บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง ทรรศนะ ความเข้าใจ และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม จังหวัดปัตตานี เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ทรรศนะเชิงปรัชญาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ทรรศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม
2. ทรรศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์

1. ความเป็นมาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ประเภทของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจขอบเขตและลักษณะของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นหลักของการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะได้นำเสนอความหมายของวิทยาศาสตร์และความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Woodburn (1965 : 12 อ้างถึงใน บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2542 : 5) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เกิดจากการรวบรวมความรู้อย่างมีระบบ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ จุดมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะเป็นการแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ แต่ยังมุ่งที่การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย

Sund และ Trowbridge (1973 : 2-3 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2548 :7) สรุปไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Knowledge) และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หาความรู้ (Process of Science)

McGinn (1991 อ้างถึงใน Tairab 2001 : 237) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ใช้วิธีการจัดการระบบและการทำให้องค์ความรู้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ และวิทยาศาสตร์เป็นสาขาแห่งการแสวงหาความรู้ในธรรมชาติอย่างเป็นระบบ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 110) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2542 : 8) วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระบวนการ (Process) และส่วนที่เป็นผลผลิต (Product) ส่วนที่เป็นกระบวนการนั้นหมายถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) และกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Science) จาก

Prince of Songkla University Pattani Campus

กระบวนการแสวงหาความรู้นี้เองเป็นผลให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งส่วนนี้เรียกว่า ผลผลิต (Product)

ยุพา วีระไวทยะ และ ปรียา นพคุณ (2544 : 87) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มิใช่วิชาที่รวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสรรพสิ่งทั้งหลายในโลกเพียงเท่านั้น หากแต่ข้อเท็จจริงเหล่านั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมหมายถึงการสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การตรวจสอบและทดลอง การคาดคะเนปรากฏการณ์นั้นภายใต้เงื่อนไข ผู้สังเกตมีความพยายามเชื่อมโยงความคิดเห็นไปสู่การค้นพบใหม่

อำนาจ เจริญศิลป์ (2544 : 1) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์หมายถึง วิชาหรือความรู้ที่เกิดจากการศึกษาเรื่องราวและความเป็นไปของธรรมชาติ เช่น สัตว์ พืช สสาร และ พลังงาน เป็นต้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548 : 13) ได้รวบรวมความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

"คือ กิจกรรมทดลองและการค้นคว้าความรู้
คือ วิชาที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
คือ วิชาที่เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ
เป็นความรู้ที่ได้จากการสังเกตทดลองหาความจริง
เป็นวิชาที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เป็นวิชาที่ใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล
เป็นวิชาที่เกี่ยวกับสรรพสิ่งทั้งหลายในโลกทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต"

จากความหมายของวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ วิทยาศาสตร์ คือ "ศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ด้วยการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ"

2. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือ ในภาษาอังกฤษว่า "Nature of Science" นิยมใช้อักษรย่อว่า "NOS" คำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่มีคำนิยามหลักที่ได้รับการยอมรับและเห็นพ้องจากบรรดานักวิชาการ ดังนั้นในที่นี้ขอนำเสนอความหมายของคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำจำกัดความดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

Lederman (1992 : 332) ได้ให้ความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ที่เป็นแหล่งที่มาของความรู้ หรือ ค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

McComas และคณะ (2002 : 4-5) กล่าวว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกิดจากการผสมผสานมุมมองอันหลากหลายในการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และปฏิกิริยาของสังคมที่มีต่อความอุตสาหะทางวิทยาศาสตร์ และเขาได้ระบุเพิ่มเติมว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้ศึกษาเฉพาะธรรมชาติในรูปแบบของวิทยาศาสตร์โดยตรง สังคมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยบุคคลที่อุทิศตนในภาระหน้าที่เพื่อความเข้าใจธรรมชาติให้เพิ่มมากขึ้น ถือเป็นสังคมที่มีความเชี่ยวชาญในการให้ข้อสรุปที่ดีที่สุดในเรื่องปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากหลากหลายสาขา ตรวจสอบหาความจริงของวิทยาศาสตร์โดยการตั้งคำถาม เช่น สิ่งใดเป็นตัวกำหนดขอบเขตของวิทยาศาสตร์จากความอุตสาหะของมนุษย์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการค้นพบหรือการสร้างขึ้นมา ความคิดเห็นส่วนใหญ่จากสังคมวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร”

Hong Ming ma (2009 : 701) กล่าวว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ความคงทน ความคิดสร้างสรรค์ เป็นอุปนัย เป็นพลวัตร อีกทั้งมีแนวคิดด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง”

Rai และ Bajpai (2009) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสันนิษฐาน คุณค่า และข้อจำกัดที่มีอยู่ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจำแนกความแตกต่างของวิทยาศาสตร์จากความรู้ในรูปแบบอื่น ๆ

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547 : 14) สรุปว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การอ้างอิงถึง 1) ญานวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ 2) สังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานแบบกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์และความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม และ 3) ค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งการอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในด้านการช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์”

Prince of Songkla University Pattani Campus

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550 : 516) กล่าวว่า "แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง แนวคิด ค่านิยมหรือความเชื่อที่มีต่อตัววิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาเป็นข้อความต่าง ๆ ว่าด้วยความหมายของวิทยาศาสตร์ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม"

จากนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการแสวงหาความรู้และการทำงานร่วมกันของสังคมวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์ในแง่ของประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์"

ทรรศนะเชิงปรัชญาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในช่วงสามทศวรรษนับตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Hand *et al.*, 1999, 2550 : 25) ซึ่งการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องทำให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถคงอยู่ได้เรื่อยมา นักวิจัยและนักการศึกษาจำนวนมากได้โต้แย้งทรรศนะแบบร่วมสมัยกับทรรศนะแบบดั้งเดิมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Haidar, 1999 : 809) เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนในเรื่องนี้จำเป็นต้องทำความเข้าใจพื้นฐานเชิงปรัชญาของทั้งสองทรรศนะก่อน ดังนี้

1. ทรรศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

ทรรศนะแบบดั้งเดิมคำนึงถึงทรรศนะเชิงปรัชญา 2 แนวคิด กลุ่มแนวคิดแรก คือ ทรรศนะของกลุ่มสัจนิยม (Realist) กับทรรศนะของกลุ่มประจักษ์นิยม (Empiricist)

กลุ่มแนวคิดแรกทรรศนะของกลุ่มสัจนิยม เป็นทรรศนะในเรื่องของทฤษฎีและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเห็นว่าทฤษฎีและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้ในการพรรณนาโลก กลุ่มแนวคิดนี้มีความสามารถในการอธิบายและการคาดเดาได้ดีเยี่ยม และมักจะอ้างอิงกับแก่นแท้ของความจริงหรือนำเสนอภาพที่เป็นจริงของโลกนี้มากกว่าจะนำเสนอเพียงในจิตใต้สำนึกคนส่วนใหญ่ ตามทรรศนะนี้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะประเมินค่าภายใต้หลักฐานเชิงประจักษ์ว่าจะมีผลออกมาเป็นจริงหรือเป็นเท็จ (Promkatkeaw, 2007 : 26) ดังนั้นทฤษฎีดั้งเดิมเมื่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตรวจสอบได้ว่าไม่เป็นจริงมักสรุปว่าเป็นทฤษฎีที่ผิดและใช้ไม่ได้สำหรับนักวิทยาศาสตร์ (Haidar, 1999 : 809)

สำหรับทรรศนะของกลุ่มประจักษ์นิยม (Empiricism) เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ตามทรรศนะของนักประจักษ์นิยม โดยมักจะทำตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) ซึ่งเป็นวิธีการเชิงอุปนัย และวิธีการเชิงนิรนัยควบคู่กับการตั้งสมมติฐานของคาร์ล ปอปเปอร์ (Karl Popper) วิธีการในการเริ่มต้นค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสังเกต การกำหนดสมมติฐาน และนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์แยกแยะ การให้ข้อสรุป การทดสอบหรือการคาดคะเน และทดสอบผลลัพธ์เชิงประจักษ์จากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ วิธีการนี้ดำเนินการเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งสามารถรับรองความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถสะท้อนความจริงเกี่ยวกับโลก (Haidar, 1999 : 817-819) ทรรศนะของกลุ่มประจักษ์นิยมเชื่อว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ยืนยันถึงความสามารถของประสาทสัมผัสในฐานะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวความรู้และประสบการณ์ที่สัมผัสรับรู้ได้เท่านั้นจะเป็นที่มาของความรู้ ในทรรศนะนี้จะเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎีนั้นมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ และนักวิทยาศาสตร์ค้นพบด้วยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในสร้างโครงสร้างขององค์ความรู้ (Promkatkeaw, 2007 : 26)

2. ทรรศนะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

ทรรศนะแบบร่วมสมัยที่ขัดแย้งกันขึ้นอยู่กับ 2 ทรรศนะสำคัญกล่าวคือ ทรรศนะของกลุ่มอุปกรณ์นิยม (Instrumentalist) และกลุ่มสรรคนิยม (Constructivist)

ทรรศนะของกลุ่มอุปกรณ์นิยม (Instrumentalism) เห็นว่าทฤษฎีและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการเข้าใจโลก เป็นเครื่องมือในการจัดระเบียบความคิดหรือเป็นเครื่องมือสำคัญขั้นต้นในการจัดการกับประสบการณ์ของมนุษย์และเพื่อจัดระบบกฎของการทดลอง ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวโยงกับสัญลักษณ์ในวิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณ การอธิบาย หรือการทำนาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ หรือโมเดลทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือในการอธิบายวิทยาศาสตร์ได้อย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถเข้าถึงความจริงหรือความจริงที่ชัดเจนได้ จากทรรศนะนี้เองที่โครงสร้างทางวิทยาศาสตร์ เช่น อะตอม กลายเป็น “แก่นแท้จากการอนุมาน” (Postulated Entities) หรือเป็น “โครงสร้างทางความคิด” (Mental Construct) นอกจากนี้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าสิ่งใดถูกหรือสิ่งใดผิด แต่มนุษย์สามารถตัดสินใจได้ตามประโยชน์หรือตามหลักฐานที่ชัดเจน ดังนั้นทฤษฎีเก่า ๆ หรือทฤษฎีผิด ๆ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ที่นักวิทยาศาสตร์ยังคิดว่ามีค่านั้น สามารถเปลี่ยนแปลงและแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ที่มีหลักฐานที่ชัดเจนกว่า (Promkatkeaw, 2007 : 28)

ขณะที่ทรรศนะของกลุ่มสรรคนิยม (Constructivism) ระบุว่าการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์และเหตุการณ์ซึ่งประกอบด้วยการทดลองที่เป็นสากลเป็นสิ่งที่สังคมยอมรับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาโดยนักวิทยาศาสตร์และไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ความรู้เหล่านี้ต้องได้รับการยอมรับจากบรรดานักวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้ที่ใช้ได้ภายใต้หลักฐานเชิงประจักษ์และสอดคล้องกับประสบการณ์และความเข้าใจอื่น ๆ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่คงที่และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการที่ใช้ในการค้นหาความรู้เพื่อให้มีประสิทธิภาพและนำมาใช้ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการในการค้นหาทางวิทยาศาสตร์มีความผันแปรไปตามการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายทางสังคมและตัวบุคคล ในทรรศนะแบบร่วมสมัยเห็นว่าครูควรมีบทบาทในการจัดการและเปลี่ยนถ่ายความจริงของสาระทางวิทยาศาสตร์ไปยังนักเรียน และต้องสามารถช่วยนักเรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการมุ่งเน้นกระบวนการแสวงหามากกว่าการสั่งสมความจริงทางวิทยาศาสตร์ (Haidar, 1999 : 808) ทรรศนะแบบดั้งเดิมกับทรรศนะแบบร่วมสมัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีในหลายรูปแบบ ดังตัวอย่างแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบทรรศนะแบบดั้งเดิมตามแนวคิดของเบคอนกับทรรศนะแบบร่วมสมัยตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ทรรศนะแบบดั้งเดิมตามแนวคิดของเบคอน	ทรรศนะแบบร่วมสมัยตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแค่ค้นหาเท่านั้น	นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้นเพราะทฤษฎีสร้างมาจากสติปัญญา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นครั้งแรกโดยวิธีการสังเกต	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดขึ้นได้จากการจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วย

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 1 (ต่อ)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ทรรศนะแบบดั้งเดิมตามแนวคิดของเบคอน	ทรรศนะแบบร่วมสมัยตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ประเมินสรุปทางวิทยาศาสตร์โดยการอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์	นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ เขาอาจใช้เพียงจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลที่ไม่ลำเอียงและมีความคิดเปิดกว้างในทุก ๆ การกระทำของเขา	นักวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย อาทิเช่น ความรู้เดิม เหตุผล และปัจจัยทางสังคม

