บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ในสังคมพหุวัฒนธรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารจากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

1. วิทยาศาสตร์
   1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
   1.2 บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   2.1 คำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   2.2 มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   2.3 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
      2.3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
      2.3.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
         1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์
         2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
         3) จิตวิทยาศาสตร์
      2.3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์
         1) วิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมทางสังคม
         2) วิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาสาขาวิชาต่าง ๆ และมีการดำเนินงานในสถาบันต่าง ๆ
         3) การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
         4) การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมของนักวิทยาศาสตร์
3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย
   3.1 เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   3.2 การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
   3.3 มาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. สังคมพหุวัฒนธรรม

4.1 ลักษณะสังคมพหุวัฒนธรรม

4.2 การจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

5. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

5.2 งานวิจัยในประเทศ

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

สำหรับความหมายของวิทยาศาสตร์นั้นได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) มาจากรากศัพท์เดิมในภาษาลาตินว่า Scientia ซึ่งมีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษว่า Knowledge หรือตรงกับคำว่า “ความรู้” ในภาษาไทย แต่การที่จะนิยามความหมาย “วิทยาศาสตร์” ตามความหมายที่แปลมาจากภาษาลาติน ดูเหมือนว่าจะมีความหมายที่สั้นและแคบจนเกินไป เพราะธรรมชาติหรือแก่นสารที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้หมายถึงความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียว แต่หมายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งหมายความว่าในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจะต้องได้ทั้งตัวความรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการ และเจตคติวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2531 : 1)

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525 : 33) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาหรือความรู้ที่เกิดจากการศึกษาเรื่องราว และความเป็นไปของธรรมชาติ เช่น สัตว์ พืช สสาร พลังงาน เป็นต้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 110) นิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต พร้อมกันนี้ยังได้รวบรวมทัศนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์จากนักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไว้ (2531 : 105-107) ดังนี้

วิทยาศาสตร์เป็นวิถีทางอย่างหนึ่งของการเข้าไปสำรวจโลก ซึ่งถือเป็นการมองวิทยาศาสตร์ในฐานะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ของ ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้สะสมไว้ ซึ่งถือเป็นการมองวิทยาศาสตร์ในฐานะตัวความรู้

วิทยาศาสตร์คือ ความรู้ของโลกธรรมชาติ ซึ่งได้มาโดยผ่านการปะทะสังสรรค์กับประสาทสัมผัส ซึ่งถือเป็นการมองวิทยาศาสตร์ในฐานะตัวความรู้กับกระบวนการ โดยเน้นว่า กระบวนการที่ขาดไม่ได้ คือ การสังเกต

วิทยาศาสตร์คือ องค์ของความรู้ ซึ่งได้มาโดยวิธีการวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐาน

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ของธรรมชาติ (วัตถุและเหตุการณ์ที่แวดล้อมเราอยู่) แล้วมีการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์นั้น ๆ

วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำข้อมูลและการตีความหมายข้อมูลที่ได้

วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นคู่แฝด ด้านหนึ่งนั้นเป็นการสะสมความรู้ที่ได้ผ่านการทดลองแล้ว และอีกด้านหนึ่งจะเป็นวิธีการค้นหาความรู้

วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์

วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความพยายาม ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรืออธิบายกฎเกณฑ์ที่ได้จากปรากฏการณ์นั้น รวมทั้งการขยายความรู้ให้กว้างออกไปเลยจากประสบการณ์ที่ได้รับ

ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับเพิ่มนั้น มีลักษณะสืบต่อจากความรู้เก่าที่มีคนค้นพบไว้แล้ว นักวิทยาศาสตร์คนใหม่ จะอาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์คนก่อน ๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป

นอกจากนี้ จีระพรรณ สุขศรีงาม (2533 : 1-4) กล่าวว่า การให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ขึ้นกับความรู้จักคุ้นเคยของแต่ละคน แต่ละกลุ่มอาชีพ และได้แบ่งการให้ความหมายวิทยาศาสตร์แบ่งตามระดับผู้เกี่ยวข้องแล้ว อาจแบ่งความหมายออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ความหมายตามกลุ่มแนวความคิดของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ได้กำหนดความหมายของวิทยาศาสตร์ตามลักษณะโครงสร้าง และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญ เช่น

วิทยาศาสตร์เป็นปรากฏการณ์ทางสังคม อันเนื่องมาจากเป็นเรื่องราวเฉพาะของชุมชน วิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ของสาธารณชนหรือสากล ซึ่งความรู้ดังกล่าวจะเป็นข้อความที่ชัดเจนและยอมรับว่าเป็นจริง

วิทยาศาสตร์เป็นการทำงานของจิตใจมนุษย์ที่เป็นระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่เชื่อถือได้ โดยความรู้ที่เป็นพื้นฐานประกอบด้วยประพจน์ที่เป็นจริง เช่น ข้อมูลความจริงหรือข้อเท็จจริง ข้อความ (Statement) และวินิจฉัย (Judgement)

2. ความหมายตามกลุ่มวิทยาศาสตร์ศึกษา กลุ่มนี้กำหนดความหมายของวิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน เช่น

วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้เชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการเชิงวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นมโนมติหลักที่ผสมผสานเชื่อมโยงกันและมีกำเนิดมาจากการทดลองหรือการสังเกตอย่างรอบคอบ

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่เก็บรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะซึ่งทำให้เกิดองค์ความรู้ที่เป็นระบบ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 2) กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์โดยสรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

จากความหมายของวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการค้นพบความรู้

1.2 บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ในทุกยุคทุกสมัยพยายามค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์และพร้อมกับนำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอยู่เสมอ มนุษย์นำผลการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างสรรค์ให้เกิดประโยชน์แก่กิจกรรมทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม การสื่อสารคมนาคม การศึกษา การทหาร การเมืองเศรษฐกิจ หรือแม้กระทั่งการบันเทิง ด้วยเหตุนี้สภาพการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกวันนี้จึงแตกต่างจากการดำรงชีวิตในอดีตอย่างมากมาย

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525 : 97-99) กล่าวถึงประโยชน์ต่าง ๆ ที่พึงได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยฝึกจิตใจอันมีค่า เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์จะได้รับการฝึกหัดให้เป็นผู้

1.1 มีความสังเกตด้วยความรอบคอบ

1.2 รายงานผลที่สังเกตได้อย่างเที่ยงตรง

1.3 เข้าใจ ซาบซึ้งในความสำคัญของการถาม และการพิจารณาเหตุการณ์ก่อนสรุปผล

1.4 ซาบซึ้งในคุณค่าของความพยายามในการปฏิบัติ เช่น การทดลอง การทดสอบความจริงของข้อความที่พบเห็น

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. วิทยาศาสตร์มีคุณค่าในทางปฏิบัติ วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องช่วยให้เกิดการปรับปรุงในทางเกษตรกรรม สุขวิทยา บ้านเรือนและสุขาภิบาล บุคคลที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์มาบ้างแล้วจะเป็นผู้รอบรู้ในการประกอบการงาน

3. วิทยาศาสตร์ตั้งต้นจากความสนใจและกิจกรรมโดยปกติของเด็ก ช่วยให้เด็กได้รับความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและเร้าใจให้เด็กรู้จักการทดลองและค้นพบด้วยตนเอง

4. วิทยาศาสตร์จะช่วยฝึกคนให้เป็นพลเมืองที่ดี

5. วิทยาศาสตร์ช่วยขจัดการเชื่อโชคลาง และความกลัวในสิ่งที่ไม่ทราบ

6. วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีความสามารถในสังคม บุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ย่อมดีกว่าบุคคลที่ไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ

8. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่สามารถ หมายถึง การตัดสินใจในการเลือกใช้สินค้าโดยอาศัยหลักวิชาความรู้

9. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้ผลิตที่สามารถ จะเห็นได้จากประเทศต่าง ๆ ที่มีความเจริญทางวิทยาศาสตร์ผลิตสินค้าได้จำนวนและคุณภาพ

10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เรารู้จักใช้เวลาว่างเพื่อทำการศึกษาหรือค้นคว้าในงานด้านวิทยาศาสตร์หรือคิดประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ

11. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดปรัชญาแห่งการดำรงชีวิต

12. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์

13. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความพอใจ ซึ่งความพอใจเป็นบ่อเกิดแห่งแรงจูงใจให้ศึกษาและค้นคว้า

14. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ

ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทและความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก ความมุ่งหวังที่จะมีเศรษฐกิจที่มั่งคั่ง มีความมั่นคงทางสังคม เป็นผู้นำในด้านต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่จะทำให้บรรลุได้นั้น จะต้องสนับสนุนให้มีการวิจัยค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมการนำวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในการผลิตต่าง ๆ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะจัดการศึกษาให้ประชาชนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีมาตรฐานการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้องต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.1 คำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, AAAS) (1993 : 3) กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของโลก โดยใช้การเรียนการสอนซึ่งเน้นความรู้ความจำเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่ทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ประการใด และความรู้เกี่ยวกับปรัชญาวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาเพียงอย่างเดียวก็ไม่ได้ช่วยให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของโลกในเชิงวิทยาศาสตร์

McComas (2000 : 4-5) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้านทั้งทางด้านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการวิจัยทาง Cognitive science เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานแบบเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อความอุตสาหพยายามทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้มุ่งศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติเหมือนวิทยาศาสตร์โดยตรง สังคมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยบุคคลที่อุทิศตนในหน้าที่การงานเพื่อการทำความเข้าใจธรรมชาติให้ลึกซึ้งขึ้น แต่ผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาจากหลายสาขาวิชาและมุ่งศึกษาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ สำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์แล้ว คำว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้ในการอธิบายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรัชญา ประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาในวิทยาศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานในการกำหนดว่านักเรียนควรจะเรียนสิ่งใดในวิชาวิทยาศาสตร์

Lederman *et al.* (2002 : 498) ได้อธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ McComas ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาและสังคมวิทยาของ

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในฐานะวิธีแห่งความรู้ หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีประโยชน์ในด้านการช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2.2 มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มุมมองด้านปรัชญาต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 มุมมอง คือ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (Traditional View) และ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (Contemporary View) มีรายละเอียดดังนี้

1. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (Traditional View)

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม วางอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดทางปรัชญา 2 แนวคิด คือ แนวคิดสัจนิยม ซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการอธิบาย และแนวคิดประสบการณ์นิยม ซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (Traditional View)

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบดั้งเดิม
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติ 2. นักวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้ทฤษฎีเก่าแก่ที่ได้พิสูจน์แล้วว่าไม่จริง 3. สมมติฐานเกิดจากการพิสูจน์ทฤษฎีว่าเป็นจริง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอม แบบจำลองเซลล์ประสาท เป็นการเลียนแบบความจริง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 1 (ต่อ)

