley *et al*. (2004 : 186 – 204) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเชื่อของความรู้ของนักเรียนเกรด 5 จำนวน 187 คน จากการเรียนตามเนื้อวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ ใน 4 องค์ประกอบคือ ที่มา การยอมรับ การพัฒนา และการให้เหตุผลของความรู้ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความรู้ใน 3 ด้าน คือ เพศ เชื้อชาติ และสถานะทางเศรษฐกิจ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านแหล่งที่มาและการยอมรับของความรู้ แต่ด้านการพัฒนาและการให้เหตุผลของความรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเชื่อที่เปลี่ยนไป และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเชื่อของความรู้คือสถานะทางเศรษฐกิจ

Kang, Scharmann and Noh (2005 : 313 – 334) ศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงโซล ประเทศเกาหลี จำนวน 1,702 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามหลายตัวเลือกที่ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Solomon *et al.* และจาก VOSTS ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับญาณวิทยาร่วมสมัย มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยนักเรียนในระดับประถมศึกษามีอัตมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด จากผลการศึกษาจึงเสนอว่า ควรจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาจะเกิดประโยชน์มากกว่าการปรับปรุงความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

Akerson, Hanson and Cullen (2007 : 751 – 772) ได้จัดค่ายอบรมเชิงปฏิบัติการภาคฤดูร้อน เพื่อศึกษาอิทธิพลของการสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) ที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูเกรด 6 เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ VNOS – D2 ผลการศึกษาพบว่า การทำกิจกรรมด้วยการสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะทำให้ครูที่เข้าร่วมกิจกรรมมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชัดเจนกว่าก่อนการอบรม และนำไปจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

Lewthwaite (2007 : 109 - 124) ได้ศึกษาการวิจารณ์บทเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินตามสภาพจริงของผู้ที่จะเป็นครูวิทยาศาสตร์ต่อการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกหัดที่มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้ที่จะเป็นครู ประชากรในการศึกษาคือผู้ที่จะเป็นครูทุกคนที่กำลังศึกษาอยู่ในปีสุดท้ายของหลักสูตรประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อที่จะไปจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในเกรด 5 ถึงเกรด 8 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มศึกษา คือ A, B และ C โดยกลุ่ม A พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเป็นเวลา 3 ชั่วโมง กลุ่ม B บรรยายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนตาม Project 2061 และพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมแบบจิกซอว์เกี่ยวกับประวัติวิทยาศาสตร์เรื่องดาราศาสตร์ และกลุ่ม C จัดการเรียนรู้โดยให้ความสำคัญต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตลอดระยะเวลาในวิชานั้น ทำการศึกษาตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ครูในกลุ่ม C สามารถวิจารณ์เนื้อหาและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากกว่ากลุ่ม B และกลุ่ม B ก็สามารถวิจารณ์ได้มากกว่ากลุ่ม A การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำวิจารณ์ของผู้ที่จะเป็นครูแสดงให้เห็นว่าการสร้างความรู้ทางสังคม (Social Constructivist) และการสะท้อนผลของการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนทาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การวิจารณ์บทเรียนจากการวิจัยนี้สามารถรับรองได้ว่ามีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในวิชาครู

Khishfe (2008 : 470 – 496) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 7 ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit Inquiry – Oriented Approach) ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน กับนักเรียน18 คน จัดการเรียนรู้โดยครูที่มีความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากโครงการ Inquiry, Context and Nature of Science (ICAN) จัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต และประชากรกับระบบนิเวศ ทำการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ คือ การไม่คงที่ของความรู้ หลักฐานเชิงประจักษ์ การอนุมาน และความคิดสร้างสรรค์ ด้วยแบบสอบถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์ทั้งก่อน ระหว่างและหลังการศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ไคสแควร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากก่อน ระหว่างและหลังการศึกษาเพิ่มมากขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

2. งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งของครูและนักเรียน โดยนำเสนอดังนี้

อัจฉรา แก้วมณี (2540 : 74) ศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักเรียนจำนวน 514 คน และใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์กับนักเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบมีระบบจำนวน 100 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง

2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์และกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลาง

3. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

Prince of Songkla University Pattani Campus

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม และจีระพรรณ สุขศรีงาม (2541 : 81 - 82) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 1,500 คน โดยจำแนกตามเพศและประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (1 – 5 ปี 6 – 10 ปี และมากกว่า 10 ปีขึ้นไป) กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอนแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ด้าน และ 12 ด้านย่อย รวม 94 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศและประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจธรรมชาติโดยรวม เป็นรายด้าน 2 ด้าน และ 4 – 6 ด้านย่อย อยู่ในระดับมาก และมีความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง 2 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ และ 6 – 8 ด้านย่อย คือ ความแท้จริง ความสม่ำเสมอ ความสามารถศึกษาเข้าใจได้ ความบริสุทธิ์ ความสร้างสรรค์ การพัฒนาการ ความสมบูรณ์และเรียบง่าย และความเป็นเอกภาพ