ที่มา : ปรับปรุงจาก Haidar, 1999 : 821-822

ความแตกต่างของสองทรรศนะต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังส่งผลถึงบทบาทของครูที่แตกต่างกันด้วย ในทรรศนะแบบดั้งเดิมนั้นครูจะมีบทบาทในการจัดการและถ่ายโอนปัจจัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน ส่วนทรรศนะแบบร่วมสมัยนั้นครูวิทยาศาสตร์จะช่วยนักเรียนในการสร้างความเข้าใจของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเน้นด้านกระบวนการค้นหาความรู้มากกว่าการเก็บสะสมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (Promkatkeaw, 2007 : 30)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจำแนกทรรศนะของครูวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ทรรศนะแบบดั้งเดิมตามแนวคิดของเบคอน เป็นทรรศนะดั้งเดิมที่อยู่ในกลุ่มประจักษ์นิยม มีทรรศนะว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งสามารถรับรองความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถสะท้อนความจริงเกี่ยวกับโลก ในทรรศนะนี้จะเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎีนั้นมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ และนักวิทยาศาสตร์ค้นพบด้วยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในสร้างโครงสร้างขององค์ความรู้

2. ทรรศนะแบบร่วมสมัยตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทรรศนะร่วมสมัยที่อยู่ในกลุ่มสรรคนิยม มีทรรศนะว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ ความรู้เหล่านี้ต้องได้รับการยอมรับจากบรรดานักวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้ที่ใช้ได้ภายใต้หลักฐานเชิงประจักษ์และสอดคล้องกับประสบการณ์และความเข้าใจอื่น ๆ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ไม่คงที่และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการที่ใช้ในการค้นหาความรู้เพื่อให้มีประสิทธิภาพและนำมาใช้ได้

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

The American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1994 : 1-11) ได้จำแนกแนวคิดทางด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในจักรวาลล้วนมีรูปแบบเดียวกัน ในการศึกษาส่วนย่อยของจักรวาลนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจในส่วนย่อยอื่น ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ของจักรวาล ความรู้ที่ได้จากการศึกษาจักรวาลนั้นมีทั้งความคงทน ในขณะเดียวกันความรู้เหล่านั้นก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ด้านย่อย ได้แก่

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

1.2 ข้อคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Inquiry) ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการใช้กระบวนการที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้นตอนที่นิยมใช้กันอยู่ การแสวงหาความรู้นั้นมีมากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบและปฏิบัติตามขั้นตอนที่ตายตัว แต่การแสวงหาความรู้นั้นมีความยืดหยุ่น ไม่ได้ถูกจำกัดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ควรจำกัดความไว้เพียงแค่การทดลอง การแสวงหาความรู้ควรประกอบด้วยจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเชิงตรรกะ และหลักฐานเชิงประจักษ์ร่วมด้วย การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ด้านย่อย ได้แก่

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกะและจินตนาการ

2.3 วิทยาศาสตร์เป็นการให้คำอธิบายและการทำนาย

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะหาเอกลักษณ์และหลีกเลี่ยงความลำเอียง

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับอำนาจของบุคคล

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) เป็นการดำเนินงานทางด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องสัมพันธ์ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านบุคคล สังคม สถาบัน รวมถึงจรรยาบรรณในการทำงาน แบ่งออกเป็น 4 ด้านย่อย ได้แก่

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคม

3.2 วิทยาศาสตร์จัดไว้ในเนื้อหาสาขาวิชาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ

3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณที่ยอมรับได้ทั่วกัน

3.4 นักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการนำผลการวิจัยไปใช้

Lederman (1999 : 917) ได้กำหนดมุมมองที่สำคัญสำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว
2. มีพื้นฐานมาจากเชิงประจักษ์ผ่านการสังเกตธรรมชาติของโลก
3. เป็นนามธรรมที่เน้นหนักทางด้านทฤษฎี
4. ใช้ในการสร้างคำอธิบาย การอนุมาน จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์
5. ใช้ในการสังเกตและการอนุมาน
6. เป็นการรวมกลุ่มทางสังคมและวัฒนธรรมที่เหนียวแน่น

Lederman (2002 : 499-502) ต่อมาได้กำหนดมุมมองในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การสังเกตเชิงประจักษ์

วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานจากการสังเกตธรรมชาติของโลก นักวิทยาศาสตร์ไม่มีวิธีการโดยตรงในการเข้าถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การสังเกตธรรมชาติจะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการกลั่นกรองเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและทำให้สามารถตีความภายใต้กรอบของทฤษฎีและสมมติฐานต่าง ๆ ได้

2. การสังเกต การอนุมาน และสิ่งที่มีจริงทางทฤษฎีในวิทยาศาสตร์

การสังเกตถือเป็นสิ่งยืนยันที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การสังเกตสามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยความรู้สึกนึกคิดและยืนยันเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สังเกตค้นพบ นำไปสู่การเชื่อมโยงกับกรณีใกล้เคียงอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น วัตถุใด ๆ ที่ปล่อยลงเหนือระดับพื้นดินจะมีแนวโน้มตกลงมายังพื้นแน่นอน ในขณะที่การอนุมานเป็นสิ่งยืนยันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ซึ่งไม่สามารถรับรู้ด้วยความรู้สึกนึกคิดโดยตรงได้ เช่น วัตถุใด ๆ ที่ตกลงยังพื้นได้นั้นเกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของโลก ดังนั้นการแยกแยะความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการอนุมานจึงมีความสำคัญ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ความเข้าใจถึงความแตกต่างสำคัญ ๆ ระหว่างการสังเกตและการอนุมานเป็นสิ่งที่ผู้คนในยุคแรกใช้ในการเข้าถึงแก่นแท้ของทฤษฎีและการอนุมานที่อยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของแก่นความรู้ต่าง ๆ ดังกล่าว เช่น เรื่องอะตอม โมเลกุลออร์บิทัล สปีชีส์ ยีนส์ โปรตอน สนามแม่เหล็กและแรงดึงดูดของโลก

3. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักของเหตุผล สามารถพิสูจน์และใช้อธิบายระบบได้ ทฤษฎีต่าง ๆ ใช้สำหรับอธิบายข้อสังเกตกลุ่มใหญ่ รวมถึงทฤษฎีต่าง ๆ มีบทบาทสำคัญในการกำหนดปัญหาการวิจัยและเป็นแนวทางการแสวงหาความรู้ในอนาคต ส่วนใหญ่ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนสมมติฐานบางอย่างหรือบนหลักการที่ยอมรับทั่วไปและตั้งอยู่บนความจริงที่มีอยู่โดยไม่ต้องสังเกต ดังนั้นทฤษฎีต่าง ๆ ไม่อาจจะตรวจสอบได้โดยตรง มีเพียงหลักฐานยืนยันทางอ้อมเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนและทำให้ทฤษฎีมีความสมเหตุสมผล นักวิทยาศาสตร์นำการทำนายที่ได้มาจากทฤษฎีและตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ ความสอดคล้องกันระหว่างการทำนายกับหลักฐานเชิงประจักษ์ดังกล่าวสามารถยกระดับความน่าเชื่อถือของทฤษฎีที่ได้รับการตรวจสอบแล้ว มีความเชื่อมโยงกับความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการอนุมาน ก็คือ ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับกฎนั่นเอง โดยทั่วไปแล้วกฎเป็นสิ่งยืนยันเชิงพรรณนาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่สังเกตได้ ตัวอย่างเช่น กฎของบอยล์ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะความดันกับปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิคงที่ ส่วนทฤษฎีเป็นการอธิบายเชิงอนุมานจากปรากฏการณ์ที่สังเกตได้หรือความถี่ของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ทฤษฎีจลนศาสตร์ (Kinetic Molecular Theory) ที่นำมาใช้อธิบายกฎของบอยล์ ความเข้าใจผิดส่วนใหญ่ของกฎและทฤษฎี ได้แก่ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับกฎ ความเข้าใจดังกล่าวคือ ทฤษฎีจะกลายเป็นกฎก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมาสนับสนุน และกฎมีสถานภาพที่สูงกว่าทฤษฎี ซึ่งความเข้าใจเหล่านี้ไม่ถูกต้อง เพราะทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ในประเภทที่ต่างกันและไม่อาจกลายเป็นอีกอย่างได้ ทฤษฎีต่าง ๆ จึงถือเป็นผลผลิตหนึ่งที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับกฎทางวิทยาศาสตร์

4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

วิทยาศาสตร์ได้มาจากสังเกตจากธรรมชาติ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของเหตุผลและเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและทฤษฎี ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสร้างสรรค์จากบรรดานักวิทยาศาสตร์อย่างมาก ดังเช่น การก้าวข้ามจากแบบจำลองอะตอมไปสู่แบบจำลองของโบร์ที่อะตอมมีการซ้อนทับกัน (Elaborate) ของออร์บิทัลและระดับพลังงาน เป็นต้น แนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์นี้เชื่อมโยงกับลักษณะเชิงอนุมานในตัวเอง ซึ่งไม่อาจหลีกเลี่ยงกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น อะตอม และ สปีชีส์ ที่เป็นแบบจำลองทฤษฎีที่นำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการเลียนแบบสภาพจริงที่น่าเชื่อถือ

5. การได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่ ไม่ว่าจะเป็น ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ จุดยืน ความเชื่อ องค์ความรู้เดิม การฝึกฝน ประสบการณ์ต่าง ๆ และความคาดหวังของนักวิทยาศาสตร์ล้วนมีผลต่อการทำงานของพวกเขาทั้งสิ้น ปัจจัยพื้นฐานเหล่านี้ได้กำหนดกรอบแนวคิดให้นักวิทยาศาสตร์ได้เลือกปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้าและมีวิธีการค้นหาคำตอบจากปัญหาอย่างไร ตลอดจนสิ่งที่จะสังเกตหรือไม่ต้องการสังเกต และแนวทางในการตีความข้อมูล แนวคิดส่วนตัวของนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้เป็นผลผลิตหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตามความเชื่อของคนทั่วไปแล้ว วิทยาศาสตร์ไม่มีโอกาสจะเริ่มต้นจากการสังเกตอย่างเป็นกลางได้เลย การสังเกตหรือการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์มักได้รับแรงบันดาลใจจากทฤษฎีที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่คำถามหรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6. การฝังตรึงอยู่ในสังคมและวัฒนธรรม

วิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์ในบริบทของวัฒนธรรมขนาดใหญ่ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ของมนุษย์นั้นก็เป็นผลผลิตภายในชุมชนเองด้วย วิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นในวงกว้างและวิทยาศาสตร์เองก็ได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายในสังคมเช่นกัน ซึ่งได้แก่ โครงสร้างทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ ปรัชญา ศาสนา เป็นต้น อย่างกรณีของทฤษฎีวิวัฒนาการของมนุษย์มาจากวานร (Hominide Evolution) จนปัจจุบันเรื่องราวส่วนใหญ่ยังถูกครอบงำในกรอบของนักล่าและบทบาทของเพศชายในทฤษฎีวิวัฒนาการของมนุษย์ ซึ่งลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นในวงการวิทยาศาสตร์ที่มีนักวิทยาศาสตร์ผิวขาวที่มีสิทธิจะศึกษาเรื่องราวประเภทนี้ ทำให้ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของมนุษย์วานรเป็นแบบนี้มาโดยตลอด จนกระทั่งในต้นศตวรรษ 70 มีกระแสการตื่นตัวของนักวิทยาศาสตร์สตรีที่เริ่มมีบทบาทอย่างมากในวงการวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมถึงที่สนใจศึกษาเรื่องนี้ด้วย ทำให้ทฤษฎีวิวัฒนาการมนุษย์วานรเริ่มเปลี่ยนไป ทำให้อีกทฤษฎีหนึ่งมีฐานะความน่าเชื่อถือเท่าเทียมกัน

7. มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจผิดอย่างหนึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ การมีอยู่ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จุดเริ่มต้นของความเข้าใจผิดนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) ที่ใช้วิธีเชิงอุปนัยในการยืนยันความแน่นอนขององค์ความรู้ ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา มีความนิยมวิธีเชิงอุปนัยในการบรรลุถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในยุคต่อมาความเชื่อที่มีจุดยืนของ

Prince of Songkla University Pattani Campus

เงื่อนไขเรื่องความแน่นอนและเป็นไปได้สูงเข้ามาแทนที่ อาทิเช่น แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของ Baye (Bayesianism) การจงใจให้ผิดพลาด (Falsificationism) และสมมติฐานควบคู่วิธีเชิงนิรนัย (Hypothetico-Deductivism) เป็นต้น โดยที่จุดยืนบางอย่างดังกล่าวยังคงนำมาใช้ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์หรือแม้แต่ใช้สอนแบบชัดแจ้งในชั้นเรียน มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ใช้แนวทางนี้ในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจเช่นนี้ถือว่าผิด เพราะไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาความรู้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดข้อผิดพลาด ในความเป็นจริงนั้นนักวิทยาศาสตร์ทำการสังเกต เปรียบเทียบ ทดลอง พิจารณาคาดการณ์ ตั้งสมมติฐาน สร้างแนวคิดและสร้างเครื่องมือทางความคิด สร้างทฤษฎีและการอธิบาย แต่ยังไม่มีการปฏิบัติใด ๆ ที่เป็นขั้นตอนและได้รับการยอมรับในการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาที่สมเหตุสมผล มีความเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถปฏิบัติใช้ได้จริง และทำให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง