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบดั้งเดิม
	2. กฎทางวิทยาศาสตร์จะกลายเป็นความจริงที่สมบูรณ์เมื่อผ่านการพิสูจน์แล้ว 3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความจริง 4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการรวมความหมายทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น 5. การสังเกตทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์ประเมินข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. วิธีการเดียวที่จะทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน 4. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่ค้นพบทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 5. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎทางวิทยาศาสตร์เพราะกฎมีอยู่ในธรรมชาติและนักวิทยาศาสตร์จะต้องค้นหา
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์คือผู้ที่มีจุดมุ่งหมายและเปิดใจในทุกการกระทำ 2. นักวิทยาศาสตร์ต้องพยายามค้นพบความจริงที่สมบูรณ์

ที่มา : ดัดแปลงจาก Haidar (1999 : 821-822)

2. มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (Contemporary View)

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย วางอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดทางปรัชญา 2 แนวคิด คือ แนวคิดอุปกรณ์นิยม ซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับทฤษฎีและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

และแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นมุมมองเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (Contemporary View)

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบร่วมสมัย
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎี เพราะทฤษฎีมาจากจิตใจ 2. ทฤษฎีมีรูปแบบที่แน่นอน ถึงแม้จะเป็นทฤษฎีที่เก่า ล้าสมัย แต่สามารถช่วยนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างความคิดทางวิทยาศาสตร์ 3. ทฤษฎีหนึ่งจะถูกยอมรับโดยการเชื่อมโยงกับทฤษฎีอื่นและได้รับการยอมรับในสังคมวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายความจริงของธรรมชาติได้ เป็นแค่ความคิดของนักวิทยาศาสตร์หรือการเดา เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเห็นสิ่งที่เป็นจริง 2. กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายส่วนหนึ่งของธรรมชาติ 3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความจริงที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจธรรมชาติ 4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างมาจากความหมายทางวิทยาศาสตร์และความหมายที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างมาจากจินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 2 (ต่อ)

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองแบบร่วมสมัย
การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. นักวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้เฉพาะหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่สามารถใช้ทั้งจินตนาการหรือการสร้างสรรค์ 2. วิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดจากวิธีการเพียงวิธีการเดียว แต่มีวิธีการอื่นด้วย เช่น การสร้างสรรค์จินตนาการและการริเริ่ม 3. นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4. นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการหลาย ๆ วิธีการตามสภาพแวดล้อม ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแค่วิธีการหนึ่งเท่านั้น 5. นักวิทยาศาสตร์สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายลักษณะของธรรมชาติ
ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	1. สิ่งที่มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์มีหลายประการ เช่น ความรู้เดิม ตรรกะ ปัจจัยทางสังคม 2. นักวิทยาศาสตร์ทำงานในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการอธิบายธรรมชาติ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Haidar (1999 : 821-822)

2.3 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เมื่อกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านมักให้คำอธิบายตามขอบเขตของปรัชญา สังคมวิทยา และวิทยาศาสตร์ในฐานะวิถีแห่งความรู้ หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่ง American Association for the Advancement of Science (1989) ได้อธิบายขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งปันองค์ความรู้ที่ตนค้นพบ ความเชื่อและทัศนคติเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับโลกธรรมชาติ เช่น เราสามารถทำความเข้าใจธรรมชาติได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนเป็นช่วงเวลาและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบกับทุกคำถาม

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการค้นคว้าและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และพยายามหาหลักฐานโดยใช้ตรรกะและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยพยายามหลีกเลี่ยงความลำเอียง

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) กล่าวคือ วิทยาศาสตร์เป็นกิจการหนึ่งทางสังคมที่มีความซับซ้อน การสร้างความร่วมมือระหว่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน หรือเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างบุคคล องค์กร และสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งเสริมการพัฒนาและเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าและเป็นที่ยอมรับต่อไป

วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 1)

2.3.1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือแนวคิดที่ว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในจักรวาลอย่างแบบแผน หากมีการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบ จะทำให้เราค้นพบแบบแผนของจักรวาลได้ แต่เนื่องจากวิทยาศาสตร์มุ่งศึกษาเฉพาะแบบแผนของปรากฏการณ์ธรรมชาติจึงทำให้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบแก่คำถามบางประการได้ นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายขอบข่ายของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

มังกร ทองสุขดี (2523 : 16-19 อ้างโดย ฉวีวรรณ ธัญญะศิริกุล, 2549 : 41-42) กล่าวว่า ความรู้ใด ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จะต้องเป็นสิ่งที่

1. ทดสอบได้ (Testability)

2. มีความน่าเชื่อถือได้ (Reliability)

3. มีคำจำกัดความและความเที่ยงตรงที่แน่นอน (Definition and precision)

4. มีระบบโครงสร้างที่แน่นอน (Systematic structure)

5. สามารถทำความเข้าใจได้ (Comprehensiveness)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2532 : 134-135) อธิบายขอบข่ายของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (Empirical knowledge) สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ผัสสะด้วยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานจากประสบการณ์ผัสสะเช่นกัน

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็ได้

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะเป็นความจริงสากล (Universal)

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ ต้องการการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ก็เป็นความจริงที่เชื่อถือได้สูง สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงหรือนำไปปฏิบัติได้

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย (Objectivity) คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบ ทำให้เข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน รวมทั้งการกระทำของแต่ละคนในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกันจะได้ผลออกมาตรงกัน

Rubba และ Andersen (1978 : 456) (อ้างโดย อุทัย สะเดา, 2540 : 15-16) กล่าวถึงโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความบริสุทธิ์ (Amorality) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความสามารถต่าง ๆ มากมาย แต่ไม่ได้มีการกำหนดว่าจะใช้ความรู้นั้นอย่างไร การที่จะตัดสินคุณธรรมขึ้นอยู่กับการนำความรู้ไปใช้โดยมนุษย์

2. ความสร้างสรรค์ (Creativity) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์นั้น ได้มาจากกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องมีการจินตนาการที่สร้างสรรค์มาก

3. พัฒนาการ (Development) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ถูกจำกัดไว้เพียงความเป็นไปได้เท่านั้น และไม่สามารถจะพิสูจน์ได้ว่าสมบูรณ์ถึงที่สุด ความเชื่อในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานอื่น ๆ ที่ดีกว่ามาคัดค้าน

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. ความสมบูรณ์และเรียบง่าย (Parsimony) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นข้อความที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และพยายามจะให้มีมโนมติจำนวนน้อยที่สุดที่จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด

5. สามารถทดสอบได้ (Testability) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถตรวจสอบได้ผลดังเดิมทุกครั้ง โดยการทดสอบด้วยการสังเกต

6. ความเป็นเอกภาพ (Unification) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะถูกสร้างขึ้นเป็นกฎ ทฤษฎี และมโนมติที่สัมพันธ์กัน ซึ่งช่วยให้วิทยาศาสตร์เพิ่มความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้มากขึ้น

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 9-10) กล่าวถึงธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะของการค่อย ๆ พัฒนาไปเป็นลำดับในแนวที่ว่าถึงแม้จะช่วยให้ได้คำตอบซึ่งคาดคะเนได้ล่วงหน้าตรงหรือสอดคล้องกับข้อมูลในบางโอกาส ความรู้ที่ได้มาก็เป็นผลจากการแสวงหาความรู้ที่ผ่านมา และเป็นความรู้ที่จะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขต่อไป

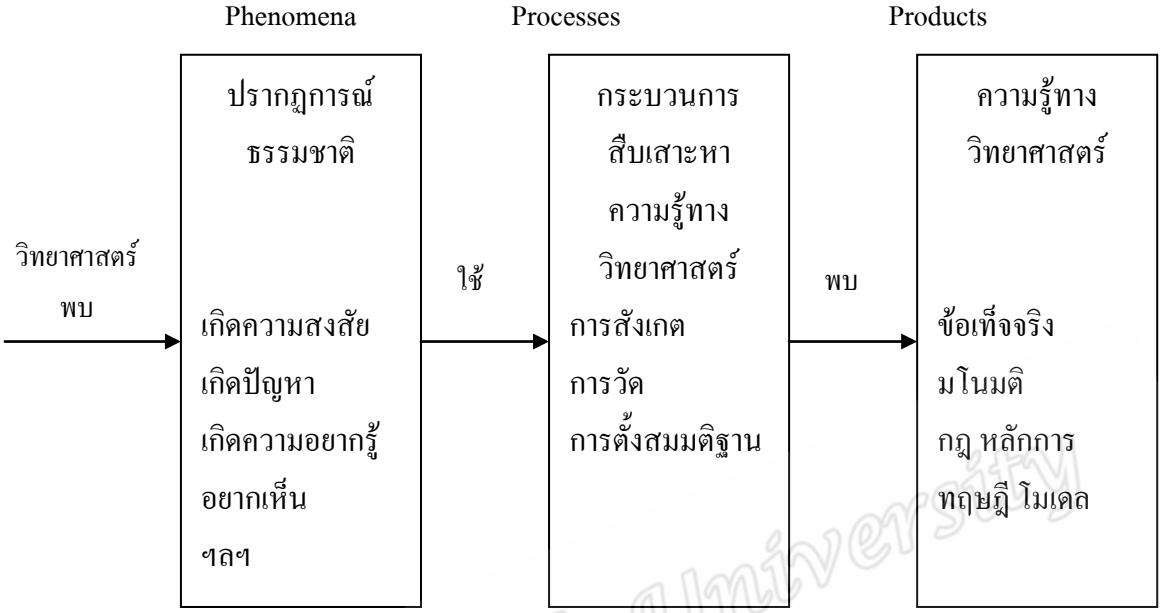
2. เมื่อเปรียบเทียบกับข้อเท็จจริงทั้งหลายในโลก การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะให้ความจริงเพียงบางส่วน มากกว่าที่จะให้ความจริงที่สมบูรณ์และถาวรตลอดไป

3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างจากการแสวงหาความรู้ที่อาศัยสามัญสำนึก หรือคาดคะเนโดยปราศจากการควบคุม คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีการปรับปรุงแก้ไขตนเองได้ กล่าวคือ สามารถหาข้อผิดพลาดจากการลองผิดลองถูกเชิงวิธีการ และแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่ผิดพลาดจนได้คำตอบที่เข้าใกล้ความจริงมากยิ่งขึ้น คือ ได้คำตอบที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2532 : 95) เสนอรูปแบบการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากนักวิทยาศาสตร์เกิดความสงสัยในปรากฏการณ์ธรรมชาติ จึงใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จนในที่สุดนักวิทยาศาสตร์ได้พบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังภาพ 1

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพ 1 รูปแบบทั่วไปของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (P-P-P)



เมื่อพิจารณาจากลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามที่นักการศึกษาแต่ละท่าน สามารถสรุปลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