2. ครูวิทยาศาสตร์ชายและครูวิทยาศาสตร์หญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม เป็นรายด้าน 3 ด้าน และรายด้านย่อย 10 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่ครูวิทยาศาสตร์หญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2 ด้านย่อย คือ ความสามารถศึกษาเข้าใจได้ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมมากกว่าครูวิทยาศาสตร์ชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่างกัน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้าน 4 ด้าน และรายด้านย่อย 11 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ 6 – 10 ปี มีความเข้าใจธรรมชาติของการทดสอบได้มากกว่าครูวิทยาศาสตร์กลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะในด้านย่อยความเป็นเอกภาพเท่านั้น

พงษ์ศักดิ์ ไชยมาตย์ (2542 : 138 – 142) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 10 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 – 3 จำนวน 4,988 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ผลการศึกษาพบว่า

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ ประสบการณ์และสังกัดของโรงเรียน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

2. นักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มากกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียน 2 ปี มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน ยกเว้นด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียน 1 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน ยกเว้นด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ มากกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศ ประสบการณ์ในการเรียนและสังกัดของโรงเรียน ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พรสิทธิ์ กั้วนามน (2543 : 130 – 134) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 91 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 908 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมใน ผลการศึกษาพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้านในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำแนกตามเพศและประสบการณ์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

2. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก นักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านวิธีเชิงวิทยาศาสตร์และรายด้านย่อยปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนกับครูวิทยาศาสตร์ชายมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนนักเรียนชายและหญิงที่เรียนวิทยาศาสตร์กับครูวิทยาศาสตร์หญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน ยกเว้นด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุวัจนา ศรีวิเนตร (2543 : 125 – 129) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 269 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 978 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมใน ผลการศึกษาพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำแนกตามเพศและประสบการณ์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

2. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นเอกภาพ ความสามารถศึกษาเข้าใจได้ ความสร้างสรรค์ และการทดสอบได้ อยู่ในระดับมาก และมีความเข้าใจโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์ (2544 : 97 – 99) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครพนม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักธียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2,741 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2,815 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมใน ผลการศึกษาพบว่า

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนหญิงและนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ปี มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมาก ส่วนนักเรียนชายมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน ยกเว้นด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติอยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชายและหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ปี มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นรายด้านย่อย 3 ด้าน คือ ความสม่ำเสมอ ความบริสุทธิ์ และความเป็นเอกภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547 : 115 – 117) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ การศึกษาเอกสารและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน พบว่า

1. สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดการเรียนรู้มีทุกด้านตรงกับกรอบที่ศึกษา คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนใช้มากที่สุดคือ การบรรยาย นอกจากนั้นยังพบ การแนะนำแหล่งเรียนรู้ ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง การทดลอง และการมอบหมายงาน

3. เหตุผลที่ครูจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มี 2 ประการ คือ การจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และมีความต้องการพัฒนานักเรียนในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตประจำวันและการเป็นนักวิทยาศาสตร์

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล (2548 : 133 – 145) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง นักเรียนที่ได้รับเลือกเป็นนักเรียนชาย 6 คน หญิง 6 คน การสัมภาษณ์ครอบคลุมแนวคิดที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์

ต้องการหลักฐาน และวิทยาศาสตร์เป็นงานทางสังคมที่ซับซ้อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาแนวคิดและวิธีการทดลองที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สามารถสร้างความรู้หรือทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างจากอดีต และนักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่อหาหลักฐานพิสูจน์สนับสนุนแนวคิดนั้น อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนส่วนใหญ่โดยเฉพาะนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับต่ำ ยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญและความซับซ้อนของงานทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยความร่วมมือกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับบุคคลในสังคมเพื่อพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

สุธาวัลย์ มีศรี (2550 : 101 – 110) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพที่มีต่อความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการศึกษาเฉพาะกรณีของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา 4 คน วิธีที่ใช้ในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพ ประกอบด้วย

1. การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop)
2. การสาธิตการจัดการเรียนรู้ (Demonstration Lessons)
3. การจัดการเรียนรู้แบบจุลภาค (Microteaching)
4. บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน (Reflective Writing)

ทำการประเมินแนวคิดเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูทั้งก่อนและภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ในส่วนของการประเมินภาคปฏิบัติ ครูแต่ละคนจัดการเรียนรู้แบบจุลภาค 3 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลจากการสังเกตในชั้นเรียน แบบบันทึกภาคสนามและแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อหาว่าครูมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และได้นำเสนอประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคทั้ง 3 ครั้งอย่างไร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมครูมีพื้นฐานและความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างจำกัด ไม่ชัดเจน และไม่เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ตลอดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียน หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมผลการศึกษาแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของครูด้านแนวคิดเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากอย่างง่ายไปสู่การให้รายละเอียดได้มากขึ้นในเกือบทุกประเด็น สามารถอธิบายได้โดยใช้ภาษาของตนเอง และยกตัวอย่างสนับสนุนความคิดได้ ครูยังสามารถจัดการเรียนรู้ประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งแทนการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยได้ และตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

Prince of Songkla University Pattani Campus

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ (2550 : 514 – 525) ได้พัฒนาแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi – Structured Interview) เพื่อศึกษาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจต่อการจัดการเรียนรู้ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 โดยทำการเก็บข้อมูลครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1 จำนวน 3 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 ผลการวิจัยเป็นดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของครูผู้ให้สัมภาษณ์

ครูทั้ง 3 คน เป็นครูประจำชั้น ไม่มีผู้ใดจบการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และทุกคนรับผิดชอบจัดการเรียนรู้เกือบทุกวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และรับผิดชอบภาระงานอื่นๆ ของโรงเรียน

2. การใช้เทคนิคสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาความเข้าใจของครู พบข้อสังเกตและปัญหาระหว่างการสัมภาษณ์ ดังนี้

2.1 ครูไม่สามารถตอบคำถามได้ทันที ต้องมีคำถามย่อยหรือยกตัวอย่างต่างๆ หรือถามจากบริบทการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ครูเข้าใจคำถาม

2.2 บางครั้งการยกตัวอย่างประกอบการถามกลายเป็นการชี้นำคำตอบ บางครั้งใช้คำถามปลายเปิดให้ครูตอบว่าใช่หรือไม่ และพบว่าในการสัมภาษณ์ทั้งสามครั้งคำถามที่ใช้ไม่คงที่ โดยคำถามบางคำถามไม่ได้ใช้กับครูบางคน

2.3 ครูต้องใช้เวลาคิด บางคำถามครูตอบตะกุกตะกัก บางครั้งตอบไม่ตรงคำถามหรืออธิบายไม่ชัดเจน และส่วนมากครูอธิบายคำตอบเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงจากการจัดการเรียนรู้

2.4 คำตอบที่ได้รับค่อนข้างกว้าง การวิเคราะห์คำตอบจึงต้องใช้เวลามาก คำตอบบางคำตอบไม่ลึก และไม่ครอบคลุมที่ต้องการวัดอย่างเพียงพอ การวิเคราะห์ความเข้าใจของครูในบางด้านจึงขาดความชัดเจน

3. แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจต่อการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษา พบว่า

3.1 ครูมีความคิดว่าวิทยาศาสตร์คือวิชาที่ต้องมีการปฏิบัติเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความแตกต่างจากวิชาอื่นๆ เพราะมีกระบวนการจำนวนมากและต้องการตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

3.2 ครูไม่สามารถแสดงความคิดเห็นที่ชัดเจนเกี่ยวกับลักษณะและประเภทต่างๆ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อเท็จจริง มโนมติ กฎ และทฤษฎี)

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.3 ครูมีความคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าโดยการอ่านและศึกษาข้อมูลจากหนังสือและเอกสาร และมีการลงมือปฏิบัติการทดลอง การสังเกต การจดบันทึก และการประดิษฐ์คิดค้นแสวงหาสิ่งแปลกใหม่

3.4 ครูมีความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์คือบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น มีลักษณะเป็นคนช่างสังเกต ช่างวิเคราะห์ ชอบค้นคว้าทดลองพิสูจน์และประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ชอบการสำรวจและท่องเที่ยวทัศนศึกษา อีกทั้งมีบุคลิกภาพเหมือนหนอนหนังสือ ใจเย็น และเป็นคนเงียบๆ

3.5 ครูมีความคิดว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในแง่ของการประดิษฐ์สิ่งของ และเทคโนโลยีคือการนำเอาสิ่งที่วิทยาศาสตร์คิดค้นขึ้นหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ และเทคโนโลยีเกิดจากการพัฒนาและความเจริญก้าวหน้าของนักวิทยาศาสตร์

ปิยมาศ แปงยาแก้ว (2551 : 75 – 76) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 27 คน รวม 54 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีโยนิโสมนสิการ จำนวน 6 แผน แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยวิธีโยนิโสมนสิการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นขณะเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยโส (2552 : 360 – 374) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 135 คน จากโรงเรียนรัฐบาล 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถบอกลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและการลงข้อสรุป แต่พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่อง วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์