8. ความจริงชั่วคราวของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือและมีความคงทน แต่ถือว่ายังไม่ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์แบบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีการค้นพบหลักฐานใหม่ ๆ อันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางด้านการคิดค้นรวมถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้เป็นที่มาของทฤษฎีใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม ตลอดจนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในบริบททางสังคมและวัฒนธรรม หรืออาจนำไปสู่การปรับเปลี่ยนทิศทางของแผนการทำงานวิจัยในอนาคตตามมาด้วย ความจริงชั่วคราวของวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปจากความคิดสร้างสรรค์และฝังตรึงอยู่ในวัฒนธรรมและสังคม แต่กลับได้จากข้อยืนยันที่มีเหตุผล ในการพิสูจน์สมมติฐาน ทฤษฎี และกฎ ไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์แบบหากขาดหลักฐานที่ใช้สนับสนุนอย่างพอเพียง

McComas และ Olson (2002 : 44-48) ได้รวบรวมเป้าหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถือเป็นความเห็นส่วนใหญ่ซึ่งคัดมาจากเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์นานาชาติจำนวน 8 ประเทศ ได้แก่ Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993) Science Framework for California Public Schools (California Department of Education, 1990) National Science Education Standards (NRC, 1996) และ The Liberal Art of Science (AAAS, 1990) ของสหรัฐอเมริกา A Statementon Science (Curriculum Corporation, 1994) ของออสเตรเลีย Science in the National Curriculum (Department of Education, 1995) ของอังกฤษ Science in the New Zealand Curriculum (Ministry of Education, 1993) ของนิวซีแลนด์ และ Common Framework (Council of Ministers of Education, 1996) ของแคนาดา ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์นานาชาติ

ความเข้าใจในมิติต่าง ๆ	สถานะ และ สมติฐาน
ด้านปรัชญา	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว - วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ - วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความจริงเชิงประจักษ์ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานจากการสังเกต
ด้านสังคม	- นักวิทยาศาสตร์มีการตัดสินใจบนพื้นฐานหลักจรรยาบรรณ - ทุก ๆ วัฒนธรรมสามารถก่อให้เกิดวิทยาศาสตร์ - ความรู้ใหม่ต้องมีการรายงานอย่างชัดเจนและเปิดเผย - วิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์
ด้านจิตวิทยา	- นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ - ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาจากการสังเกต - นักวิทยาศาสตร์ต้องเปิดมุมมองสู่ความคิดใหม่ ๆ - นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความยุติธรรมในการใช้เหตุผล
ด้านประวัติศาสตร์	- วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมดั้งเดิม - การเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นทีละน้อย - แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมทางสังคมและประวัติศาสตร์ - วิทยาศาสตร์สร้างจากพื้นฐานสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีต

ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas และ Olson, 2002 : 44-48

McComas และคณะ (2002 : 6-7) จึงได้สรุปขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์นานาชาติจำนวน 8 ประเทศข้างต้นไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ในขณะเดียวกันก็มีความจริงชั่วคราวอยู่
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก ทั้งจากการสังเกต การทดลองเชิงประจักษ์ ข้อพิสูจน์ที่มีเหตุผล และจากข้อสงสัยต่าง ๆ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่ายังเชื่อถือไม่ได้ทั้งหมด
3. ในปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งเฉพาะ ดังนั้นจึงไม่มี

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนสากล

4. วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

5. ทฤษฎีและกฎก่อให้เกิดบทบาทที่แตกต่างกันในวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีจะไม่เปลี่ยนไปเป็นกฎ แม้ว่าจะพบข้อมูลเชิงประจักษ์เพิ่มเติมก็ตามที

6. มนุษยชาติจากหลากวัฒนธรรมทั้งมวลมีส่วนในการก่อเกิดวิทยาศาสตร์

7. ความรู้ใหม่ต้องมีการรายงานอย่างชัดเจนและเปิดเผย

8. นักวิทยาศาสตร์ต้องเก็บข้อมูลอย่างถูกต้อง มีการสำรวจงานวิจัยและเลียนแบบได้

9. ทฤษฎีที่มีอยู่มาจากการสังเกต

10. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

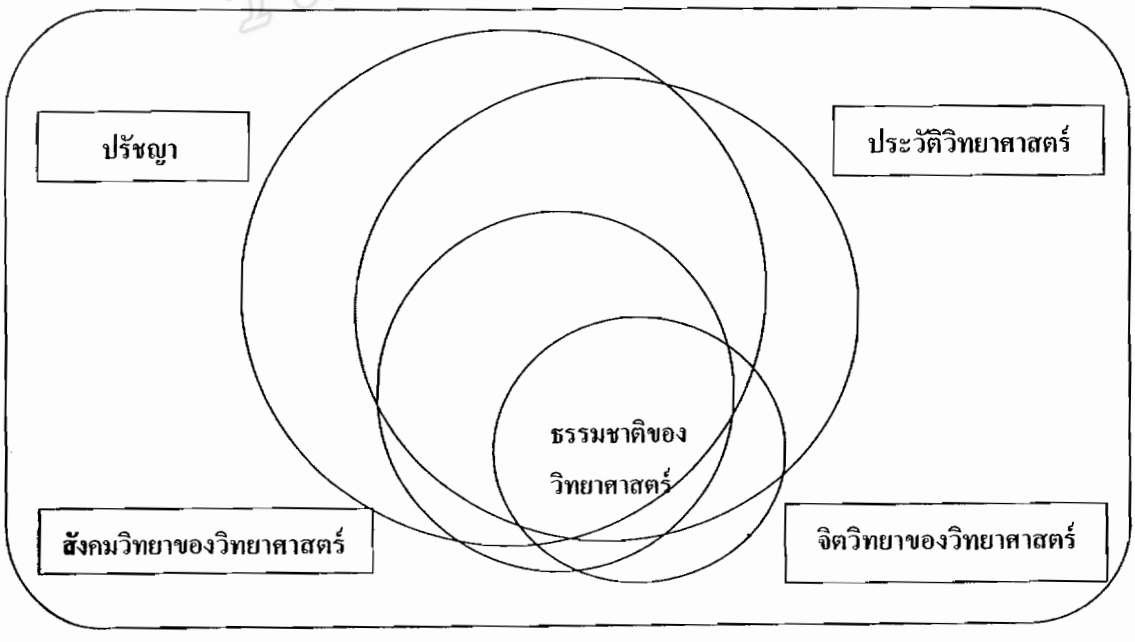
11. ประวัติของวิทยาศาสตร์เผยให้เห็นลักษณะทั้งด้านวิวัฒนาการและการพัฒนาเปลี่ยนแปลง

12. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรมขนบธรรมเนียม

13. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

14. สภาพแวดล้อมทางสังคมและประวัติศาสตร์มีผลกระทบต่อความคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับขอบข่ายความรู้ต่าง ๆ



ที่มา : ปรับปรุงจาก McComas และ Olson, 2002 : 50

Prince of Songkla University Pattani Campus

เป้าหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์นานาชาติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับขอบข่ายความรู้ต่าง ๆ อาทิเช่น ความเข้าใจทางปรัชญา ความเข้าใจทางสังคม ความเข้าใจทางจิตวิทยา และความเข้าใจทางประวัติศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 1 (McComas และ Olson, 2002 : 50)

ภาพประกอบข้างต้นเป็นการนำเสนอสาขาวิชาที่ใช้ทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นำมาจากเนื้อหาสาระในเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในแต่ละสาขาวิชาล้วนมีส่วนซ้อนทับกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์กันจากขนาดของวงกลม คำจำกัดความของคำว่าวิทยาศาสตร์รวมถึงนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพบได้จากส่วนที่ซ้อนทับกันของสาขาวิชาเหล่านี้

Murphy และคณะ (2007 : 28) ได้สรุปแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ที่ได้รับการยืนยันแล้วผ่านกระบวนการมากมายที่ได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ ความรู้เหล่านี้ ได้แก่ กฎและทฤษฎี ซึ่งสามารถทดสอบและพัฒนาได้ เนื่องจากเป็นความจริงชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้

2. วิทยาศาสตร์ คือ ความอุตสาหะของมนุษย์ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของแหล่งที่มาขององค์ความรู้ การสังเกตและการอนุมานมีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการได้มาซึ่งกฎและทฤษฎี ถึงแม้ว่าการอนุมานจะสร้างมาจากการสังเกตและความคิดเห็นส่วนตัว แต่นักวิทยาศาสตร์จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตเป็นหลัก

3. สังคมและวัฒนธรรมมีผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทางศีลธรรม และจรรยาบรรณมีอิทธิพลอย่างสูงต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์

Akerson และ Buzzelli (2007 : 16) ได้สรุปมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก The National Science Teachers Association (NSTA) ที่ครูและนักเรียนควรทราบดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งความน่าเชื่อถือและความจริงชั่วคราว

2. ในปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งเฉพาะ แต่มีลักษณะร่วมของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีการสนับสนุนจากการทดลองเชิงประจักษ์ สามารถทดสอบได้ ซึ่งแตกต่างจากสิ่งที่เป็นธรรมชาติทั่วไป

3. ความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. กฎและทฤษฎีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5. การสังเกตและอนุมานมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

6. วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นส่วนบุคคล แต่องค์ประกอบของทางความ

Prince of Songkla University Pattani Campus

คิดเห็นส่วนบุคคลมีส่วนในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7. บริบทของสังคมและวัฒนธรรมมีบทบาทในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Niaz (2009 : 3) ทำการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา และสรุปมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก ทั้งจากการสังเกต การทดลองเชิงประจักษ์ ข้อพิสูจน์ที่มีเหตุผล และจากข้อสงสัยต่าง ๆ แต่ถือว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังเชื่อถือไม่ได้ทั้งหมด

2. ทฤษฎีที่มีอยู่ล้วนมาจากการสังเกต

3. วิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราวหรืออาจผิดพลาดได้

4. ในปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งเฉพาะ ดังนั้นจึงไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนสากลให้ปฏิบัติตาม

5. ทฤษฎีและกฎก่อให้เกิดบทบาทที่แตกต่างกันในวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทฤษฎีจะไม่เปลี่ยนไปเป็นกฎ แม้ว่าจะพบข้อมูลเชิงประจักษ์เพิ่มเติมก็ตามที

6. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มาจากการแข่งขันระหว่างทฤษฎีที่ใช้เหตุผลประชันกัน

7. นักวิทยาศาสตร์ต่างคนต่างสามารถอธิบายผลการทดลองเดียวกันได้ในหลากหลายวิธีการ

8. การพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละช่วงเวลามีพื้นฐานจากข้อสนับสนุนที่สอดคล้องกัน

9. นักวิทยาศาสตร์ต้องเก็บข้อมูลอย่างถูกต้อง มีการสำรวจงานวิจัยและเลียนแบบได้

10. นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และมักจะอาศัยการจินตนาการและการคาดคะเน

11. สภาพแวดล้อมทางสังคมและประวัติศาสตร์มีผลกระทบต่อความคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546 : 3-4) ได้กำหนดขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและ

Prince of Songkla University Pattani Campus

เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547 : 36-43) ได้สรุปกรอบการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการวิจัยไว้ 3 ด้าน คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ความรู้ 13 ประการ ดังนี้

1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีกฎเกณฑ์เฉพาะ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อถือในหลักฐาน วิธีการให้เหตุผล และยึดถือในหลัก skepticism (ความสงสัยเกี่ยวกับความเชื่อในศาสนา) แต่อาจไม่ได้เชื่อโดยสมบูรณ์ และที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีที่มาเฉพาะ นั่นคือระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีที่มาจากการสังเกตธรรมชาติของมนุษย์ อย่างไรก็ตามบางครั้งมนุษย์อาจไม่สามารถเข้าถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนี้จะถูกกลั่นกรองและตีความหมายอย่างละเอียด

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลจากเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยจินตนาการและความสร้างสรรค์อย่างมากในการสร้างคำอธิบายและทฤษฎีต่าง ๆ เช่น การใช้เส้นสเปกตรัมในการสร้างแบบจำลองอะตอมของบอร์

1.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่

ทฤษฎีที่มีอยู่ในแต่ละยุคแต่ละสมัยส่งผลต่อความเชื่อ ความรู้เดิม การฝึกฝน ประสบการณ์ และความคาดหวังของนักวิทยาศาสตร์ การสังเกตและค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์มักได้แนวทางจาการอ้างอิงคำถามหรือปัญหาซึ่งแตกแขนงออกจากทฤษฎีที่มีอยู่ในขณะนั้น รวมถึงการแปลความหมายหลักฐานที่สังเกตได้จะใช้พื้นฐานของทรรศนะทางวิทยาศาสตร์ในขณะนั้นเช่นกัน