1. มีกฎเกณฑ์เฉพาะ
2. เป็นความรู้เชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต
3. เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์
4. ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่
5. ฝังตรึงอยู่ในระบบสังคมและวัฒนธรรม
6. ทดสอบได้ และจำเป็นต้องได้รับการพิสูจน์
7. เป็นความจริงชั่วคราวหรือสามารถเปลี่ยนแปลงได้
8. เป็นการอธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ธรรมชาติ
9. ไม่เกี่ยวข้องกับความผิดชอบชั่วดี
10. เป็นความจริงสากล
11. มีลักษณะเป็นปรนัย
12. มีความเป็นเอกภาพ
13. สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้หลากหลาย

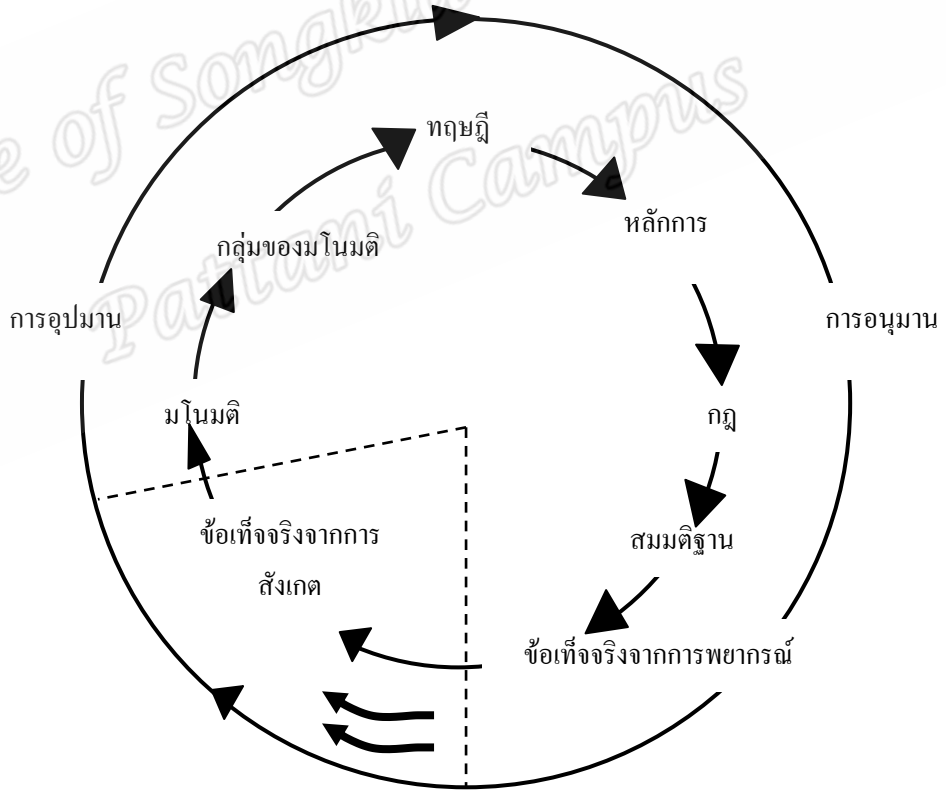
Prince of Songkla University Pattani Campus

2.3.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการและคุณลักษณะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้การแสวงหาความรู้ ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 11-12) กล่าวว่า ลักษณะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงการสะสมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่ ข้อเท็จจริง มโนมติ ทฤษฎี หลักการ กฎ สมมติฐาน การตรวจสอบ และการพยากรณ์ของความรู้ประเภทต่าง ๆ นั้นเป็นการสร้างเสริมความเชื่อมั่นในความรู้เดิม และเป็นการตั้งสมมติฐานและได้พบความรู้ใหม่ต่อไปเป็นวัฏจักรดังภาพ 2

ภาพ 2 โครงสร้างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ที่มา : ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 12)

Prince of Songkla University Pattani Campus

2.3.2.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

การที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ นั้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้นั้นอาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 8) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ ยุทธวิธีที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างครบวงจร วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระของเรื่องที่กำลังศึกษาค้นคว้า แต่ในทางตรงกันข้าม การดำเนินการทุกขั้นตอนตามวิธีการดังกล่าวจะขึ้นกับเนื้อหาสาระของเรื่องและขั้นของพัฒนาการของความรู้ในเนื้อหาสาระนั้น วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถให้ข้อเสนอแนะบางอย่างต่อผู้ที่ใช้วิธีการนี้ในการแสวงหาความรู้ ทั้งยังให้วิถีทางในการหาจุดที่จะปรับปรุงแก้ไขในกรณีที่เกิดความผิดพลาดขึ้น แต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่อาจแทนที่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ และไม่อาจป้องกันความผิดพลาดต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการแสวงหาความรู้ได้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 10) กล่าวว่า ขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

นอกจากนี้นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอลำดับขั้นของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525 : 39) กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา คือ ต้องสำรวจให้แน่นอนว่าปัญหานั้นอยู่ที่ไหน อะไรคือปัญหาอันแท้จริง

2. การตั้งสมมติฐาน คือ ต้องสำรวจว่าอะไรเป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ

3. การทดลอง และการเก็บข้อมูล คือ การลงมือแก้ปัญหาจากปัญหาที่ตั้งสมมติฐานขึ้นมาไว้ เพื่อหาแนวทางที่จะแก้ปัญหา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์อย่างรอบคอบแล้วรายงานผล

5. สรุปผล แนวทางแก้ปัญหาได้ผลอย่างไร มีข้อบกพร่องอย่างไร เรียบเรียงเป็นเรื่องราวแล้วบันทึกไว้

Prince of Songkla University Pattani Campus

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 6-7) ได้สรุปขั้นตอนสำคัญที่ใช้ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสรุปเป็นแผนภาพ 3 ได้ดังต่อไปนี้

1. ถามด้วยข้อความที่ชัดเจนและเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดประโยชน์

2. สร้างสมมติฐานที่เป็นคำตอบของคำถาม โดยที่สมมติฐานนั้น มีทั้งหลักฐานสนับสนุนและสามารถทดสอบได้

3. สร้างข้อความสืบเนื่องจากสมมติฐาน

4. กำหนดเทคนิคที่จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น

5. ตรวจสอบเทคนิคเพื่อหาความสอดคล้องและความน่าเชื่อถือได้

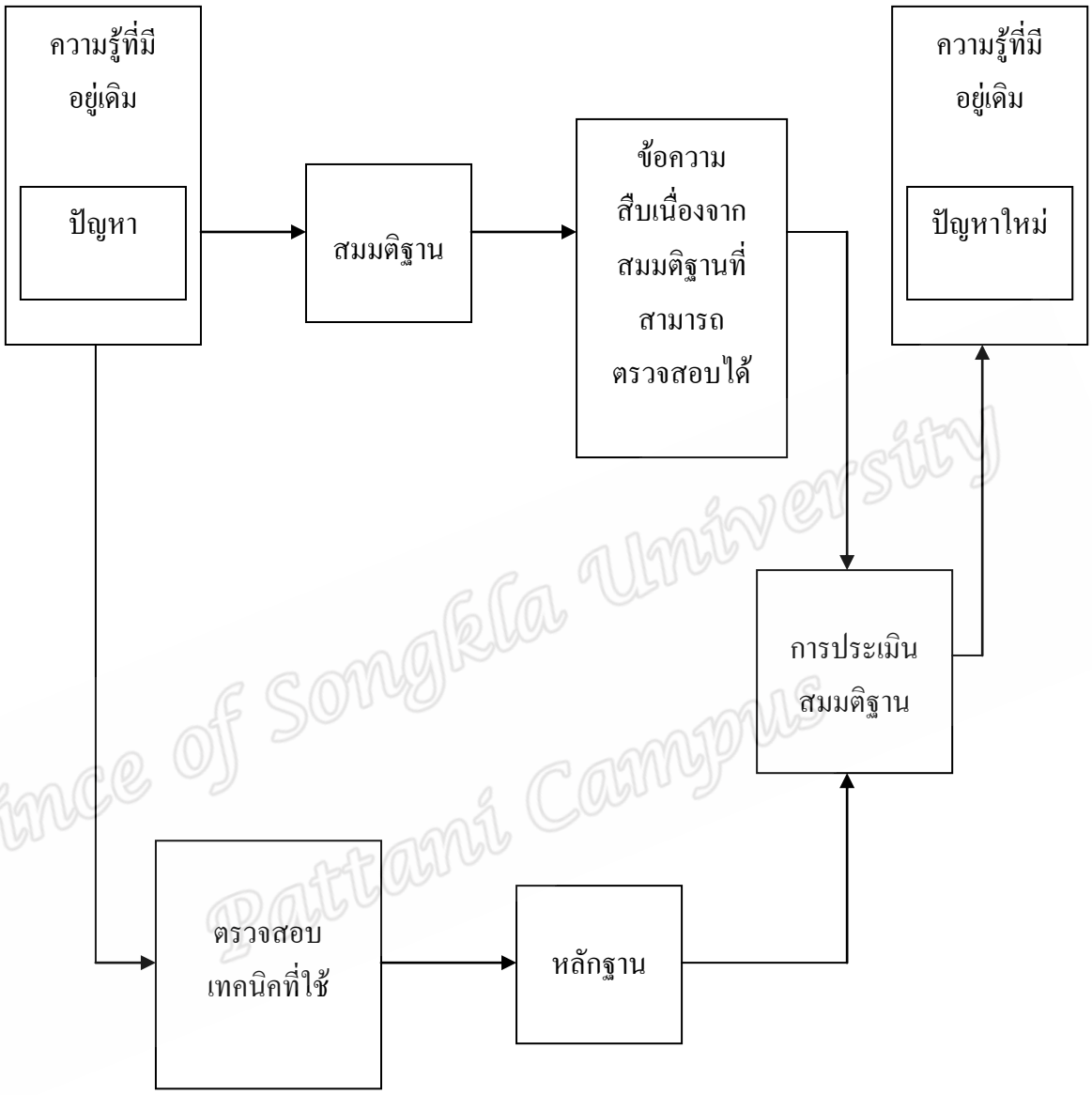
6. ปฏิบัติการทดสอบ และแปลความหมายผลที่ได้จากการทดสอบ

7. ประเมินความถูกต้องเป็นจริงที่อ้างถึงในสมมติฐานและความถูกต้องของเทคนิคที่ใช้

8. หาขอบเขตของเนื้อหาสาระที่สามารถใช้สมมติฐานและเทคนิคข้างต้นได้ และระบุปัญหาใหม่จากแนวความคิดที่ได้ในการแสวงหาความรู้ที่ผ่านมา

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพ 3 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์



ที่มา : ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 7)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 10-11) กล่าวว่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะค้นคว้าหาคำตอบ หรือคำอธิบาย นักวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อนแล้วหาวิธีการรวบรวมสืบเสาะหาข้อมูลโดยการใช้สังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกตเป็นการพิจารณาปัญหาที่ศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยการวัดและการรวบรวมข้อมูล การทดลองเป็นการสืบเสาะหาความรู้และพิสูจน์ว่า อะไรเป็นสาเหตุเป็นผลของปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

มีความเชื่อว่า ปัญหาหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาตินั้นจะต้องดำเนินไปตามแบบแผนตามธรรมชาติของมัน เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมผลการสังเกตและผลการทดลองแล้วมาประกอบกับประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจของปัญหานั้น ๆ และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสืบค้นต่อไปเพื่อจะอธิบายความเป็นไปของปัญหาของปรากฏการณ์นั้นจะทำให้ได้ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ และในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นักวิทยาศาสตร์จะหาทางแก้ปัญหาในแนวทางที่มีระเบียบแบบแผนอย่างมีทิศทางและมีข้ออ้างอิงและวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง และได้เสนอลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือ การทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือ การทดลอง

ฉวีวรรณ ธัญญะศิริกุล (2549 : 38-40) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทำงาน จึงสามารถกำหนดเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติได้ ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา เป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติงาน กำหนดวัตถุประสงค์ของการทำงาน จะทำอะไรหรืออยากจะรู้อะไร ในสภาพการทำงานปัจจุบันนี้การกำหนดปัญหาก็คือการตั้งชื่อเรื่องของสิ่งที่จะทำ ซึ่งจำเป็นต้องสร้างความชัดเจนของงานที่ทำให้ได้ จะได้เดินถูกทางมาสะเปะสะปะและสับสน

2. การศึกษาปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากการเสาะแสวงหาจากพื้นฐานความคิดว่า ปัญหานี้ได้มีบุคคลอื่นหาคำตอบไว้แล้วหรือยัง ดังนั้นการศึกษาปัญหาจึงต้องอาศัยเอกสารและบันทึกต่าง ๆ หรือผู้รู้ การศึกษาปัญหาอาจจะได้คำตอบของปัญหาโดยตรงหรืออาจจะได้ข้อมูลเกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา การศึกษาปัญหาอย่างดี รอบคอบและทั่วถึง ทำให้ได้รับข้อมูลสนับสนุนการทำงานต่อไปอย่างดี จึงจัดว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการนี้

3. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในกรณีที่ไม่ได้คำตอบจากการศึกษาปัญหา การตั้งสมมติฐานจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาทำให้ขอบเขตการศึกษาชัดเจน เห็นแนวทางการศึกษาชัดเจนขึ้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. การทดสอบสมมติฐานและเก็บข้อมูล การตั้งสมมติฐานเป็นเพียงการคาดคะเนคำตอบ การหาคำตอบที่แท้จริงจะต้องทำการทดสอบหรือปฏิบัติการ ในกระบวนการทดสอบจะมีข้อมูลต่าง ๆ เกิดขึ้น จึงต้องกำหนดวิธีการที่จะจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้น ในทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นตัวเลขที่เกิดจากการใช้เครื่องมือวัด

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาจัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เรียกว่าการวิเคราะห์ข้อมูล นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปเป็นคำตอบ ในกระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการบันทึกผล เพื่อรายงานผลการศึกษาให้กับบุคคลทั่วไปได้ทราบ เพื่อเป็นแนวทางให้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จากการที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอลำดับขั้นของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทำการทดลอง
4. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผลการทดลอง

อาจกล่าวได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเสมือนหัวใจของวิทยาศาสตร์ ถ้าไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็จะไม่มีวิทยาศาสตร์เช่นกัน แต่ต้องตระหนักว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มิใช่จะผิดพลาดไม่ได้ หรือลำพังแต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็เพียงพอแล้ว วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจนำไปสู่ความผิดพลาดได้ ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นได้จากการประเมินผลผลิตของวิธีการ และการวิเคราะห์ตัววิธีการอย่างละเอียด วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถดำเนินการโดยปราศจากเนื้อหาสาระอันเป็นความรู้ที่จะใช้ควบคู่กันไป แต่จำเป็นต้องใช้ความรู้บางอย่าง และในขณะเดียวกันความรู้ที่นำมาใช้นั้นจะได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor skills/ Hand on skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐานหรือการคิดในระดับต่ำ ตัวอย่างเช่น

Prince of Songkla University Pattani Campus

ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การบรรยาย การพูด การเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การใช้ตัวเลข นอกจากการคิดพื้นฐานแล้ว ยังมีการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การคาดคะเน การพยากรณ์ การให้คำจำกัดความ การตีความหมาย การค้นหาแบบแผน การผสมผสานข้อมูล การสรุปความ เป็นต้น ซึ่งทักษะการคิดดังกล่าวข้างต้นมีจำนวนมาก ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึก (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548 : 9)

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสม หรือบูรณาการ (Integrated science process skills) 5 ทักษะ รวม 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

ทักษะการสังเกต คือ ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นข้อมูลความรู้ขั้นพื้นฐานที่จะนำไปพัฒนาเป็นความรู้ชั้นสูงต่อไป อย่างไรก็ดี ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จะมีความละเอียดและมีประโยชน์เพียงใดขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความชำนาญของผู้สังเกตเป็นหลักด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกต เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง การสัมผัส

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเป็นตัวเลข เช่น จำนวน ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น

2. ทักษะการวัด (Measurement)

ทักษะการวัด คือ ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว ใกล้เคียงกับความจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ ในการวัดปริมาณต่างๆ จะต้องกำหนดค่าของ

ปริมาณนั้น ๆ ค่าหนึ่งไว้สำหรับเปรียบเทียบกับปริมาณที่ต้องการวัด จึงจะทราบได้ว่าปริมาณที่ต้องการวัดนั้นมีค่ามากน้อยเพียงไร ค่าที่ได้กำหนดไว้นี้เรียกว่า หน่วยมาตรฐาน (Standard units)

3. ทักษะการคำนวณ (Using numbers)

ทักษะการคำนวณ คือ ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร รวมถึงการจัดกระทำกับตัวเลข ที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง ทักษะการคำนวณแตกต่างจากทักษะอื่นตรงที่ ส่วนใหญ่สอนและเรียนกันในวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีทักษะการคำนวณ จะเป็นผู้ที่สามารถจัดกระทำกับตัวเลขได้ดี

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

ทักษะการจำแนกประเภท คือ ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน การจัดจำแนกวัตถุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น

5. ทักษะการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space relationship and Space/time relationship)

สเปส (Space) หมายถึง ลักษณะเกี่ยวกับระยะทาง ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง ตำแหน่งที่อยู่ การเคลื่อนที่ เป็นต้น สเปสของวัตถุ คือ ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ทักษะการหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับสเปส หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง รูปหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ รวมไปถึงความสามารถในการระบุ รูปทรง ขนาด ตำแหน่ง ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ ด้วย ความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปส มีดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing data and communication)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล คือ ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ อาจนำเสนอข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น ใช้ข้อความบรรยายข้อมูล ใช้สัญลักษณ์ ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์ ใช้แผนภาพ ใช้ตาราง ใช้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล คือ ความสามารถในการอธิบายความหมายและขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกต ที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์ให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ อย่างไรก็ตามการลงความคิดเห็นนั้น จะต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้นหรือข้อมูลที่สังเกตได้ ส่วนการที่จะตัดสินใจว่าข้อมูลใดถูกต้องหรือสมเหตุสมผลที่สุดก็จะต้องมีการตรวจสอบหาหลักฐานหรือข้อมูลอื่นมาประกอบ

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

ทักษะการพยากรณ์ คือ ความสามารถในการทำนาย หรือคาดคะเน สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการทำนาย การพยากรณ์ มี 2 ประเภท ดังนี้

8.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล คือ การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตได้ วัดได้

8.2 การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล คือ การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่มากกว่าหรือน้อยกว่าขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตได้ วัดได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ ความสามารถในการคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง นักวิทยาศาสตร์สามารถตั้งปัญหาและสมมติฐานโดยอาศัยข้อเท็จจริง ดังนั้นการตั้งปัญหาและสมมติฐานจึงต้องสัมพันธ์กัน และสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงด้วย ดังนั้นสมมติฐานที่ดี ต้องแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรไว้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่การทดลอง

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ ความสามารถในการจำแนกและบ่งชี้ได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ผู้ทดลองจะต้องควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง เรียกว่า ตัวแปร (Variable) คือ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง ตัวแปร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรควบคุม (Control Variable)

Prince of Songkla University Pattani Campus

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตได้ วัดได้ การกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายของคำขึ้นมาเป็นพิเศษ ในเชิงปฏิบัติที่ใช้เฉพาะในการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการทดลองหรือผู้เกี่ยวข้องในการทดลองนั้นเข้าใจตรงกัน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง คือ ความสามารถในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเริ่มจากการวางแผนขั้นตอนการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ต้องการตรวจสอบ สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง บันทึกข้อมูลที่ได้ไว้อย่างครบถ้วนเป็นระเบียบ ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการทดลองจริง เพื่อกำหนด วิธีดำเนินการทดลองในการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ตามขั้นตอนที่ได้ มีการวางแผนไว้ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจ เป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป คือ ความสามารถในการบอกหรือสื่อความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปต่าง ๆ รวมถึงความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต

1.2 การจำแนกประเภท

1.3 การวัด

Prince of Songkla University Pattani Campus

1.4 การใช้เลขจำนวน

1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล

1.7 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1.8 การพยากรณ์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated science process skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.2 การตั้งสมมติฐาน

2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

2.4 การทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2.3.2.3 จิตวิทยาศาสตร์

ในการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind) ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญสำคัญที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์หรือกล่าวโดยสรุปคือ ไม่มีคุณสมบัติความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก็เป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอลักษณะของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ผู้เรียนพึงมี เพื่อให้ได้ชื่อว่า เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 12-13) กล่าวว่า ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำที่อาจเกิดจากอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้น ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็นจิตวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ควรเป็นผู้มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. ความอยากรู้อยากเห็น

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายาม

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่า วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นหาคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบและยอมรับ มีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความใจกว้าง

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

Prince of Songkla University Pattani Campus

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548 : 13-14) กล่าวว่า ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูวิทยาศาสตร์ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ความมีเหตุผล

1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล

1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. ความใจกว้าง

3.1 ยอมรับคำวิพากษ์ วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ ๆ

3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่คนอื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินสิ่งใด ๆ

4.4 มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ที่ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

5. ความเพียรพยายาม

5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.2 ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.3 มีความตั้งใจ

6. การพิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ

6.1 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ

6.2 ไม่ยอมรับสิงใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

นอกจากนี้ ผู้มีจิตวิทยาศาสตร์นอกจากมีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังต้องเป็นผู้มีความสนใจ พอใจ ชื่นชมในวิทยาศาสตร์อีกด้วย