1.5 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ฝังตรึงอยู่ในระบบสังคมและวัฒนธรรม

ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้ในการสร้างผลผลิตในสังคม และในขณะเดียวกันการดำเนินงาน และการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสังคม เช่น ในด้านโครงสร้างทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ ปรัชญา และศาสนา เป็นต้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

1.6 ทดสอบได้และจำเป็นต้องได้รับการพิสูจน์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทดสอบต่อสาธารณชนได้ ความสมเหตุสมผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการทดสอบซ้ำด้วยกระบวนการสังเกตอันเป็นที่ยอมรับ และผลที่เกิดขึ้นในการทดสอบแต่ละครั้งต้องไม่เปลี่ยนแปลงภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

1.7 เป็นความจริงชั่วคราว

แม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นความรู้ที่เชื่อได้และมีความคงทน แต่ก็ไม่ได้เป็นความจริงบริบูรณ์ และคงอยู่ตลอดไป ความรู้เหล่านี้รวมทั้งข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎล้วนเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการพบหลักฐานใหม่ ซึ่งเกิดขึ้นได้เมื่อการคิด และทฤษฎีเจริญก้าวหน้าขึ้น และเมื่อนั้นหลักฐานต่าง ๆที่ยังคงอยู่จะถูกนำมาตีความหมายใหม่ด้วยทฤษฎีที่ก้าวหน้าขึ้น ตามความเป็นจริงแล้ว การพิสูจน์สมมติฐาน และกฎข้อหนึ่งต้องพิจารณาตัวอย่างปรากฏการณ์ทุกเรื่องที่ปรากฏขึ้น ซึ่งตามหลักเหตุผลแล้วอาจเป็นไปได้ว่าจะมีปรากฏการณ์ในอนาคตที่เราไม่สามารถทราบได้เกิดขึ้น และมีความขัดแย้งกับกฎที่ตั้งไว้ ดังนั้นกฎจึงเป็นความรู้ที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างสมบูรณ์เช่นเดียวกับทฤษฎีเนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงสมบูรณ์หรือความจริงสุดท้าย จึงยังคงมีความไม่แน่นอน และมีสิ่งที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่สามารถให้คำตอบได้ และจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป

1.8 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และทำให้เกิดการการพัฒนาความรู้ไปสู่หลักการ กฎ และทฤษฎี ซึ่งมีอำนาจในการพยากรณ์ธรรมชาติ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับระบบความเชื่อและการค้นหาความจริงแท้ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงตอบได้เฉพาะคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในโลก แต่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์เหนือธรรมชาติ และไม่สามารถตอบคำถามที่เป็นผลสุดท้ายได้

1.9 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความผิดชอบชั่วดี

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายประการแต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถชี้แนะมนุษย์ได้ว่าสมควรนำความรู้นั้นไปใช่อย่างไร การตัดสินความผิดชอบชั่วดีต้องตัดสินจากวิธีใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของมนุษย์ ไม่ใช่ตัดสินจากองค์ความรู้

1.10 ความรู้ทางวิทยา'ศาสตร์เป็นความจริงสากล

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นความจริงสากล คือสามารถใช้ร่วมกันได้ทั่วโลก

Prince of Songkla University Pattani Campus

1.11 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย

สิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบจนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ทุกคนจะเข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน

1.12 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นเอกภาพ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากความพยายามทำความเข้าใจธรรมชาติของมนุษย์ และความรู้เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นโดยวิทยาศาสตร์หลายสาขา ทำให้เกิดโครงข่ายของกฎ ทฤษฎี และมโนทัศน์ ซึ่งระบบองค์ความรู้เหล่านี้ทำให้เกิดวิทยาศาสตร์มีอำนาจในการอธิบายและพยากรณ์ในทุกสาขาวิชาล้วนมีความสัมพันธ์กัน

1.13 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้หลากหลาย

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเรียบง่ายแต่ก็มีความยุ่งยากซับซ้อนในตัว และมีความกว้างขวางครอบคลุมเช่นเดียวกับที่มีความเฉพาะเจาะจง วิทยาศาสตร์มีความพยายามอย่างต่อเนื่องที่จะพัฒนามโนทัศน์จำนวนน้อยที่สุดที่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้มากที่สุด

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

2.1.1 ระบุปัญหา

2.1.2 ตั้งสมมติฐาน

2.1.3 ทำการทดลอง

2.1.4 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

2.1.5 สรุปผลการทดลอง

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ทักษะ

2.2.1 การสังเกต

2.2.2 การจำแนกประเภท

2.2.3 การวัด

2.2.4 การใช้เลขจำนวน

2.2.5 การความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

2.2.6 การลงความเห็นจากข้อมูล

2.2.7 การการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

2.2.8 การพยากรณ์

Prince of Songkla University Pattani Campus

2.2.9 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.2.10 การตั้งสมมติฐาน

2.2.11 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.2.12 การทดลอง

2.2.13 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2.3 จิตวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 10 คุณลักษณะ ดังนี้

2.3.1 ความสนใจใฝ่รู้

2.3.2 ความมุ่งมั่น

2.3.3 ความอดทน

2.3.4 ความรอบคอบ

2.3.5 ความรับผิดชอบ

2.3.6 ความซื่อสัตย์

2.3.7 ความประหยัด

2.3.8 การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.3.9 ความมีเหตุผล

2.3.10 การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์

3.1 วิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมทางสังคม

3.2 วิทยาศาสตร์ถูระบบอยู่ในสาขาวิชาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ

3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

3.4 การเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะของนักวิทยาศาสตร์

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง และสมาน แก้วไวยุทธ (2550 : 517) ได้กำหนดประเด็นหลักของแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูใน 5 ด้านหลัก คือ

1. ความเข้าใจต่อความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. ความเข้าใจต่อลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. ความเข้าใจต่อลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
5. ความเข้าใจต่อความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากเอกสารมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษานานาชาติที่เผยให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ทั้งทางด้านปรัชญา สังคม จิตวิทยา และประวัติศาสตร์ ซึ่ง สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยโส (2552 : 362) ได้นำประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสรุปเป็น 8 ประเด็น ได้แก่

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน

3. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันกฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใด ๆ แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ

4. การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด (Thought Experiment)

5. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการลงข้อสรุปจะแตกต่างกัน การสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการลงข้อสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากมายอาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอะตอม เป็นต้น

6. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์

7. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ ความรู้สึกนึกคิดของคน เช่น ศีลธรรม ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความ มุมมอง แนวคิด อคติและความลำเอียง ดังนั้นในการทำงานวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ การนำเสนอผลงาน หรือการตีพิมพ์ในวารสาร

8. วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน

พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) ได้กำหนดขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 3 ด้าน คือ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

ลฎาภา สุทธกูล นฤมล ยุตาคม และบุญเกื้อ วัชรเสถียร (2554) ได้กำหนดกรอบความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน คือ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

จากมุมมองของ AAAS สสวท. และบรรดานักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน จำนวน 12 องค์ประกอบ ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในจักรวาลล้วนมีรูปแบบเดียวกัน ในการศึกษาส่วนย่อยของจักรวาลนั้นสามารถนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจในส่วนย่อยอื่น ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ของจักรวาล ความรู้ที่ได้จากการศึกษาจักรวาลนั้นมีทั้งความคงทน ในขณะเดียวกันความรู้เหล่านั้นก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1.1 วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติผ่านการทดลอง รวบรวมข้อมูล การให้เหตุผล และสังเกตเชิงประจักษ์ นำไปสู่การพัฒนาหลักการ ทฤษฎี ซึ่งทำให้ทราบและเข้าใจความเป็นไปของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ

1.2 การสังเกตและอนุมานมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การสังเกตถือเป็นสิ่งยืนยันที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การสังเกตสามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยความรู้สึกนึกคิดและยืนยันเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สังเกตค้นพบ นำไปสู่การเชื่อมโยงกับกรณีใกล้เคียงอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น วัตถุใด ๆ ที่ปล่อยลงเหนือระดับพื้นดินจะมีแนวโน้มตกลงมายังพื้นแน่นอน ในขณะที่การอนุมานเป็นสิ่งยืนยันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ซึ่งไม่สามารถรับรู้ด้วยความรู้สึกนึกคิดโดยตรงได้ เช่น วัตถุใด ๆ ที่ตกลงยังพื้นได้นั้นเกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของโลก ความเข้าใจถึงความแตกต่างสำคัญ ๆ ระหว่างการสังเกตและการอนุมานเป็นสิ่งที่ผู้คนในยุคแรกใช้ในการเข้าถึงแก่นแท้ของทฤษฎีและการอนุมานที่อยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก ทั้งจากการสังเกต การทดลองเชิงประจักษ์ ข้อพิสูจน์ที่มีเหตุผล และจากข้อสงสัยต่าง ๆ แต่ถือว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังเชื่อถือไม่ได้ทั้งหมด โดยสามารถเปลี่ยนแปลงได้บนพื้นฐานของการค้นพบหลักฐานใหม่ ๆ อันเป็นผลผลิตจากความก้าวหน้าในการคิดค้นและเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งถือเป็นที่มาของทฤษฎีใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม

Prince of Songkla University Pattani Campus

1.4 ลักษณะและที่มาของกฎและทฤษฎี

กฎเป็นสิ่งยืนยันเชิงพรรณนาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่สังเกตได้ ส่วนทฤษฎีเป็นการอธิบายเชิงอนุมานจากปรากฏการณ์ที่สังเกตได้หรือความถี่ของปรากฏการณ์นั้น ๆ ความเข้าใจผิดส่วนใหญ่ของกฎและทฤษฎี ได้แก่ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับกฎ ความเข้าใจดังกล่าวคือ ทฤษฎีจะกลายเป็นกฎก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมาสนับสนุน และกฎมีสถานภาพที่สูงกว่าทฤษฎี ซึ่งความเข้าใจเหล่านี้ไม่ถูกต้อง เพราะทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ในประเภทที่ต่างกันและไม่อาจกลายเป็นอีกอย่างได้ ทฤษฎีต่าง ๆ จึงถือเป็นผลผลิตหนึ่งที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับกฎทางวิทยาศาสตร์

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Inquiry) ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ไม่มีลำดับขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติตาม นั่นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถใช้วิธีการแบบหนึ่งแบบใดตายตัวที่ไม่ก่อให้เกิดข้อผิดพลาดได้ การแสวงหาความรู้นั้นมีความยืดหยุ่นและไม่ถูกจำกัดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ควรประกอบด้วยจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเชิงตรรกะ และหลักฐานเชิงประจักษ์ร่วมด้วย การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่

2.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสังเกตเชิงประจักษ์

วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตปรากกฏการณ์ต่าง ๆ หลักฐานเชิงประจักษ์ได้จากการสังเกต เครื่องมือที่เป็นมาตรฐานสากล และอาศัยการตีความจากกรอบของกฎหรือทฤษฎีอย่างละเอียด เพื่อหลีกเลี่ยงการสังเกตที่อาจมาจากความรู้สึกนึกคิดของตัวบุคคล

2.2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี

ในการการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น แม้ว่าจะมีผู้สามารถสรุปขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ไว้ก็ตาม แต่ก็ไม่จำเป็นว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินงานตามขั้นตอนเหล่านั้นทุกประการ เพราะไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาความรู้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดข้อผิดพลาด ดังนั้นจึงไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งเฉพาะในปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนสากลที่ได้รับการยอมรับในการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาที่สมเหตุสมผล มีความเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถปฏิบัติใช้ได้จริง และทำให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องได้

2.3 นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

วิทยาศาสตร์ได้มาจากสังเกตจากธรรมชาติ การได้มาซึ่งความรู้ทาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของเหตุผลและเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและทฤษฎี ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสร้างสรรค์จากบรรดานักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก

2.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ จุดยืน ความเชื่อ องค์ความรู้เดิม การฝึกฝน ประสบการณ์ต่าง ๆ และความคาดหวังของนักวิทยาศาสตร์ล้วนมีผลต่อการทำงานของพวกเขาทั้งสิ้น ปัจจัยพื้นฐานเหล่านี้ได้กำหนดกรอบแนวคิดให้นักวิทยาศาสตร์ในการเลือกปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้าและมีวิธีการค้นหาคำตอบจากปัญหาอย่างไร ตลอดจนสิ่งที่จะสังเกตหรือไม่ต้องการสังเกต รวมถึงแนวทางในการตีความข้อมูล การสังเกตและการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์มักได้รับแรงบันดาลใจจากทฤษฎีที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่คำถามหรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) เป็นการดำเนินงานทางด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องสัมพันธ์ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านบุคคล สังคม สถาบัน รวมถึงจรรยาบรรณในการทำงาน แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบได้แก่