ฉวีวรรณ ธัญญะศิริกุล (2549 : 27-28) กล่าวว่า การมีความรู้ ทักษะ และรู้จักระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถทำให้เราเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีได้อย่างแท้จริง เพราะนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในอยู่ในตัวเองรวมอยู่ด้วย ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นคนมีเหตุผลไม่งมงาย

2. ไม่เชื่อถือโชคลาง หรือเชื่อในสิ่งที่ยังไม่มีการพิสูจน์

3. เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้นย่อมมีเหตุผลที่สามารถอธิบายได้

4. อยากรู้อยากเห็น อยากฟัง ชอบคิดค้น

5. มีการสังเกตอย่างรอบคอบ

6. รู้จักจดบันทึกอย่างละเอียด

7. มีแผนการทำงานอยู่ตลอดเวลา

8. มีจิตใจกว้างขวาง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

9. ไม่ด่วนตัดสินใจในสิ่งใด ๆ จนกว่าจะได้มีการพิจารณาอย่างถ่องแท้และรอบคอบเสียก่อน

Prince of Songkla University Pattani Campus

10. มีความรับผิดชอบสูง

11. เปลี่ยนแนวความคิดของตนเองได้ในเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลที่ดีกว่า

12. ทำงานด้วยขยันหมั่นเพียร และรู้จักเสียสละ

13. มีมนุษยสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

14. ไม่หวงความรู้และรู้จักถ่ายทอด

15. ไม่บิดเบือนข้อเท็จจริง รายงานในสิ่งที่ถูกต้อง ตรงไปตรงมา

16. มีความซื่อสัตย์และยุติธรรม

17. ตรงต่อเวลาในการนัดหมาย และให้ความสำคัญในเรื่องของเวลา

นอกจากนี้ ผดุงยศ ดวงมาลา (2531 : 13) เสนอเทคนิคในการสร้างจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดในผู้เรียน อาจทำได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้มีการปฏิบัติและการทดลองโดยถูกต้อง

2. ส่งเสริมให้มีการค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เสมอ

3. ส่งเสริมให้มีการอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง

4. ส่งเสริมการสร้างบรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์

5. ใช้วิธีสอนที่มีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นกลุ่ม

6. ยึดวิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

7. ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน

8. ชี้ให้เด็กเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตมนุษย์

โดยสรุป จิตวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมหรือแนวความคิดที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นในตัวบุคคลแล้ว จะมีประโยชน์เป็นอย่างมาก เพราะมีผลต่อการค้นคว้าหาความรู้หรือสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะ 10 ประการ คือ

1. ความสนใจใฝ่รู้

2. ความมุ่งมั่น

3. ความอดทน

4. ความรอบคอบ

5. ความรับผิดชอบ

6. ความซื่อสัตย์

7. ความประหยัด

8. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

Prince of Songkla University Pattani Campus

9. ความมีเหตุผล

10. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2.3.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นกิจการอย่างหนึ่งมีมิติแห่งความเป็นบุคคล สังคม และสถาบัน กิจการทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหลักอย่างหนึ่งของโลกปัจจุบัน และมีการใช้เวลาเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับศตวรรษก่อน

กิจการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสังคม ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมทางสังคม วิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาสาขาวิชาต่าง ๆ และมีการดำเนินงานในสถาบันต่าง ๆ การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมของนักวิทยาศาสตร์

1) วิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมทางสังคม ประกอบด้วย

1.1) บุคคลทุกคนไม่ว่าเพศใด สัญชาติใด ก็มีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1.2) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนและสะท้อนให้เห็นมุมมองและค่านิยมทางสังคม

1.3) สังคมและวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดทิศทางและการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

1.4) วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเชิงสังคมที่จำเป็นต้องมีการเผยแพร่ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดการขยายแนวคิดและวิพากษ์วิจารณ์ข้อค้นพบในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์

2) วิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาสาขาวิชาต่าง ๆ และมีการดำเนินงานในสถาบันต่าง ๆ ประกอบด้วย

2.1) วิทยาศาสตร์มีหลากหลายสาขาวิชา แต่ทุกสาขาล้วนมีความเกี่ยวข้องกัน

2.2) การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันต่าง ๆ มีผลต่อกันและกัน

3) การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ประกอบด้วย

3.1) นักวิทยาศาสตร์ยึดถือเรื่องการบันทึกข้อมูลอย่างถูกต้อง

3.2) งานของนักวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการตรวจทานแก้ไขในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

3.3) สัตว์ทดลองต้องได้รับการดูแลให้มีความเป็นอยู่ที่ดี

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.4) การทดลองกับมนุษย์ต้องได้รับการยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างที่ทราบความเสี่ยงและประโยชน์จากการวิจัยอย่างเปิดเผย

3.5) นักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการนำผลวิจัยไปใช้ระยะยาว

4) การเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

4.1) นักวิทยาศาสตร์ต้องไม่นำความคิดเห็นส่วนตัวไปปะปนกับข้อเท็จจริง ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับประเด็นโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของสาธารณชน

4.2) สาธารณชนไม่จำเป็นต้องให้ความเชื่อถือนักวิทยาศาสตร์เป็นพิเศษในการให้ความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่ไม่อาจหาคำตอบได้ด้วยวิทยาศาสตร์ และประเด็นที่นักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นไม่เชี่ยวชาญ

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ในมาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าวจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของผู้สอนและการเรียนของผู้เรียน กล่าวคือลดบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่าและบรรยาย เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการที่สำคัญ คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ซึ่งเป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงด้วยวิธีการที่หลากหลายทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของผู้เรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผลและประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดเป็นการสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนาผู้เรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญคือศักยภาพของผู้เรียนด้วย ดังนั้น ในเนื้อหาสาระเดียวกัน ผู้สอนแต่ละโรงเรียนย่อมจัดการเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.1 เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในโรงเรียน และเมื่อออกจากโรงเรียนไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 3-4)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากเป้าหมายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้มีการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน และครอบคลุมถึงเรื่องของความตระหนักและผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย การจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ในทุกระดับจึงต้องดำเนินการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงและคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข

3.2 การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ในการจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถานศึกษาจำเป็นต้องจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา ต้องจัดให้สอดคล้องกับปรัชญา เป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิสัยทัศน์ และสภาพแวดล้อมของสถานศึกษาที่สำคัญคือ ต้องจัดภายใต้กรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Expected learning outcomes) ที่แสดงถึงจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะพึงประสงค์ ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเมื่อจบแต่ละช่วงชั้น

2. มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์นี้เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับผู้เรียนทุกคนต้องบรรลุทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และสำรวจความถนัด ความสนใจของตนเอง ซึ่งทัดเทียมกับมาตรฐานของนานาชาติ สอดคล้องกับสังคม วัฒนธรรม ภูมิปัญญา และวิถีชีวิตของไทย

3. สถานศึกษาจะต้องจัดสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาคให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ มาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ สถานศึกษาต้องนำมาตรฐานดังกล่าวไปจัดในการเรียนการสอนทุกสาระ ทุกช่วงชั้น และใช้เป็นกรอบมาตรฐานสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องจัดให้ผู้เรียนทำโครงงานทุกช่วงชั้น ทั้งนี้ได้กำหนดกิจกรรมโครงงานไว้ในคุณภาพของผู้เรียนในทุกช่วงชั้น

4. สำหรับผู้เรียนที่มีความถนัด มีความสนใจ หรือมีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และต้องการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ให้สถานศึกษาจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เพิ่มความลุ่มลึกขึ้นตามศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาสามารถจัดได้อย่างยืดหยุ่นและหลากหลาย เช่น อาจจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่จะเรียนต่อสายวิทยาศาสตร์ โปรแกรมเข้มสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูง (Honour program)

Prince of Songkla University Pattani Campus

5. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรจัดได้หลากหลายรูปแบบ โดยเน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิต สภาพแวดล้อม และด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ อาจบูรณาการระหว่างสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ภายในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือบูรณาการสาระและมาตรฐานการเรียนรู้หลาย ๆ วิชา เชื่อมโยงกันโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นแกน เช่น เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สุขศึกษา ศิลปศึกษา ภาษา และสังคมศึกษาในส่วนที่เกี่ยวกับวิถีชีวิตของชุมชนในสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจองค์รวมของความรู้และกระบวนการทั้งมวลที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.3 มาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีการปรับเนื้อหาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดให้มีสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 6) ในมาตรฐานที่ 8.1 ซึ่งกล่าวว่า

“ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” โดยแนะนำให้จัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานที่สอดแทรกไปกับมาตรฐานของสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 สาระการเรียนรู้ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-6) ของสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 26-29) มีดังนี้

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ การอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

Prince of Songkla University Pattani Campus

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เป็นความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์หรือการรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง การที่บุคคลสามารถเข้าใจในทุกแง่มุมของความรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทัศนคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หมายถึงการที่บุคคลสามารถเข้าใจในมวลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างถ่องแท้ ลึกซึ้ง จนสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถนำไปใช้ดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคมและวัฒนธรรมทั้งด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Knowledge) และด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Habits of Mind) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ และจิตวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงควรมีมุมมองและทำความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. สอนให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) โดยควรสอนให้เข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการชี้ให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอนให้เกิดทั้งความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of science) และวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมประเพณีที่มีวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง (Knowledge about science) ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ถ้าเราชี้ให้ผู้เรียนเห็นว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร เทคโนโลยีคืออะไร สังคมคืออะไร วัฒนธรรมคืออะไร ทุกอย่างจะทำให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งหมายถึงการรู้ การใช้ การตัดสินใจ ความมีเหตุมีผล การคิดแบบวิทยาศาสตร์ และการใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ เกิด Culture of Science แบบใหม่ คือ เปลี่ยนวัฒนธรรมการสอนวิทยาศาสตร์จากการสอนแบบบอกเนื้อหาเพียงอย่างเดียว เป็นการสอนเนื้อหาพร้อมกับชี้ให้เห็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ให้มีการอภิปราย ขบคิดเกี่ยวกับความเป็นวิทยาศาสตร์ด้วย

2. สอนให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ (Habits of mind) ต้องสอนเรื่องราวที่เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (History) ปรัชญาวิทยาศาสตร์ (Philosophy) และสังคมวิทยา (Sociology) ให้กับผู้เรียนเพื่อให้เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังช่วยในการนำเอาทักษะวิทยาศาสตร์มาใช้อีกด้วย เช่น การสื่อสาร การใช้ภาษา การสังเกต การจัดการ การประเมินค่า การคำนวณ การคิดวิเคราะห์ ตลอดจนตระหนักและตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

Prince of Songkla University Pattani Campus

ที่เหมาะสม สมเหตุสมผล คำนึงถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม (Impact of science and technology on society)

3. สอนให้เปลี่ยนกระบวนทัศน์ใหม่ (Paradigm Shift) จากที่เคยรอรับความรู้เพียงฝ่ายเดียว ให้ปรับเปลี่ยนแนวคิดที่จะค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อเจอปัญหาสามารถศึกษา และหาสาเหตุของปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ สรุป วิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นความรู้ของตนเองได้ (Constructivist practice in science) จะทำให้เกิดความคงทนของความรู้ และอาจได้ความรู้ใหม่ วิธีการหาความรู้แบบใหม่ต่อไป

Driver *et a*l. (1996 : 16-21) อธิบายถึงคุณค่าและความจำเป็นของการมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียน

1. ทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

2. สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคม ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ได้

3. ชื่นชมวิทยาศาสตร์ในแง่ของการมีจริยธรรมและวัฒนธรรมของการเรียนรู้อย่างมีเหตุมีผล ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยู่ในสังคมอย่างรู้เท่าทัน

4. ตระหนักถึงคุณค่า และความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น

การส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำได้โดย

1. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การลงมือทำ การทำกิจกรรมบนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ทักษะกระบวนการ

2. นำประวัติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

3. การสอนในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมการสนทนาซักถาม เพื่อดึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและนำไปสู่ข้อสรุป และขยายความรู้สู่นอกห้องเรียน (Scientific Inquiry and Nature of Science, 2006)

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525 : 62-63) ได้เสนอเทคนิควิธีสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. รู้จักบุคคลที่จะสอน ตรงกับหลักการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องคำนึงถึงเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า นักเรียนนั้นแตกต่างกันในเรื่องพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม แตกต่างกันในเรื่องสติปัญญา ความสนใจ ความถนัด ความบกพร่องของร่างกาย อารมณ์ และสังคม เป็นต้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ได้นำเอาความรู้เรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ประโยชน์

2. สอนความรู้ให้เหมาะสมกับบุคคล การสอนวิทยาศาสตร์นั้นเราควรคำนึงถึงข้อนี้มาก กล่าวคือ เด็กเล็ก ๆ เราสอนในเรื่องที่ใกล้ตัวเด็ก เช่น จะสอนเรื่องสัตว์ก็สอนในเรื่องสัตว์จำพวกแมว สุนัขที่เด็กเคยเห็นเป็นประจำที่บ้านหรือโรงเรียน ส่วนการสอนเด็กที่โตขึ้น ก็สอนสัตว์จำพวก ช้าง ม้า วัว ควาย ที่เด็กเคยเห็นเป็นบางครั้ง เป็นต้น

3. สอนจากรูปธรรมไปหานามธรรม ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยมากครูผู้สอนจะเริ่มด้วยการสอนรูปธรรมก่อน มีอุปกรณ์ มีภาพมาแสดงให้ดู แล้วจึงสอนในเรื่องนามธรรมที่ไม่สามารถหาอุปกรณ์มาได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

4. สอนจากสิ่งที่เห็นได้ง่ายไปหาสิ่งที่เห็นได้ยาก การสอนวิทยาศาสตร์จากสิ่งง่ายไปหาสิ่งยากนั้นเป็นการเชิญชวนและท้าทายให้นักเรียนเรียนอย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อ เช่น สอนเรื่องสสารให้เข้าใจเสียก่อน แล้วจึงสอนเรื่องพลังงานซึ่งเป็นเรื่องที่ยากกว่า เป็นต้น

5. สอนจากสิ่งที่รู้อยู่แล้วไปยังสิ่งที่ไม่รู้ ซึ่งเป็นไปตามหลักจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การสอนจากสิ่งที่รู้แล้วไปหาสิ่งที่ยังไม่รู้ จะทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากกว่าที่จะเรียนในสิ่งที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อนเลย

6. สอนด้วยการเปรียบเทียบ ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ถ้าเป็นเรื่องยากนักเรียนจะไม่ค่อยเข้าใจ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องหาสิ่งต่าง ๆ มาเปรียบเทียบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้น เช่น การสอนเรื่องนัยน์ตา นักเรียนจะเข้าใจได้ดีเมื่อครูนำมาเปรียบเทียบกับกล้องถ่ายรูป เป็นต้น

7. สอนด้วยการทดลอง การสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนควรใช้วิธีการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ให้ทดลองทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน เช่น ให้ไปทดลองปลูกต้นไม้และสังเกตว่ากิ่งก้านและใบไม้จะเอนเข้าหาแสงแดดหรือไม่ เป็นต้น และนำผลการทดลองมารายงานผลให้ทราบในชั้นเรียน

กระทรวงศึกษาธิการโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยยึดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาหลักสูตร เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Structured inquiry) ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ลงมือปฏิบัติ ออกแบบบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเอง ในระยะต่อมา ได้เริ่มพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยกำหนดปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ให้ผู้เรียนคิดวางแผน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบความคิดด้วยตนเองมากขึ้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นสุดท้ายของการพัฒนากระบวนการเรียนรู้คือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and technology project) ที่ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถามตามความสนใจของตนเอง หรือของกลุ่ม วางแผนหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกหลากหลาย โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 14-15)

ในระดับประถมศึกษา การใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต อธิบาย หรือ P.O.E. (Predict Observe Explain) อาจเป็นวิธีหนึ่งที่ครูสามารถนำมาประยุกต์มาใช้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจทดลอง และเก็บข้อมูล ดังนี้ (1) ครูจำเป็นต้องเตรียมสถานการณ์ เช่น การทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง มากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ถามคำถาม จากนั้นครูจึงขอให้นักเรียนลองทำนายถึงสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไป พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ (2) ครูสาธิตสถานการณ์นั้นโดยให้นักเรียนดู จากนั้นจึงให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ในกรณีที่นักเรียนสามารถจัดเตรียมสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง ครูอาจให้เด็กเป็นผู้เตรียมสถานการณ์นั้นเองก็ได้ (3) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตได้โดยพยายามเชื่อมโยงถึงคำอธิบายที่นักเรียนได้กล่าวไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการสาธิต อย่างไรก็ตาม ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนรู้สึกว่าทุก ๆ คำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้

4. สังคมพหุวัฒนธรรม

การที่มนุษย์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เป็นหมู่เหล่าถือว่าเป็นการอธิบายถึงความจำเป็นบางอย่างบางประการที่ทำให้มนุษย์ต้องอยู่ร่วมกัน ซึ่งความจำเป็นเหล่านี้มักมาจากมูลเหตุปัจจัยกรณีต่าง ๆ กัน แต่โดยพื้นฐานแล้วสังเกตได้ว่าเพื่อสนองความต้องการของตนเองและเป็นไปตามความต้องการร่วมกันทางสังคม จากความต้องการดังกล่าว ทำให้มนุษย์มีความเชื่อมโยง มีการติดต่อสื่อสาร มีการแลกเปลี่ยน รวมทั้งกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน กระบวนการทางสังคมเหล่านี้ เรียกว่า การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) และเนื่องจากข้อจำกัดที่ว่ามนุษย์ไม่อาจอยู่อย่างโดดเดี่ยวในสังคมได้ ทำให้มนุษย์รู้สึกเป็นทุกข์ มีความยุ่งยากใจที่จะต้องอยู่คนเดียว แต่ธรรมชาติก็แปลกไม่น้อยเลยทีเดียวที่ทำให้มนุษย์มีระบบความเป็นอยู่ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะความแตกต่างในด้านวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ทั้งขนบธรรมเนียม ประเพณี ศาสนกิจพิธีการในวิถีชีวิตต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า มีวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน การที่คนมีวัฒนธรรมแตกต่างกัน แต่ก็มาอยู่ร่วมกันในบริเวณร่วมดินแดนเดียวกัน ลักษณะดังกล่าวเรียกได้ว่าเป็น สังคมพหุวัฒนธรรม

Prince of Songkla University Pattani Campus

4.1 ลักษณะสังคมพหุวัฒนธรรม

บัญญัติ ยงย่วน (2551 : 93) กล่าวว่า ในประเทศหนึ่งมักไม่ได้ประกอบด้วยวัฒนธรรมเดี่ยวเพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยวัฒนธรรมย่อย ๆ อีกมากมาย วัฒนธรรมที่คนในชาติยึดถือปฏิบัติร่วมกัน เรียกว่า วัฒนธรรมหลักหรือวัฒนธรรมชาติ (Macroculture) ขณะที่กลุ่มคนหรือสังคมย่อย ๆ ก็จะมีวัฒนธรรมเฉพาะเป็นของตนเอง จึงเรียกว่า วัฒนธรรมรอง (Microculture) ซึ่งในชาติหนึ่งอาจมีจำนวนรองมากน้อยแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะของประชากรที่อยู่อาศัยในประเทศนั้น ๆ

สำหรับประเทศไทยประกอบด้วยประชากรหลากหลายชาติพันธุ์หลัก ได้แก่ คนไทยพื้นเมือง คนไทยเชื้อสายจีน คนไทยเชื้อสายมลายู คนไทยภูเขา ซึ่งคนไทยเหล่านี้จะมีวัฒนธรรมหลักร่วมกัน เช่น การใช้ภาษาไทยในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน การเคารพในสถาบันพระมหากษัตริย์ การปฏิบัติตามกฎหมาย ข้อบังคับเดียวกัน เป็นต้น ขณะที่คนไทยในแต่ละชาติพันธุ์ก็มีวัฒนธรรมย่อยแตกต่างกันไป เช่น คนไทยเชื้อสายมลายูส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม พูดภาษามลายู คนไทยเชื้อสายจีนก็จะปฏิบัติตามขนบธรรมเนียมประเพณีดั้งเดิมของตน ส่วนคนไทยพื้นเมืองก็จะมีวัฒนธรรมเฉพาะของตนเอง จึงอาจกล่าวได้ว่า ประเทศไทยเป็นสังคมพหุวัฒนธรรม (Multicultural Society) โดยแท้จริง

ในสังคมของจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส จัดว่าเป็นสังคมพหุวัฒนธรรม หรือสังคมที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม (ศูนย์มุสลิมศึกษา, 2549 : 14) ซึ่งความหลากหลายนี้ครอบคลุมถึงเรื่องชาติพันธุ์ ภาษา ความเป็นอยู่ วิถีชีวิต ศาสนา และความเชื่อ ซึ่งหมายความว่า ไม่ได้มีเฉพาะชาวมลายูมุสลิมเท่านั้นที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ หากแต่ยังมีชาวไทยพุทธอาศัยอยู่ด้วย

กล่าวโดยสรุป สังคมพหุวัฒนธรรม เป็นสังคมที่ประกอบประชากรที่มีวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน ในด้านชาติพันธุ์ ภาษา ความเป็นอยู่ วิถีชีวิต ศาสนา และความเชื่อ แต่สามารถอาศัยอยู่ร่วมกันในพื้นที่เดียวกัน และจะมีวัฒนธรรมหลักที่ทุกคนต้องยึดถือปฏิบัติร่วมกัน