3.1 สังคมและวัฒนธรรมมีผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์ในบริบทของวัฒนธรรมขนาดใหญ่ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ของมนุษย์นั้นก็เป็นผลผลิตภายในชุมชนเองด้วย วิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นในวงกว้างและวิทยาศาสตร์เองก็ได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายในสังคมเช่นกัน ซึ่งได้แก่ โครงสร้างทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ ปรัชญา ศาสนา โดยสังคมและวัฒนธรรมสามารถเป็นตัวกำหนดทิศทางการวิจัยในอนาคต

3.2 ประวัติศาสตร์มีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ในอดีตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตจะเป็นบทเรียนสำคัญสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในปัจจุบันและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ในอนาคต

3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ

นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ทำงานตรงตามจรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์และยึดถือธรรมเนียมปฏิบัติอย่างเข้มงวดในการเก็บบันทึกข้อมูล การเปิดกว้าง การตรวจทาน การทดสอบโดยกลุ่มเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน การรายงานให้กับสาธารณะรับรู้ และนักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการนำผลการวิจัยไปใช้

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การศึกษาวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าและส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี มนุษย์จึงนำเทคโนโลยีที่มาจากวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน ในขณะเดียวกันเมื่อมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้น ก็จะช่วยส่งเสริมให้การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความง่ายดาย รวดเร็ว และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือในการตรวจสอบความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง จากการสำรวจงานวิจัยพบว่ามีเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้แต่ง
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley และ Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitudes, Interests, and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1967	Science Process Inventory (SPI) Form D	Welch และ Pella
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 และ Sutman

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 3 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้แต่ง
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford และ Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh และ 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 และ Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science-Technology-Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming และ Ryan
1990	Nature of Science Survey	Lederman และ 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 และ Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick และ Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman และ Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman และ Ko

ที่มา : ปรับปรุงจาก Abd-El-Khalick และ Lederman, 2000 : 672 ; Lederman, Wade และ Bell, 1998 : 333 ; Lederman, 2007 : 862

Prince of Songkla University Pattani Campus

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความรู้และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสำหรับครูวิทยาศาสตร์หรือครูฝึกสอนล้วนแล้วมีความสำคัญ ทั้งนี้ความรู้และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำเป็นสำหรับทุกระดับการศึกษาตั้งแต่ระดับระดับอนุบาลไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามีการเสนอให้นำสาระเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรหลักที่เป็นระดับสากล และในสังคมปัจจุบันก็ให้การยอมรับว่าบุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นบุคคลที่มีเหตุมีผลเชิงวิทยาศาสตร์และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติว่ามีที่มาที่ไปอย่างไร องค์ความรู้เหล่านี้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์อย่างมาก (Martin-Diaz, 2006 : 1161) ความสำคัญของสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบภูมิภาคอเมริกาและยุโรป (Lederman, 1992 ; 331-332)

จากความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้างต้น จึงจำเป็นต้องเข้าใจในรายละเอียดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในส่วนนี้ขอนำเสนอเนื้อหาความเป็นมาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

1. ความเป็นมาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแขนงวิชาใหม่ทางวิทยาศาสตร์ศึกษา มีสาระเกี่ยวกับการหาคำตอบจากคำถามต่าง ๆ อย่างเช่น ความหมายของวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาของสังคมต่อการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ คำตอบที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้มุมมองความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษานั้นการเข้าใจธรรมชาติและที่มาที่ไปของวิทยาศาสตร์ถือเป็นความจำเป็นพื้นฐานในการต่อยอดในกระบวนอื่นๆ ต่อไป (Guisasola, Almudi and Furio. 2005 : 321)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแล้ว มักเน้นความสำคัญเฉพาะองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี หลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์เพียงเท่านั้น แต่หากศึกษาในรายละเอียดการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อาจต้องรวมถึงความเป็นตัวตนของนักวิทยาศาสตร์อีกด้วยในฐานะที่เป็นผู้แสวงหาความจริงโดยตรง ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนว่าจะมีวิธีการใดบ้างที่จะเข้าถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรน่าจะมีมากกว่าการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับโครงสร้างของโมเลกุลหรือ

Prince of Songkla University Pattani Campus

อุณหภูมิของพื้นผิวดวงอาทิตย์เพียงด้านเดียว แต่ต้องรวมถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงการปฏิบัติในห้องทดลองและความเกี่ยวโยงเชิงสังคมด้วย (Irez, 2006 : 1114)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเริ่มให้ความสนใจกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 อันเป็นผลพวงจากการศึกษาค้นคว้าของ Ernst Mach และการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการสืบต่อเรื่อยมาจนถึงต้นศตวรรษที่ 20 เมื่อ John Dewey พบว่ามีความสำคัญและจำเป็นในการศึกษาวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเรื่องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มมาปรากฏเด่นชัดเมื่อปี ค.ศ. 1907 เมื่อ Central Association for Science and Mathematics Teachers ได้เสนอรายงานฉบับหนึ่งระบุความสำคัญขั้นพื้นฐานในการเข้าถึงวิทยาศาสตร์และเสนอแนะว่าหลักสูตรของโรงเรียนจะนำแนวทางเช่นนี้มาใช้จริงได้อย่างไรบ้าง (McComas *et.al.*, 2002 : 7) นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาพบว่ามีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันมีเวทีวิชาการมากมายที่หยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาเป็นประเด็นถกเถียงทั้งเชิงปรัชญาและประวัติศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาคนสำคัญในยุคต่อมา ได้แก่ Kuhn, Popper, Laudan และ Lakatos เป็นต้น (Bell *et.al.*, 2001 : 187)

ในปี ค.ศ. 1938 Jaffe ได้ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนเรื่อง *New World of Chemistry* ว่าการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการทดลองที่กำลังดำเนินการอยู่ เพื่อพร้อมที่จะละทิ้งทฤษฎีเดิม ๆ หากเจอข้อค้นพบใหม่ และเพื่อเป็นองค์ความรู้ว่ากฎทางวิทยาศาสตร์อาจจะไม่ถูกต้องสมบูรณ์เสมอไป ต่อมาในปี ค.ศ. 1946 James Bryan Conant ได้บรรยาย ณ มหาวิทยาลัยเยล (Yale) เขาระบุว่าวิธีการทางประวัติศาสตร์เป็นหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และระบุว่านักศึกษาทุกคนต้องเข้าใจถึงเทคนิคและยุทธศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (McComas *et.al.*, 2002: 7)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มปรากฏเป็นรูปเป็นร่างในฐานะเป็นรายวิชาหนึ่งในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษที่ 20 มานี้เอง ตามที่ the National Society for the Study of Education ในปี ค.ศ.1960 ได้ระบุถึงอย่างชัดเจนว่า : "การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายอยู่ 2 ประการด้วยกัน อย่างแรกคือความรู้ และอย่างที่สองคือกิจการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้ใช้ประโยชน์จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีมากกว่าการรวบรวมข้อเท็จจริงอย่างเดียวและหลายอย่างมารวมกัน นักเรียนแต่ละคนสามารถเรียนรู้คุณลักษณะองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์ ว่าวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการอย่างไร และใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง" (Hurd, 1960 : 34)

Prince of Songkla University Pattani Campus

งานเขียนในช่วงปลายศตวรรษที่ 60 จนถึง 80 เป็นรอยต่อสำคัญของการยกระดับความสำคัญของวิชาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยของ Robinson (1968) เรื่อง *The Nature of Science and Science Teaching* เป็นงานวิจัยแรกที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเข้าถึงปรัชญาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องธรรมชาติของสภาพจริงทางกายภาพ (Nature of Physical Reality) รวมถึงลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ เขาสรุปว่าในงานวิจัยควรให้ความสำคัญกับความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1972 งานเขียนของ Martin เรื่อง *Concepts of Science Education: A Philosophical Analysis* ก็ได้เน้นย้ำและสนับสนุนในหลายเรื่องที่สอดคล้องกับข้อสรุปของ Robinson ว่าควรมีการส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (McComas *et.al.*, 2002 : 8)

ในช่วงทศวรรษที่ 90 เริ่มมีการถกเถียงเรื่องบทบาทของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาเป็นลำดับ และในหลายครั้งนำไปสู่ข้อเสนอว่าการจัดประสบการณ์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนควรจะรวมถึงเรื่องการทำงานของวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมถึงกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ ในทศวรรษนี้เช่นกันที่มีการจัดงานสัมมนาวิชาการนานาชาติในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในสถาบันชั้นนำต่าง ๆ ทั้งในอเมริกาและยุโรป เช่น ในปี ค.ศ. 1989 จัดที่ University of Florida ในปี ค.ศ. 1992 จัดที่ Kingston และ Ontario ในปี ค.ศ. 1995 จัดที่ University of Minnesota ในเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1997 มีการจัดประชุมทางวิชาการนานาชาติในภาคพื้นอเมริกาเหนือที่จัดที่ Calgary Alberta และ Canada ในปี ค.ศ. 1983 จัดประชุมทางวิชาการนานาชาติที่ ในปี ค.ศ. 1986 Pavia จัดที่ Munich และในปี ค.ศ. 1988 จัดที่ Paris (McComas *et al.*, 2002 : 9)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกเน้นย้ำความสำคัญอย่างชัดเจนเมื่อมีการรับรองจากองค์กรทางวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งหมายรวมถึงองค์กรในประเทศอังกฤษ คือ the Association for Science Education ในปี ค.ศ. 1981 และในองค์กรของประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น the American Association for the Advancement of Science ในปี ค.ศ. 1989 และ 1993 the National Science Teachers Association ในปี ค.ศ. 1995 รวมถึง the National Research Council ในปี ค.ศ.1996 นักวิทยาศาสตร์ศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการส่งเสริมนักเรียนให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เข้าใจข้อสมมติฐาน เป้าหมาย และข้อจำกัดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในฐานะเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992 : 331)

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างให้ความสำคัญกับแนวความคิดที่ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแค่ให้ประโยชน์ด้านเดียว คือ การถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถประกอบวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ควรให้ประโยชน์ด้านสังคมในการใช้ชีวิตปัจจุบัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

และในอนาคต ซึ่งหลักของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยในการตัดสินใจเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือ หรือค้นพบข้อสรุปที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และนัยทางสังคม การเมือง และจรรยาบรรณที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญในการวางกรอบหนึ่งในนโยบายการศึกษาของนานาประเทศ (Hind *et. al.*, 2001 อ้างถึงใน ปริณดา ลิมปานนท์, 2547 : 47)

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

วิทยาศาสตร์เป็นวิวัฒนาการทางปัญญา (Intellectual evolution) ของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อโลกอย่างมากมายในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมือง รวมไปถึงค่านิยมต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติไม่มีข้อกำหนดตายตัว แต่จะขึ้นอยู่กับบริบทที่แวดล้อม ดังนั้นการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการศึกษาธรรมชาติจึงต้องมองย้อนกลับไปเท่าที่หลักฐานของวิวัฒนาการทางปัญญาจะปรากฏ

การทำความเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์และกระบวนการในการพัฒนาเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องรู้ไว้ เพราะหากเปรียบความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือปลายทางของแม่น้ำ ความเข้าใจเกี่ยวกับต้นน้ำยิ่งสำคัญมากกว่า การที่มนุษย์ในปัจจุบันจะดำรงชีวิตอยู่ได้ต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อยเพื่อจะสื่อสารทำความเข้าใจกับข้อมูลต่าง ๆ ที่รายล้อมตัวเรา ยกตัวอย่างเช่น ข่าวตามหน้าหนังสือพิมพ์ ประเด็นปัญหาที่เป็นที่กล่าวถึง การตัดสินใจในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการใช้ชีวิตแบบคนธรรมดา ๆ ซึ่งไม่มีทางหนีการใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไปได้เลย

บุคคลเหล่านี้ต้องมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ในอดีตมีการรณรงค์ให้ประชาชนอ่านออกเขียนได้ แต่ปัจจุบันถือว่ายังไม่เพียงพอ ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และความรู้ความสามารถทางคอมพิวเตอร์ (Computer Literacy) เริ่มเป็นคำที่ได้ยินกันมากขึ้น คำถามต่อมาคือ แล้วบุคคลจะมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร มีบุคคลให้ความหมายของคำว่าความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป แต่มีสิ่งหนึ่งที่ปฏิเสธไม่ได้ คือ หากจะมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อน ดังนั้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การทำความเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์ และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความรู้

นานาประเทศให้ความสำคัญกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ในกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกานั้นมีความชัดเจนมากที่สุดและถือเป็นต้นตำรับของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1994 :

xiii) ได้ระบุให้การศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกันชน (Science for all Americans) และได้กำหนดลักษณะต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเด็นคือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของรัฐต่าง ๆ ทั่วอเมริกา ในที่นี้ขอเสนอตัวอย่างมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของนักเรียน เกรด 9 ถึงเกรด 12 ดังนี้

ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสมมติฐานที่ว่า จักรวาล คือ ระบบเดี่ยวที่กว้างใหญ่ จากกฎพื้นฐานที่ว่าทุก ๆ ที่ล้วนคล้ายคลึงกัน สิ่งต่าง ๆ และเหตุการณ์ต่าง ๆ ในจักรวาลเกิดขึ้นในรูปแบบที่สอดคล้องกันและสามารถเข้าใจได้ผ่านการศึกษาระบบด้วยความละเอียดรอบคอบ

2. เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งต่าง ๆ นอกจากนี้ความเปลี่ยนแปลงที่เข้ามาแทนที่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงในด้านความรู้ดั้งเดิมเพียงเล็กน้อย ความต่อเนื่องและการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะที่คงทนเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

3. ไม่ว่าจะมีทฤษฎีแรกเริ่มจากการสังเกตที่ดีแค่ไหน แต่ทฤษฎีใหม่อาจมีความเหมาะสมหรือดียิ่งกว่า หรืออาจมีความเหมาะสมในช่วงของการสังเกตที่กว้างกว่าก็เป็นได้

4. ในทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง การแก้ไข และการเลิกใช้ทฤษฎีใหม่หรือเก่าก็ไม่มีวันจบสิ้น เนื่องจากกระบวนการเหล่านี้จะเดินหน้าต่อไปอย่างไม่หยุดยั้งเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจของวิธีการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ในโลกที่ดีกว่า แต่ถือว่าไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์

5. สิ่งที่ทำจะต้องสามารถสำรวจตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ การประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมาจากการปรับปรุงความสามารถของนักวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอการคำอธิบายที่น่าเชื่อถือและทำให้การคาดคะเนมีความถูกต้อง

ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. การสำรวจตรวจสอบ คือ การจัดการกับเหตุผลที่ต่างกัน รวมถึงการค้นหาปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ในการตรวจสอบผลลัพธ์ต่าง ๆ ก่อนหน้านี้ เพื่อทดสอบว่าทฤษฎีมีการคาดคะเนที่ดีหรือไม่และเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างทฤษฎีต่าง ๆ

2. ในทางวิทยาศาสตร์มีการใช้สมมติฐานอย่างกว้างขวางในการเลือกข้อมูลที่สำคัญและข้อมูลเพิ่มเติมใด ๆ ที่ต้องค้นหา ทั้งข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่ และเพื่อเป็นแนวทางในการตีความข้อมูล

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. บางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมเงื่อนไขเพื่อให้ได้ข้อพิสูจน์ หากไม่สามารถทำได้ตามความเป็นจริงหรือตามหลักจรรยาบรรณ นักวิทยาศาสตร์จะพยายามสังเกตเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กว้างขึ้นเพื่อให้เป็นไปในรูปแบบที่พอเข้าใจได้

4. ธรรมเนียมในวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันเกี่ยวกับวิธีในการสำรวจตรวจสอบ แต่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายต่างแบ่งความรับผิดชอบในการใช้ข้อเท็จจริงที่มีเหตุผลที่มีพื้นฐานจากการสังเกตเชิงประจักษ์

5. กลุ่มวิจัยทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ดังนั้นในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ก็อาจมีปัญหาเรื่องความลำเอียงที่เกี่ยวกับวิธีการและการค้นหาคำตอบ ตัวอย่างเช่น ทีมนักวิทยาศาสตร์หาความเป็นไปได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ว่าตนเองมีความอคติในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและการวิเคราะห์ข้อมูลหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบผลลัพธ์ซึ่งกันและกันและการให้คำอธิบายช่วยเหลือ แต่สิ่งเหล่านี้ก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะป้องกันอคติได้ทั้งหมด

6. ในช่วงระยะเวลาสั้นความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เข้ากันกับความคิดดั้งเดิมทางวิทยาศาสตร์จะต้องเผชิญกับการวิพากษ์วิจารณ์ที่รุนแรง

7. ในช่วงระยะเวลานาน ทฤษฎีจะถูกตัดสินโดยการสังเกตในช่วงกว้างที่อธิบายได้ว่าดีและมีประโยชน์ในการสร้างการคาดคะเนที่ถูกต้อง

8. ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ถูกจำกัดด้วยบริบทที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ บางครั้งความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการค้นพบโดยไม่คาดคิด และจะค้นพบเพิ่มเติมทีละน้อยผ่านการสำรวจตรวจสอบ

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

1. ในยุคก่อน ชาวอียิปต์ ชาวกรีก ชาวจีน ชาวฮินดู และวัฒนธรรมอาหรับ มีแนวคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ วิทยาศาสตร์สมัยใหม่มีพื้นฐานมาจากธรรมเนียมทางความคิดที่มากับชาวยุโรปเมื่อราว 500 ปีก่อน ดังนั้นมนุษย์ที่มาจากทุกวัฒนธรรมต่างเป็นผู้สร้างธรรมเนียมนี้

2. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์ต้องพึ่งสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมเป็นอย่างมาก

3. ประวัติศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากสาขาอื่น ๆ ในด้านการศึกษา เทคนิค วิธีการใช้และผลลัพธ์ที่ต้องการค้นหา แต่วิทยาศาสตร์มีการแบ่งปันจุดประสงค์และปรัชญาร่วมกัน และทั้งหมดนี้ถือเป็นส่วนหนึ่งของกิจการทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าแต่ละสาขาจะให้

Prince of Songkla University Pattani Campus

โครงสร้างทางกรอบแนวคิดหนึ่ง ๆ ในการจัดการและทำให้ความรู้เป็นไปอย่างลุล่วง ในหลายปัญหานั้นนักวิทยาศาสตร์จะใช้ข่าวสารและทักษะต่าง ๆ จากในหลากหลายสาขาวิชา เนื่องจากสาขาวิชาล้วนไม่มีขอบเขตตายตัว และสาขาใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ คือ การแยกบางสาขาให้เป็นสาขาย่อยซึ่งกลายมาเป็นสาขาใหม่

5. จรรยาบรรณทางวิทยาศาสตร์ยุคใหม่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองกับมนุษย์ ซึ่งสามารถทำได้หากได้รับการยินยอมจากมนุษย์ที่เป็นผู้ถูกทดลองเท่านั้น แม้การยินยอมนั้นอาจมีผลต่อสถานภาพของงานวิจัยหรือมีผลกระทบต่องานวิจัยก็ตามที

6. การประยุกต์ใช้งานวิจัยอาจมีความเสี่ยงต่อสังคม การตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์ที่จะเข้าร่วมในงานวิจัยดังกล่าวขึ้นอยู่กับส่วนบุคคลและจรรยาบรรณวิชาชีพ

7. นักวิทยาศาสตร์สามารถนำข้อมูล กรอบแนวคิด และทักษะการวิเคราะห์เพื่อส่งเสริมเรื่องราวในความสนใจของสาธารณะ ในสาขาที่นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการแล้ว พวกเขาสามารถช่วยให้ผู้คนเข้าใจความเป็นไปได้ของปรากฏการณ์และคาดคะเนผลกระทบที่เป็นไปได้

8. หากอยู่นอกเหนือความชำนาญการของนักวิทยาศาสตร์จะไม่ถือว่ามีความน่าเชื่อถือใด ๆ

9. เมื่อใดที่นักวิทยาศาสตร์มีผลประโยชน์เฉพาะตนเอง สถาบัน หรือชุมชน อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์อาจเกิดความอคติได้

10. ธรรมเนียมปฏิบัติของวิทยาศาสตร์ที่ยึดถือมาอย่างยาวนาน รวมถึงความรับผิดชอบในการนำเสนองานวิจัยหรือการตีพิมพ์งานวิจัย ทำให้นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่สามารถรักษาจรรยาบรรณวิชาชีพ และถือว่าการหลอกลวงเป็นความผิดร้ายแรง

ในประเทศนิวซีแลนด์ สาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับนิยามของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องสามารถพัฒนาทักษะ ทัศนคติ และค่านิยมที่จะเสริมสร้างนักเรียนให้เข้าใจโลกนี้ นักเรียนจะได้เข้าใจว่าตราบใดที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตราบนั้นก็จะมีข้อพิสูจน์ใหม่ ๆ ตามมา นักเรียนยังเรียนรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำการสังเกตและสำรวจตรวจสอบอย่างไร สุดท้ายนักเรียนจะตระหนักได้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นระบบแห่งความรู้ที่มีค่าในสังคม และนักเรียนยังรู้ด้วยว่าแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อมโยงได้กับการดำเนินชีวิตประจำวันและในการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ (New Zealand Education, 2552)

ในสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศนิวซีแลนด์ มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ ให้นักเรียนสามารถใช้การพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ทักษะ และทัศนคติเพื่อ

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. ประเมินวิเคราะห์ แนวคิดและกระบวนการที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเตือนใจว่าความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์นั้นพัฒนาโดยมนุษย์ แนวคิดเหล่านั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

2. สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยการสำรวจตรวจสอบการประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ต่อเทคโนโลยีและอิทธิพลของเทคโนโลยีต่อวิทยาศาสตร์

3. รับรู้และเข้าใจในตัวบุคคล ชุมชน และความเกี่ยวข้องของโลกที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนในประเทศนิวซีแลนด์ ระดับที่ 5 ถึงระดับที่ 8 มีดังนี้

ระดับที่ 5 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. แปลความหมายที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบกับแนวคิดแรกเริ่ม และอธิบายว่าความแตกต่างทางวัฒนธรรมที่ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการมีชีวิต ร่างกาย วัตถุ และเทคโนโลยีอันเป็นส่วนเสริมของสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง เช่น ระบบการเดินเรือของชาวโพลีเนเซีย สมุนไพรของชาวเมารี ดาราศาสตร์ของชาวจีน

2. ใช้ความรู้จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการจำแนกและอธิบายตัวอย่างทางเทคโนโลยีที่มีการนำมาประยุกต์ใช้

3. สำรวจตรวจสอบประโยชน์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น ความรู้ทางโภชนาการตามหลัก 5 หมู่ และการลดน้ำหนัก ความรู้ในเรื่องผลกระทบของยาเสพติดต่อระบบของร่างกาย

ระดับที่ 6 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. เข้าใจลักษณะเฉพาะของการทดลองทางวิทยาศาสตร์

2. อธิบายว่าเทคโนโลยีมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยในด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างไร เช่น อุปกรณ์ด้านเวลา เทคนิคการถ่ายภาพ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เลเซอร์

3. สำรวจตรวจสอบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประโยชน์ต่อสังคมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นสิ่งแวดล้อมอย่างไร เช่น การทำฟาร์มปลา การบำบัดน้ำเสีย อาหารได้รับการฉายรังสี บรรจุหีบห่อที่รีไซเคิลได้

ระดับที่ 7 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. เขียนประวัติกรณีศึกษาการพัฒนาแนวคิดของมนุษย์ โดยเลือกส่วนที่เกี่ยวข้อง

Prince of Songkla University Pattani Campus

กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น พันธุกรรมแต่กำเนิดที่ควบคุมลักษณะเฉพาะ พลังงานทางเลือก บรรยากาศของโลก

2. สำรวจตรวจสอบความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น ความเป็นมาของอุปกรณ์วงจรและการนำไฟฟ้า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสืบพันธุ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการเกิดของมนุษย์

3. สำรวจเกี่ยวกับประเด็นทางศีลธรรมและจรรยาบรรณของบุคคล ที่มีผลมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางสิ่งแวดล้อม

ระดับที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. เขียนกรณีศึกษาของการประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

2. สำรวจตรวจสอบความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวัตถุและเครื่องสเปกโตรสโกปี เครื่องตรวจสอบโครงสร้างของพื้นผิวโลกและการเคลื่อนที่

3. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกรณีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ประโยชน์ของสเตอรอยด์กับการกีฬา ผลกระทบจากการหายไปของโอโซนต่อนิวซีแลนด์

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

ในการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พบว่ามีการเน้นย้ำความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในข้อที่ 2 โดยมีเป้าหมายการศึกษาในข้ออื่น ๆ สนับสนุนดังนี้ (สสวท., 2546 : 3-4)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

Prince of Songkla University Pattani Campus

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จรรยาบรรณ และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

อีกทั้งยังสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า "ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน" (สสวท., 2551 : 5)

นอกจากนี้ สสวท. ยังได้จัดทำมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์มีแนวทางการพัฒนาตนเองและพัฒนาคุณภาพงานให้เข้าสู่มาตรฐานสากล และเพื่อให้สถานศึกษาได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานที่กำหนด มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 10 มาตรฐาน และได้กำหนดให้มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นมาตรฐานแรก คือ มาตรฐานที่ 1 "ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" ที่ระบุว่าครูต้อง "เข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน" (สสวท., 2545 : 1-17) มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังระบุคุณลักษณะของครูตามมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. มีความรู้และความตระหนักในความสำคัญของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

3. มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ และการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ต่อเนื่องเพื่อการปฏิบัติงาน การเพิ่มพูนทักษะการสอน และการเรียนรู้

5. วางแผนการสอน เตรียมการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้อย่างมีความหมาย

6. ใช้วิธีแสวงหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบและการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนและเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน (สสวท., 2545 : 19-25)