4.2 การจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

องค์ประกอบของประชากรในหลาย ๆ ประเทศ ประกอบด้วยประชากรที่มีคุณลักษณะทางด้านชาติพันธุ์ เชื้อชาติ ศาสนา ภาษา ขนบธรรมเนียม และวิถีชีวิตที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย ประเทศในยุโรปตะวันตกบางประเทศ เช่น สวีเดน ฝรั่งเศส และประเทศอื่น ๆ รวมทั้งประเทศไทย ดังนั้นการส่งเสริมพัฒนาการเด็กโดยผ่าน

กระบวนการจัดการศึกษาในประเทศหรือในสังคมที่มีความหลากหลายของคุณลักษณะของประชากรดังที่กล่าวข้างต้น จึงควรมีรูปแบบที่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะของสังคมนั้น ๆ

บัญญัติ ยงย่วน (2551 : 94) กล่าวว่า การจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม ควรมีรูปแบบเฉพาะที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผู้เรียนจากทุกกลุ่มวัฒนธรรม ที่เรียกว่า การศึกษาพหุวัฒนธรรม ดังที่ Banks (2001 : 77-78 อ้างโดย บัญญัติ ยงย่วน, 2551 : 94) กล่าวว่า การศึกษาพหุวัฒนธรรมเป็นรูปแบบของการจัดการศึกษาประเภทหนึ่งที่สภาพแวดล้อมทางการศึกษาประกอบไปด้วยนักเรียนที่มาจากกลุ่มวัฒนธรรมที่ต่างกัน เช่น เชื้อชาติหรือกลุ่มชาติพันธุ์ เพศ ชั้นทางสังคม กลุ่มภูมิภาค กลุ่มความต้องการพิเศษ โดยปัญหาของกลุ่มต่าง ๆ ดังกล่าวได้รับการตีแผ่และเปรียบเทียบ ซึ่งสภาพแวดล้อมทั้งหมดในโรงเรียนจะได้รับการปฏิรูปเพื่อส่งเสริมให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันและเกิดความยุติธรรมระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างวัฒนธรรม โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงที่ว่าอคติ การแบ่งแยกและความขัดแย้งเป็นเรื่องปกติของกลุ่มคนที่มาจากวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน

อามัดไญนี ดาโอะ (2551 : 2) กล่าวว่า จุดประสงค์ของหลักสูตรพหุวัฒนธรรม คือ การสร้างความรู้สึกเชิงบวกที่มีต่อพหุวัฒนธรรม เพื่อที่ว่านักเรียนแต่ละคนจะได้รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคม มีคุณค่า และมีความเป็นมิตร หรือนับถือบุคคลที่มีวัฒนธรรมที่แตกต่างกับของตน นักเรียนทุกคนมาโรงเรียนพร้อมด้วยลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะต้องได้รับการยอมรับจากครูและถือเป็นรากฐานสำหรับกิจกรรมในชั้นเรียน นั่นคือจะต้องมีการรับรู้ความแตกต่างมากกว่าที่จะเพิกเฉย ความแตกต่างเหล่านั้นถือเป็นเรื่องสำคัญที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องรับทราบและภูมิใจในกลุ่มชนของตน ตลอดจนกลุ่มชนอื่น ๆ ในชั้นเรียน การยอมรับกลุ่มชนเช่นนั้นถือเป็นจุดเริ่มต้นและเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงครูและนักเรียน หรือนักเรียนด้วยกัน นอกจากนี้ยังถือเป็นพื้นฐานในประบวนการเรียนรู้ในเรื่องความสัมพันธ์ เพราะฉะนั้นควรมีการเน้นลักษณะเฉพาะของกลุ่มชนในกระบวนการศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อไป

ในการจัดการศึกษาแนวพหุวัฒนธรรม สถานศึกษาสามารถกระทำได้ใน 5 มิติ หรือ 5 ขอบข่ายดังนี้ (Banks, 2001 : 4 - 15 อ้างโดย บัญญัติ ยงย่วน, 2551 : 94 ; Banks, 2002 : 13 - 18)

1. การบูรณาการในเนื้อหาวิชา (Content Integration) คือ การที่ครูผู้สอนยังคงสอนวิชาต่าง ๆ เหมือนที่เคยสอนมา ขณะเดียวกันก็นำเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของกลุ่มต่าง ๆ มาสอดแทรกบูรณาการในเนื้อหาเดิมที่กำลังสอนอยู่ โดยครูอาจนำข้อมูลข้อสนเทศจากกลุ่มวัฒนธรรมของนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนในโรงเรียนหรือในชุมชนมายกตัวอย่าง มาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งวิธีการนี้นอกจากจะเหมาะสมกับการสอนวิชาทางด้านภาษาและสังคมศึกษาแล้ว ยังสามารถสอดแทรกในวิชาทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย เช่น การสอดแทรกประวัติศาสตร์ของบุคคลสำคัญที่คิดค้นทฤษฎี ความรู้ต่าง ๆ จากกลุ่มคนสีผิว เป็นต้น

2. กระบวนการสร้างองค์ความรู้ (The Knowledge Construction Process) การศึกษาพหุวัฒนธรรมในมิตินี้ ครูจะมีบทบาทในการช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นมาได้อย่างไร องค์ประกอบทางเชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เพศ ชั้นทางสังคม ของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล มีอิทธิพลต่อการก่อเกิดความรู้นั้น ๆ อย่างไร ข้อสรุป กรอบการอ้างอิง ทรรศนะ และความลำเอียงของคนในวัฒนธรรมหนึ่ง ๆ เกิดขึ้นมาจากปัจจัยใด ดังนั้น การจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรมในมิตินี้ สถานศึกษาและครูจะต้องเปลี่ยนจากการเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาที่มีอยู่เดิม เป็นการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้ค้นคว้าจากการอ่าน การฟัง การร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตัดสินใจ เกิดความเข้าอกเข้าใจในผู้คนที่มาจากวัฒนธรรมที่ต่างจากตน เข้าใจถึงทรรศนะการมองโลกของพวกเขา

3. การลดอคติ (Prejudice Reduction) การศึกษาพหุวัฒนธรรมในมิตินี้ เชื่อว่า เด็กส่วนใหญ่เข้าโรงเรียนมาพร้อมกับเจตคติต่อเชื้อชาติ ชาติพันธุ์อื่น ๆ ในทางลบ ซึ่งสะท้อนถึงเจตคติของพ่อแม่ผู้ปกครองของพวกเขาเช่นกัน ดังนั้นแนวคิดสำคัญคือทำอย่างไรที่สถานศึกษาและครูจะปลูกฝังเจตคติทางเชื้อชาติในทิศทางบวกและปลูกฝังเจตคติค่านิยมความเป็นประชาธิปไตยให้เกิดในตัวนักเรียนการจัดหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้นักเรียนมีเจตคติต่อเชื้อชาติในทางบวกและมีค่านิยมแบบประชาธิปไตยด้านกิจกรรม 4 ประการ คือ 1) การให้การเสริมแรงนักเรียน 2) การให้นักเรียนได้รับรู้ถึงความแตกต่างทางเชื้อชาติและวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นในห้องเรียนและในสังคม 3) การปรับเปลี่ยนหลักสูตร 4) การใช้กิจกรรมการเรียนที่เน้นความร่วมมือและมีการติดต่อสัมพันธ์กัน

4. การสอนที่ยึดหลักความยุติธรรม (Equity Pedagogy) การศึกษาพหุวัฒนธรรมในมิตินี้ มุ่งเน้นให้ครูปรับวิธีการสอนที่จะเอื้ออำนวย สนับสนุนให้นักเรียนที่มาจากต่างเชื้อชาติ วัฒนธรรมได้ประสบความสำเร็จในการเรียน โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนอย่างทั่วถึง ทั้งในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. การปรับโครงสร้างทางสังคมและวัฒนธรรมในโรงเรียน (An Empowering School Culture and Social Structure) การจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรมในมิตินี้ เน้นการปรับวัฒนธรรมองค์กรของโรงเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ให้เกิดความเสมอภาคเท่าเทียมกัน โดยผู้บริหาร ครู บุคลากรทุกคนในโรงเรียน ผู้ปกครองนักเรียน ควรมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ การสร้างบรรยากาศของความร่วมมือกัน การปรับรูปแบบการสื่อสารที่เอื้อต่อสมาชิกทุกคนในโรงเรียน ปรับหลักสูตรและการสอน รวมทั้งกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนทุกกลุ่ม

Prince of Songkla University Pattani Campus

กล่าวโดยสรุปก็คือการจัดการศึกษาในบริบทของความหลากหลายวัฒนธรรม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการเด็ก ควรต้องดำเนินการในลักษณะองค์รวม คือ จัดกิจกรรมพร้อม ๆ กันทั้ง 5 มิติ ทั้งในด้านการบูรณาการเนื้อหา กระบวนการสร้างองค์ความรู้ การลดอคติ การสอนที่ยึดหลักความยุติธรรมและการปรับโครงสร้างทางสังคมและวัฒนธรรมในโรงเรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาแนวพหุวัฒนธรรม นั่นคือ การปลูกฝังเยาวชนของชาติที่มีความแตกต่างกันด้านเชื้อชาติ ชาติพันธุ์ ภาษาศาสนา ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวิถีชีวิต ให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนโดยเสมอภาคกัน และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของความเป็นพลเมืองดีในระบอบประชาธิปไตย ยอมรับความแตกต่างทางวัฒนธรรม และดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมพหุวัฒนธรรมได้อย่างมีความสุข

5. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Solomon, Scott and Duveen (1996 : 493-508) สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาวอังกฤษที่มีอายุ 15 ปี หรือเรียนอยู่ปี 10 หรือเกรด 9 จำนวน 800 คน โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษามาแล้ว 3 ปี ซึ่งมาจากโรงเรียนของรัฐบาลที่ตั้งอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ของประเทศอังกฤษ จำนวน 10 โรง และจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกนักเรียนจำนวน 7 ห้องเรียนจาก โรงเรียน 3 โรง และทำการศึกษาอย่างใกล้ชิด โดยผู้วิจัยจะทำพูดคุยกับกลุ่มตัวอย่างในเวลาพัก และสัมภาษณ์ครู บางครั้งอาจมีการสังเกตการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อสำรวจความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและการเปลี่ยนแปลง ความเห็นเกี่ยวกับผลของทฤษฎีและการทดลองที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการเรียนในโรงเรียน จากการวิจัยพบว่ามีบางสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การสอนของครูในห้องเรียน และพบว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจในการอธิบายธรรมชาติของความพยายามทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนบางกลุ่มที่เริ่มเข้าใจบทบาทของจินตนาการและแบบจำลองที่ใช้ในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Dagher and BouJaoude (1997 : 429-445) สำรวจมุมมองทางวิทยาศาสตร์และความเชื่อทางศาสนาของนักศึกษาวิทยาลัย ในเรื่องวิวัฒนาการ ประเทศเลบานอน จำนวน 62 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสัมมนาทางชีววิทยา โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจคือแบบสอบถามปลายเปิดซึ่งสอบถามเกี่ยวกับ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีวิวัฒนาการ 2) การรับรู้ถึง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ความขัดแย้งระหว่างทฤษฎีวิวัฒนาการกับศาสนา และ 3) ทฤษฎีวิวัฒนาการขัดแย้งกับความเชื่อของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ และคัดเลือกนักศึกษา 15 คนจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมาทำการตรวจสอบคำตอบในเชิงลึก และพบว่าคำตอบของนักเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการ กลุ่มที่ต่อต้านทฤษฎีวิวัฒนาการ กลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับทฤษฎีวิวัฒนาการ และกลุ่มที่เป็นกลาง นอกจากนี้ Dagher and BouJaoude ได้เสนอแนะว่า การสอนนักศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี และ หลักฐานเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีวิวัฒนาการ โดยเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้อภิปรายเกี่ยวกับความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Moss, Abrams and Robb (2001 : 771-790) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จำนวน 5 คน ในสหรัฐอเมริกา โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์

Bell *et al.* (2003 : 487-509) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จำนวน 10 คน ที่เรียนจบโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่จัดให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Bell *et al.* ได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์

Kang, Scharmann and Noh (2005 : 314-334) ศึกษามุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากกรุงโซล ประเทศเกาหลี โดยใช้การสำรวจกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแบบหลายตัวเลือก (Multiple-choice) ข้อคำถามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Solomon และคณะ (1996) (ในข้อคำถาม 1, 2. 3 และ 4) และจาก VOSTS (ในข้อคำถาม 5) ซึ่งพัฒนารูปแบบหลายตัวเลือก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 6, 8 และ 10 ประเทศเกาหลี จำนวน 1702 คน แบบสอบถามชุดนี้ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 รายการซึ่งตรวจสอบมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ นิยามของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของแบบจำลอง ความเป็นจริงชั่วขณะของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และที่มาของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องคำถามในแบบสอบถามพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบแต่ละข้อในส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิดส่วนท้ายของแต่ละข้อ

จากการวิจัยพบว่ามุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6, 8 และ 10 ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนและเมื่อเปรียบเทียบกับผลวิจัยในต่างประเทศ พบว่า มีความแตกต่างระหว่างมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจน ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้เกิดจากลักษณะทางวัฒนธรรม ทำให้การออกแบบหลักสูตรเพื่อพัฒนามุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวัฒนธรรมหนึ่งไม่ส่งผลต่อนักเรียนที่อยู่ในวัฒนธรรมอื่น

5.2 งานวิจัยในประเทศ

วนาภรณ์ ลิ่มศิลา (2530 : 52-53) ศึกษาเฉพาะด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับ (1) การนำใช้อย่างมีคุณธรรมหรือความบริสุทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง (2) ความสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก (3) การใช้ข้อความกะทัดรัดหรือความสมบูรณ์และเรียบง่ายอยู่ในระดับปานกลาง (4) ด้านการตรวจสอบหรือสามารถทดสอบได้อยู่ในระดับมาก (5) สหวิชาหรือความเป็นเอกภาพอยู่ในระดับมาก

อุษา โรจนรวีวงศ์ (2531 : 73-78) ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ปีการศึกษา 2530 จำนวน 403 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม เขตการศึกษา 2 มีความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในระดับสูง และองค์ประกอบที่มีผลต่อความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม คือ ความสนในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความเพียงพอของอุปกรณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อาชีพหลักของมารดา ทำงานบริษัทหรืออาชีพที่ต้องใช้วิชาชีพ ลักษณะห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ห้องเรียนปกติ การฟังวิทยุหรือดูโทรทัศน์รายการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และการได้ปรึกษาครูผู้สอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

อุทัย สะเดา (2540 : 113-117) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวม และจำแนกเพศและแผนการเรียน (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และแผนการเรียนศิลป์) จำนวน 2,420 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10 โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ (1) ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ มี 4 ด้านย่อย คือ ความแท้จริง ความสม่ำเสมอ ความเป็นเหตุภาพ และสามารถศึกษาเข้าใจได้ (2) ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

มี 6 ด้านย่อย คือ ความบริสุทธิ์ ความสร้างสรรค์ พัฒนาการ ความสมบูรณ์และเรียบง่าย สามารถทดสอบได้ และความเป็นเอกภาพ (3) ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และ (4) ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศและแผนการเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 7-10 ด้านย่อยอยู่ในระดับมาก

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 10 ด้านย่อยไม่แตกต่างกัน ยกเว้นนักเรียนหญิงมีความเข้าใจด้านย่อยความบริสุทธิ์มากกว่าและด้านย่อยความสมบูรณ์และความเรียบง่ายน้อยกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนแผนการเรียนศิลป์ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 7 ด้านย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ความเป็นเหตุภาพ สามารถศึกษาเข้าใจได้ พัฒนาการ สามารถทดสอบได้ ความเป็นเอกภาพ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี แต่นักเรียนที่เรียนแผนการเรียนศิลป์มีความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 2 ด้านย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ความสร้างสรรค์และความสมบูรณ์และเรียบง่าย

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแผนการเรียนต่อการมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉพาะ 2 ด้านย่อย คือ พัฒนาการ และความเป็นเอกภาพ

อัจฉรา แก้วมณี (2540 : 74-80) ศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี โดยใช้แบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้านทัศนะทางวิทยาศาสตร์และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลาง และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

อมราพร ครชาตรี (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในด้านทัศนะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านทัศนะสากลเชิง

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนัง ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนังอยู่ในระดับปานกลาง

2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในด้านทัศนะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนังอยู่ในระดับปานกลาง

3. มีความสัมพันธ์สูงในทางบวกที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านทัศนะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนัง มีค่า .66, .70 และ .74 ตามลำดับ

ธนพล อินทุยศ (2542 : 100-104) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในวิทยาลัยสังกัดกรมอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2,492 คน จำแนกตามเพศและสาขาวิชาชีพที่เรียน(อุตสาหกรรม พานิชยกรรม และเกษตรกรรม) โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ มี 4 ด้านย่อย คือ ความแท้จริง ความสม่ำเสมอ ความมีเหตุผล และสามารถศึกษาเข้าใจได้ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ มี 6 ด้านย่อย คือ ความบริสุทธิ์ ความสร้างสรรค์พัฒนาการ ความสมบูรณ์และเรียบง่าย การตรวจสอบได้ และความเป็นเอกภาพ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มี 2 ด้านย่อย คือ ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศและสาขาวิชาชีพที่เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 10-11 ด้านย่อยอยู่ในระดับมาก

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้าน 3 ด้าน และรายด้านย่อย 10 ด้านย่อยไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้าน “ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ” และด้านย่อย “ความสม่ำเสมอ” มากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนสาขาวิชาชีพต่างกันมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 10 ด้านย่อยไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนสาขาเกษตรกรรมมีความเข้าใจธรรมชาติในด้านย่อย “ความสามารถเข้าใจได้” และ “ความสมบูรณ์และความเรียบง่าย”

Prince of Songkla University Pattani Campus

มากกว่านักเรียนที่เรียนสาขาอุตสาหกรรมและนักเรียนที่เรียนสาขาพานิชยกรรม และนักเรียนที่เรียนสาขาอุตสาหกรรมมีความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนสาขาพานิชยกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับสาขาวิชาชีพที่เรียนต่อการมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อยทั้ง 12 ด้าน

ชำนาญ อินทรสมบัติ (2542: บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3,506 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2,970 คน และจำแนกตามเพศและประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 ปีการศึกษา 2540 ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศและประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 11 ด้านอยู่ในระดับมาก โดยมีนักเรียนจำนวนปานกลางถึงมาก (ร้อยละ 55.70-73.81) มีความคิดเห็นด้วยมาก และมีความเข้าใจอีก 1 ด้านย่อย ที่เหลือคือความสม่ำเสมอ อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีนักเรียนจำนวนปานกลาง (ร้อยละ 44.78) มีความคิดเห็นด้วยมาก

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวมรายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อยทั้ง 12 ด้าน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

3. นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 6 ปี (ม.6) มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อยทั้ง 12 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปี (ม.3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ($p>0.05$)

ประไพ การชัญกาศ (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูชีววิทยาและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2,810 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายกับครูชีววิทยาจำนวน 116 คน และจำแนกตามเพศ ประสบการณ์ และเพศกับประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยา (1-5 ปี, 6-10 ปี, 11-15 ปี และมากกว่า 15 ปี) ในเขตการศึกษา 11 โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 94 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ มี 4 ด้านย่อย 2) ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ มี 6 ด้านย่อย 3) ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และ 4) ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มี 2 ด้านย่อย ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนกับครูชีววิทยาโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศ ประสบการณ์ และเพศกับประสบการณ์ มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 8-11 ด้านอยู่ในระดับมาก และมีความเข้าใจอีก 1-4 ด้านย่อยที่เหลืออยู่ในระดับปานกลาง

2. ครูชีววิทยามีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 7 ใน 12 ด้าน มากกว่านักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ครูชีววิทยาชายและครูชีววิทยาหญิงมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้านทั้ง 4 ด้าน และรายด้านย่อย 5-8 ด้านมากกว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ครูชีววิทยาที่มีประสบการณ์ในการสอนต่างกัน มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้าน 1-4 ด้าน และรายด้านย่อย 2-8 ด้าน มากกว่านักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ครูชีววิทยาที่มีเพศและประสบการณ์ในการสอนต่างกัน มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยรวม รายด้าน 1-3 ด้าน และรายด้านย่อย 1-4 ด้าน มากกว่านักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ยอกเว้นครูชีววิทยาหญิงที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 15 ปีขึ้นไป มีความเข้าใจน้อยกว่านักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในด้านย่อย ความสมบูรณ์และเรียบง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สิรินภา กิจเกื้อกูล นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล (2548 : 133-145) ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ก ข และ ค ปีการศึกษา 2547 ในประเทศไทย โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจกรรมการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครบโดยสมบูรณ์ นอกจากครูผู้สอนจะจัดการเรียนการสอนโดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของกิจการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยโส (2552 : 360-374) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 135 คน จากโรงเรียนของรัฐบาล 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาคต้น ปีการศึกษา 2552 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การลงรหัส จัดกลุ่ม และสถิติบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถบอกลักษณะของ

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและลงข้อสรุป แต่พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่อง วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก แต่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และครูไม่สอนสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากขาดความเข้าใจในการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน ทั้งนี้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ควรใช้กระบวนการเรียนการสอนที่ชัดเจน โดยการตั้งเป้าหมายในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ล่วงหน้า และจัดกิจกรรมการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

Prince of Songkla University Pattani Campus