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการระบุไว้ในเป้าหมายการศึกษาของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเน้นย้ำความสำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เช่นเดียวกัน รวมถึงการกำหนดมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2545 ที่เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเนื้อหาสาระเกี่ยวกับ ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และประเภทของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน (Holbrook and Rannikmae, 2007 : 1347) นอกจากนี้ในงานเขียนของ McComas และคณะ (2002 : 11-14) เรื่อง“บทบาทและลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ได้ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีประโยชน์หลายประการดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมเนื้อหาสาระในการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
4. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์
5. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Bentley (2000 : 65-66) ใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการเล่นบทบาทสมมติ โดยในกิจกรรมการเล่นบทบาทสมมตินี้ครูจะเป็นผู้กำหนดบทบาทให้กับนักเรียน โดยจะมีหลากหลายบทบาท ในแต่ละกลุ่มจะมีจำนวน 6 คนหรือน้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบทบาทที่แต่ละกลุ่มได้รับ จากนั้นนักเรียนจะเล่นบทบาทสมมติกับกลุ่มของตนเองและช่วยกันกำหนดลำดับการพูดของแต่ละตัวละครในกลุ่ม ก่อนที่จะแสดงบนเวทีจริงในแต่กลุ่มจะต้องพิจารณาคำถามจากเนื้อเรื่องที่ได้รับเพื่อให้การแสดงที่จะเกิดขึ้นตรงตามเหตุการณ์ที่ต้องแสดงจริง และใช้เวลาในการแสดงประมาณ 90 นาที - 2 ชั่วโมง

Tao (2003 : 147) ใช้เรื่องราวทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนระดับมัธยมต้นเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เรื่องราวทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องเพนนิซิลิน ไข้ทรพิษ กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน และการรักษาแผลในกระเพาะ ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และทำให้นักเรียนจำนวนหนึ่งเปลี่ยนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนไปยังความเข้าใจที่ดีขึ้นกว่าเดิม

Lederman (2006 : 312-313) ได้เสนอว่าการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (An Explicit Reflective Approach) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบสะท้อนความคิดครูจะใช้การอภิปรายกับนักเรียนช่วยส่งเสริมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งผ่านการอภิปรายแบบชัดแจ้งกับนักเรียนเกี่ยวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ ในการอภิปรายควรให้นักเรียนให้ความสำคัญกับลักษณะของวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ประการดังนี้ (Bianchini and Colburn 2000 อ้างถึงใน Straits and Nichols, 2007 : 902)

1. ทำให้ทราบว่ามีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการเก็บข้อมูลที่ละเอียดรอบคอบ

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มาจากข้อมูลในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน แต่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถยืนยันว่าเป็นข้อสรุปที่ถูกต้องอย่างแน่นอน

5. การยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือในการให้ข้อสรุป

6. ความรู้นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการแปลผลข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อและความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์

Kim และ Mckinney (2007 : 21) ใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแนวคิดของสิ่งมีชีวิต (Nature of Science through the Concept of Living) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่เป็นความจริงชั่วคราว โดยให้นักเรียนอภิปรายว่าเหตุใดนักวิทยาศาสตร์มีการปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายของตนเอง รวมถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นความจริงชั่วคราว และใช้ในจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดในการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Rudge และ Howe (2009 : 561-580) ใช้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการค้นพบของ Monk และ Osborne ที่สะท้อนถึงความสำคัญของปรัชญาและประวัติวิทยาศาสตร์ที่ควรนำมารวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ บทเรียนจำนวน 2 บท โดยพัฒนามาจากประวัติวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยเกี่ยวกับ Sickle-Cell Anemia และแบบสอบถามปลายเปิดก่อนและหลังบทเรียน จำนวน 5 ข้อ ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างศึกษาเหตุผลต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดในก่อนและหลังการเรียนบทเรียนเหล่านี้ และใช้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น จากหน่วยการเรียนที่นำมาทดสอบ จะให้นักเรียนได้พิจารณาอย่างชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดว่าการอ้างเหตุผลของนักเรียนเกี่ยวกับโรคดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง และการใช้วิธีการนี้มีความสอดคล้องสูงตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ Monk และ Osborne ได้สร้างขึ้นมา

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. ประเภทของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

Abd-El-Khalick (2000 : 665-701) ได้ศึกษาทบทวนและประเมินประสิทธิผลทางด้านความพยายามในการพัฒนาปรับปรุงความคาดหวังและแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่างานวิจัยที่ผ่านมาครูมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็น 2 กระบวนการทั่วไป คือ จัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Implicit Approach) และการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) โดยผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยจะเป็นการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือข้อตกลงทางด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนแบบชัดแจ้งจะใช้การจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่มุมมองทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย หรือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบทางด้านประวัติศาสตร์และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์

Murphy และคณะ (2007 : 27-38) ได้ทำการวิจัยเพื่อสำรวจประเด็นแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนโรงเรียนประถม และได้ทำการสำรวจการจัดการเรียนรู้ใน 2 ประเภท คือ แบบเป็นนัย และแบบชัดแจ้ง โดยเขาได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัยว่าเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างอัตโนมัติที่ได้จากการร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงทางวิทยาศาสตร์ ส่วนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่ตรงข้ามกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย นั่นคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดว่าแนวคิดด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเข้าใจได้ด้วยการเข้าร่วมในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องใช้การบรรยายที่มีความชัดเจนร่วมด้วย

สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม (2552 : 365) ได้แบ่งเกณฑ์การจัดการเรียนรู้ของครูออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Deficient) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการกล่าวหรืออ้างอิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือสอนโดยคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะหรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับหรือเห็นสอดคล้องจากนักวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ที่บอกความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic) ซึ่งครูจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล เช่น การบรรยาย หรือยกตัวอย่าง แต่ไม่ได้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรือประสบการณ์จัดไว้ให้ผู้เรียน

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. การจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Implicit) คือ การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้โอกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปราย

4. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Explicit and Reflective) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้จำแนกรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (The Deficient Approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการกล่าวหรืออ้างอิงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และไม่มีการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย (The Didactic Approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้เนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดแทรกในการจัดการเรียนการเท่านั้น เช่น การบรรยาย การสอน การให้ความรู้ การยกตัวอย่าง แต่ไม่มีการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (The Implicit Approach) คือ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมหรือประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีตั้งคำถาม อธิบาย วิเคราะห์ อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากถือว่าการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอัตโนมัติ

4. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด (The Explicit and Reflective Approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนและเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อธิบาย วิเคราะห์ อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนร่วมด้วย

Prince of Songkla University Pattani Campus

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน กล่าวคือ งานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอน วิธีการสอน โปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ และทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นำเสนอไว้ดังนี้

อัจฉรา แก้วมณี (2540 : 72-82) ศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณราชบุรี ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จำนวน 514 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ด้วยการตอบแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เพื่อประกอบการสัมภาษณ์ โดยแยกออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ด้าน ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 514 คน และหลังจากนั้นจึงเลือกนักเรียนจำนวน 100 คนจากนักเรียนดังกล่าวเพื่อทำการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาที่ได้คือ ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลางทั้ง 2 ระดับ ส่วนความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านทัศนะสากลเชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

ดารารัตน์ ศรีอุดร (2541 : 113-121) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 9 จำนวน 138 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถามวัดความเข้าใจธรรมชาติ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จากผลการศึกษาพบว่า

1. ครูชีววิทยาโดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และขนาดโรงเรียน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมเป็นรายด้าน 4 ด้าน และรายย่อย 11 ด้าน อยู่ในระดับมาก

2. ครูชีววิทยาโดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และขนาดโรงเรียน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นรายข้ออยู่ในระดับมาก

3. ครูชีววิทยาชายและครูชีววิทยาหญิง มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมเป็นรายด้าน 4 ด้าน และรายย่อย 12 ด้าน ไม่แตกต่างกัน

4. ครูชีววิทยาที่สอนในโรงเรียนขนาดต่างกัน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม เป็นรายด้าน 3 ด้าน และรายย่อย 10 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนขนาดกลาง มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์และรายด้านย่อยความสร้างสรรค์มากกว่า แต่มีความเข้าใจด้านย่อยปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีน้อยกว่าครูชีววิทยาที่สอนในโรงเรียนขนาดใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ไม่มีมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและขนาดโรงเรียน ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมเป็นรายด้านและเป็นรายด้านย่อย

สะอาด เนาวะราช (2542 : 92-97) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูเคมีในโรงเรียนมัธยมสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมจากผลการศึกษาพบว่า

1. ครูเคมีโดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และประสบการณ์ในการสอน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม เป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายย่อยทั้ง 12 ด้าน อยู่ในระดับมาก

2. ครูเคมีโดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และประสบการณ์ในการสอน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รายข้อจำนวน 87-94 ข้ออยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

3. ครูเคมีที่มีเพศต่างกัน และครูเคมีที่มีประสบการณ์ในการสอนต่างกัน มีความ

Prince of Songkla University Pattani Campus

เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อยทั้ง 12 ด้านไม่แตกต่างกัน และไม่มีมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศและประสบการณ์ในการสอนต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สุวัจนา ศรีวิเนตร (2543 : 124-134) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 978 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 269 คน โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมใน จากผลการศึกษาพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม จำแนกตามเพศ และประสบการณ์ในการสอน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามเพศและประสบการณ์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน และไม่มีมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศและประสบการณ์ในการสอนต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นเอกภาพ ความสามารถศึกษาเข้าใจได้ ความสร้างสรรค์ และการทดสอบได้ อยู่ในระดับมาก และมีความเข้าใจโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และในด้านย่อย คือ ความเป็นเหตุภาพ ความสร้างสรรค์ และการทดสอบได้ มากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547 : 115-117) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยตัวอย่างการศึกษาคือ ครูวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน พบว่า สาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน มีทุกด้านตรงกับกรอบการศึกษา คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนมากที่สุด คือ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการที่ครูใช้ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุดคือ การบรรยาย และเหตุผลที่ครูสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มี 2 ประการคือ สอนตามวัตถุประสงค์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และครูมีความต้องการพัฒนานักเรียนในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ดำรงชีวิตประจำวันและการเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็พบว่าบางครั้งครูไม่ได้ตระหนักว่าสอนเรื่องดังกล่าว

สิรินภา กิจเกื้อกูล นฤมล ยุตาคม และ อรุณี อิงคากุล (2548 : 133-145) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของงานทางวิทยาศาสตร์

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว สุนันท์ สังข์อ่อง และ สมาน แก้วไวยุทธ์ (2550 : 513-525) ศึกษาการพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง กลุ่มตัวอย่างคือ ครูประจำการระดับประถมศึกษาในช่วงชั้นที่หนึ่ง จำนวน 3 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา นนทบุรีเขต 1 การศึกษาพบว่าครูไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และครูบางคนมีความโน้มเอียงที่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลงและต้องท่องจำเพื่อนำไปใช้ นับเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดร่วมสมัยในปัจจุบัน และมีแนวโน้มว่าแนวคิดของครูด้านการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม อาจเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สุธาวัลย์ มีศรี (2550 : 101-110) ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการศึกษาเฉพาะกรณีของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 4 คน วิธีที่ใช้ในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูนี้ประกอบด้วย 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการ 2) การสาธิตการสอน 3) การสอนแบบจุลภาค และ 4) บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ของครู จากการศึกษาพบว่าครูมีพื้นฐานและความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างจำกัด ไม่ชัดเจน และไม่เพียงพอต่อการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ตลอดจนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียน หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมผลการศึกษาแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของครูด้านแนวคิดเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากอย่างง่ายไปสู่การให้รายละเอียดได้มากขึ้นในเกือบทุกประเด็น สามารถอธิบายได้โดยใช้ภาษาของตนเอง และยกตัวอย่างสนับสนุนความคิดได้ ครูยังสามารถทำการสอนประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนแทนการสอนแบบเป็นนัยได้ และตระหนักถึงความสำคัญของการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

Prince of Songkla University Pattani Campus

ปิยมาศ แปงยาแก้ว (2551 : 75-80) ศึกษาวิธีการสอนแบบโยนิโสมนสิการ สาระวิทยาศาสตร์ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ด้วยวิธีการสอนแบบโยนิโสมนสิการกับวิธีการสอนแบบปกติ ใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คนโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการ จำนวน 6 แผน แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบปกติ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ และแบบประเมินพฤติกรรมที่พึงประสงค์จำนวน 24 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นขณะเรียนสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม (2551 : 228-239) ได้ศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และการสังเกตการเรียนการสอนครูผู้สอนวิชาเคมี 3 คน จากโรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษา 3 แห่งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ห้องเรียนที่ศึกษา เป็นห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์วิเคราะห์โดยถอดความจากการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์แล้วจัดประเภทแนวคิดหลักของข้อมูลที่ได้ ซึ่งแต่ละกลุ่มของแนวคิดหลักแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเรียนการสอนนำไปวิเคราะห์โดย Video Analysis Tool หรือ VAT ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการวิเคราะห์ ร่วมกับเครื่องมือ Reflect View on Nature Of Science หรือ RVNOS ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ช่วยในการวิเคราะห์และเน้นจุดสำคัญที่ต้องการศึกษาว่าครูได้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใดในการสอนโครงสร้างอะตอม จากการศึกษาพบว่าครูเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ แต่ครูก็ยังเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม จากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่าครูสะท้อนความ

Prince of Songkla University Pattani Campus

เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนน้อยมากแม้ในบางแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูเข้าใจเป็นอย่างดี

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552 : 113-129) ศึกษาทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรผลิตครู 5 ปีจำนวน 33 คน และอาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 27 คน เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ใช้จำแนกทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 2 ทรรศนะ คือ ทรรศนะตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View) และทรรศนะตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science) ผลการศึกษาพบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงไม่ได้มีทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมหรือตามแนวคิดร่วมสมัย แต่มีทั้งสองแนวคิดผสมกัน

ชัย แก้วหนัน (2552 : 130-152) ศึกษาผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 86 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 3 โรงเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามปลายเปิด และแบบบันทึกภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การลงรหัส จัดกลุ่ม และสถิติบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ยังคงมีความเข้าใจที่หลากหลายในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยมากที่สุด รองลงมาคือการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบอกความรู้ โดยไม่มีครูวิทยาศาสตร์คนใดจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ยังคงมีความเข้าใจที่หลากหลายในแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. ความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้ส่งผลชัดเจนต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน

Prince of Songkla University Pattani Campus

โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้โดยการรับรู้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Lederman (1999 : 916-929) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของครูและการปฏิบัติการในห้องเรียน : ปัจจัยที่ส่งเสริมหรือกีดขวางความสัมพันธ์ ศึกษาครูชีววิทยาจำนวน 5 คน (ชาย 3 หญิง 2) ที่มีประสบการณ์ในการสอน 2, 4, 9, 14 และ 15 ปี ตามลำดับ ใช้เครื่องมือ ดังนี้ คือ การสัมภาษณ์เชิงลึกระยะยาวในการประเมินการสอนและเป้าหมายของครูทั้ง 5 คน ร่วมกับการใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างคำถามแบบเปิด การสังเกต การวางแผนการสอน อุปกรณ์การสอน การสัมภาษณ์หรือการอภิปรายอย่างไม่เป็นทางการเป็นช่วง ๆ และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลสรุปจากการวิจัย คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูไม่มีอิทธิพลสำคัญในการปฏิบัติการในห้องเรียน เนื่องจากครูมีความเข้าใจสอดคล้องกับแนวคิดทางการปฏิรูปการศึกษา แต่จะมีความแตกต่างกันด้านประสบการณ์และบริบทในการจัดการเรียนรู้

Murcia และ Schibeci (1999 : 1123-1140) ศึกษาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนในออสเตรเลียตะวันตก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ครูฝึกสอนระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 73 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวบข้อมูลเป็นแบบสอบถาม 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ ในตอนที่ 2 เป็นคำถามแบบเลือกตอบว่าถูกหรือผิด จำนวน 15 คำถาม จากการศึกษาพบว่าครูฝึกสอนมีการเลือกตอบข้อคำถามหลายข้อที่ไม่สอดคล้องกับปรัชญาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ นอกจากนี้มีการเลือกตอบว่า “ไม่ทราบ” ในหัวข้อเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ช่วงระดับคะแนนต่ำที่ 1.5-3.15 % เท่านั้น

Haidar (1999 : 807-822) ศึกษาครูประจำการและครูฝึกสอนเกี่ยวกับทรรศนะต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเทศอาหรับเอมิเรต กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ครูประจำการจำนวน 224 คน และครูฝึกสอนจำนวน 31 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการจำแนกทรรศนะของครูประจำการและครูฝึกสอนที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็น 2 ทรรศนะ คือ ทรรศนะตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View) และทรรศนะตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science) โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 5 มุมมองด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบจำลองและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ รวมจำนวนข้อคำถามทั้งสิ้น 22 ข้อ ผลการศึกษาพบว่าครูประจำการและครู

Prince of Songkla University Pattani Campus

ฝึกสอนไม่ได้มีทรรศนะต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแบบดั้งเดิมหรือแบบร่วมสมัย แต่กลับมี 2 ทรรศนะผสมผสานกัน

Abd-El-Khalick (2000 : 665-701) ได้ศึกษาทบทวนและประเมินประสิทธิผลความพยายามในการพัฒนาปรับปรุงความคาดหวังและแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่างานวิจัยที่ผ่านมามีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (Implicit) และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit) และจากการสำรวจงานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยสรุปว่า จากงานวิจัยที่ผ่านมานั้นยังไม่ประสบความสำเร็จในการสนับสนุนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ที่จะช่วยให้ครูจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยให้ข้อสรุปที่น่าสนใจจากการสำรวจงานวิจัยของเขาอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือ

1. นัยสำคัญของตัวเลขที่พบจากงานวิจัย ซึ่งเป็นตัวเลขที่ใช้ในการวัดความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู เนื่องจากตัวเลขนัยสำคัญที่รายงานเกือบทั้งหมดมีจำนวนน้อยเกินกว่าที่จะให้ความหมายสำคัญใด ๆ ตัวอย่างเช่น ความแตกต่างทางนัยสำคัญใด ๆ จากคะแนนที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมวิจัย หรือในงานวิจัยอื่น ๆ ที่มีนัยสำคัญที่ 1.5, 2.5, 3, และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่น้อยมาก และในบางงานวิจัยมีการนำกลับมาทำการวิจัยซ้ำอีก ซึ่งตัวเลขนัยสำคัญที่น้อยมากเหล่านี้ ไม่สมควรนำมาทำการวิจัยซ้ำอีก

2. มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ไม่คำนึงถึงผลสำเร็จที่จะได้รับ นั่นคือ Post-test ของผู้เข้าร่วมวิจัยที่บ่งบอกถึงขอบเขตความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น Post-test ที่ได้จากครูที่ชี้ให้เห็นว่ามีน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ที่สนับสนุนโมเดลธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากผู้พัฒนาเครื่องมือวิจัย ทำให้ประเมินได้ยากว่ามีผลต่อการจัดการเรียนการสอนหรือไม่

3. งานวิจัยเหล่านี้มีกรอบระยะเวลาการอบรมที่สั้น เนื่องจากมีการอบรมมีตั้งแต่ในระดับไม่กี่ชั่วโมงจนถึงไม่กี่วัน เนื่องจากการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำได้ในการอบรมระยะสั้น ๆ ซึ่งปัจจัยแวดล้อมมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้ครูมีการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพให้กับนักเรียนเพื่อให้มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ ดังนั้นการอบรมระยะสั้นจึงไม่เพียงพอที่จะทำให้ครูพัฒนาได้มากนัก

Lin และ Chen (2002 : 773-792) ใช้การวิจัยกึ่งทดลองเพื่อเป็นสิ่งยืนยันประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยการศึกษาประวัติวิทยาศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูฝึกสอนวิชาเคมีที่เรียนอยู่ในชั้นปีที่ 4 จำนวน 63 คน ในมหาวิทยาลัย National Kaohsiung Normal ของไต้หวัน โดยมีครูฝึกสอนเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 33 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามแบบหลายตัวเลือก (VOSTS) ที่ผู้วิจัยนำมาพัฒนาเพื่อใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ โดยที่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะตอบแบบสอบถามและได้รับการสัมภาษณ์ในช่วงต้นภาคเรียน หลังจากนั้นกลุ่มทดลองจะได้รับการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยการศึกษาประวัติวิทยาศาสตร์จากผู้วิจัย เมื่อถึงช่วงปลายภาคเรียนแล้วผู้วิจัยจะให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการตอบแบบสอบถามเดิมและทำการสัมภาษณ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากผลการศึกษาพบว่าครูฝึกสอนที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในเรื่อง ความคิดสร้างสรรค์ การสังเกตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยยึดทฤษฎีเป็นหลัก และหน้าที่ของทฤษฎี จากผลการวิจัยกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการเรียนรู้เพื่อสอนด้วยศึกษาการประวัติวิทยาศาสตร์

Halai และ McNicholl (2004 : 93-100) ศึกษาความคิดรวบยอดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ทำการวิจัยร่วมกันระหว่างสถาบันพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยอากา คาร์น เมืองการาจี ประเทศปากีสถาน และคณะการศึกษาด้านศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยออกซ์ฟอร์ด ประเทศอังกฤษ โดยออกแบบหลักสูตรทั้งในประเทศปากีสถานและอังกฤษ เพื่อตอบสนองว่านักเรียนไม่เพียงต้องศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังต้องเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกด้วย ทำการศึกษาครูจำนวน 12 คน ที่สอนวิทยาศาสตร์เกรด 6-8 พบว่า ครูหลายคนสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีข้อบกพร่อง เนื่องจากครูเองไม่เห็นถึงความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้อภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากครูที่มีความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรมเพื่อแบ่งปันความเข้าใจทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Nehm และ Schonfeld (2007 : 699-723) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีวิวัฒนาการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมความชอบในการสอนทฤษฎีวิวัฒนาการในโรงเรียนหรือไม่? การศึกษานี้พยายามค้นหาว่าความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้รับจากการเรียนวิชา Graduate-Level Evolution Course เพื่อพัฒนาให้ครูชอบการสอนเรื่องวิวัฒนาการในโรงเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ ครูชีววิทยาจำนวน 40 คน ให้เข้าร่วมกวดวิชาโดยเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับความเข้าใจผิดเดิมเกี่ยวกับทฤษฎีนี้ จากการวิจัยพบว่าความเข้าใจผิดเกี่ยวกับทฤษฎีวิวัฒนาการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ดีหลังจากผ่านการเรียนแล้วพบว่าจุดยืนความชอบของครูต่อการสอนทฤษฎีวิวัฒนาการยังไม่เปลี่ยนแปลง ครูส่วนใหญ่ยังปฏิเสธการนำทฤษฎีวิวัฒนาการมาสอนในโรงเรียน

Karakas M. (2008 : 101-119) ศึกษาครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสังเกตในชั้นเรียนและการสัมภาษณ์เชิงลึก หัวข้อที่ใช้ในการสัมภาษณ์ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมถึงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และประวัติวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นปริญญา

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตรีอย่างไร โดยใช้การสังเกตกิจกรรมในห้องเรียน จากผลการศึกษาพบว่า ครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างชอบการสอนแบบดั้งเดิมที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากช่วยให้ครูจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาอย่างครบถ้วน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน และครูต้องการสอนพื้นฐานของเนื้อหาสำคัญของวิชาที่สอนโดยไม่ต้องการให้ความสำคัญในการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อศึกษาถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่าครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่เพียงพอ นอกจากนี้ข้อค้นพบสำคัญอีกข้อหนึ่งก็คือ ควรมีการลดขนาดของห้องเรียนลง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการใช้อุปกรณ์และทำงานกลุ่มได้ดีขึ้น ทำให้มีความเข้าใจการทำงานของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

Ma (2009 : 701-724) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในประเทศจีน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาจำนวน 25 คน จากสองโรงเรียนทางภาคเหนือของจีน ครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาประกอบด้วย ครูสอนเคมีจำนวน 8 คน ครูสอนชีววิทยาจำนวน 8 คน และครูสอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ในการศึกษาวิจัยนี้เพื่อต้องการทราบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางวัฒนธรรมของจีน จากการศึกษาพบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลจากทั้งปัจจัยทางด้านวัฒนธรรมดั้งเดิมและวัฒนธรรมสมัยใหม่ของจีน ซึ่งอนุมานได้จากแนวคำถามใน 3 หัวข้อดังต่อไปนี้ คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิธีปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสถานะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Rudge และ Howe (2009 : 561-580) ใช้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด โดยใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการค้นพบของ Monk และ Osborne ที่ได้สะท้อนถึงความสำคัญของปรัชญาและประวัติวิทยาศาสตร์ที่ควรรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนจำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้คือ บทเรียนจำนวน 2 บท โดยพัฒนามาจากประวัติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ Sickle-Cell Anemia และแบบสอบถามปลายเปิดก่อนและหลังบทเรียน จำนวน 5 ข้อ ให้นักเรียนศึกษาเหตุผลต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังบทเรียนเหล่านี้จึงใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า จากหน่วยการเรียนที่นำมาทดสอบ จะให้นักเรียนได้พิจารณาอย่างชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิดว่าการอ้างเหตุผลของนักเรียนเกี่ยวกับโรคดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง และการใช้วิธีการนี้มีความสอดคล้องสูงตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ Monk และ Osborne ได้สร้างขึ้นมา

Prince of Songkla University Pattani Campus