

3. บริบททางโรงเรียนของนักเรียน รวมทั้งภูมิหลังทางเศรษฐกิจและสังคมของโรงเรียนและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน

4. วิธีการวิทยาศาสตร์ถูกสอนในโรงเรียน เช่น นักเรียนรายงานถึงวิธีการที่ช่วยทำให้เกิดทั้งการเรียนรู้สมรรถนะ และความสนใจ ที่นักเรียนควรจะต้องมีเพื่อที่จะได้ใช้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิต

วรรณงาม มาระครอง (2553) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน จำเป็นจะต้องมีความเข้าใจต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ทำการสอนและควรจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์รวมทั้งส่วนประกอบของวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นเนื้อหา ซึ่งเป็นที่รวบรวมข้อเท็จจริง แนวคิด สมมติฐาน หลักการ ทฤษฎี กฎต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านวิธีการหาความรู้ในเชิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูจะต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับขอบเขตเนื้อหาที่ตนเองสอนซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหาที่ตนเองสอนถึงจะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมได้

## 2.4 การสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์วันนี้ไม่ได้มีแค่เนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สิ่งหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือแม้แต่แก่นวิทยาศาสตร์เรียกร้องต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นคือ ความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร แตกต่างจากความรู้สาขาอื่น ๆ อย่างไร เหตุใดวิทยาศาสตร์จึงมีผลกระทบมากมายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ วิทยาศาสตร์ทุกวันนี้ไม่ใช่แค่สาขาวิชาที่มีไว้เพื่อเรียนเท่านั้น แต่มันคือ เครื่องมือในการหาความรู้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการใช้ความคิดขั้นสูงเพื่อให้เราสามารถดำรงชีวิตในโลกยุคนี้ได้ โลกที่ข้อมูลข่าวสารหลั่งไหลมาอย่างไม่ถ้วน โลกที่เต็มไปด้วยความจริงและความเท็จ โลกที่มีทั้ง Science, Non-science และ Pseudo-science โลกที่ต้องใช้การตัดสินใจแม้เรื่อง เล็ก ๆ น้อย ๆ อย่างเช่น การเลือกซื้อกระดาษชำระ จนถึงเรื่องใหญ่ ๆ เช่น การทำประชาพิจารณ์ โรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ ดังนั้นในการที่จะสอนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ควรจะมีมุมมองและทำความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

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

2. สอนให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ (Habits of mind) ต้องสอนเรื่องราวที่เกี่ยวกับ ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (History) ปรัชญาวิทยาศาสตร์ (Philosophy) และ สังคมวิทยา (Sociology) ให้กับผู้เรียนเพื่อให้

เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังช่วยในการนำเอาทักษะวิทยาศาสตร์มาใช้ อีกด้วย เช่น การสื่อสาร การใช้ภาษา การสังเกต การจัดการ การประเมินค่า การคำนวณ การคิดวิเคราะห์ ตลอดจนตระหนักและตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สมเหตุสมผล คำนึงถึงผลกระทบของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม (Impact of science and technology on society)

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

## 2.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะท่าทีของบุคคลที่แสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละคน เป็นสิ่งที่ฝังลึกอยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อกระบวนการคิด การตัดสินใจ และการลงมือทำ ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542)

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) กระจายใคร่รู้ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ รู้จักแสวงหาคำตอบ และมีความยินดีเมื่อได้ค้นพบความรู้ใหม่
2. ความเพียรพยายาม (Endeavor) ไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคที่กีดขวางการแสวงหาความรู้
3. ความมีเหตุผล (Reasoning) ยอมรับคำอธิบายที่มีหลักฐานอ้างอิง แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty) ไม่มีอคติ (Bias) ต่อการทดลอง บันทึกผลจากสิ่งที่สังเกตหรือวัดตามความจริง
5. ความรอบคอบ (Circumspection) เห็นคุณค่าของการจัดระบบการทำงานอย่างรอบคอบ
6. ความใจกว้าง (Open-minded) ต้องเป็นผู้ที่เปิดโอกาสให้ตนเองยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ที่เป็นประโยชน์ ไม่ยึดมั่นในความคิดตนเองฝ่ายเดียว

ลักษณะความมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง บลูม (Bloom, 1970 อ้างถึงใน พัทธา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา.2537: 27-30) ได้ระบุพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบของการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น
  - 1.1 แสดงออกถึงความพอใจที่จะแสวงหาความรู้หรือความคิดใหม่
  - 1.2 แสดงออกถึงความพอใจที่จะได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น
  - 1.3 แสดงออกถึงความพอใจที่จะได้ข้อสรุปที่มีข้อมูลหรือหลักฐานสนับสนุนที่เชื่อถือได้
  - 1.4 แสดงความสนใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน
  - 1.5 แสดงออกถึงความพอใจที่จะหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้
2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความใจกว้าง
  - 2.1 แสดงความเต็มใจที่จะยอมรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่น
  - 2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

- 2.3 ตระหนักและยอมรับในข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
- 2.4 ตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์อันเป็นผลให้มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันมากมาย
3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมุ่งไปสู่ความจริง
  - 3.1 ตระหนักและยอมรับในขีดจำกัดของตนเอง
  - 3.2 ตระหนักดีว่าทุกอย่างอาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันข้างหน้า
  - 3.3 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ
  - 3.4 ตระหนักถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้อันเป็นผลจากความเพียรพยายามของมนุษย์
  - 3.5 แสดงออกถึงความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์นั้นมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมที่เราอยู่
  - 3.6 ไม่ดัดแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบ แม้ว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตนเอง
  - 3.7 แสดงออกถึงความเข้าใจว่าการค้นคว้าวิจัยและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความอดุสาหะ
  - 3.8 ตระหนักถึงขีดจำกัดของความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
  - 3.9 ตระหนักถึงความสำคัญของวิธีแสวงหาความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 3.10 แสดงความเชื่อว่าการค้นคว้าหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ นั้นควรจะได้ตระหนักและเข้าใจความเชื่อเก่า ๆ ด้วย
4. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกล้าได้กล้าเสีย
  - 4.1 เต็มใจที่จะถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกตำหนิข้อผิดพลาดของตนเอง
  - 4.2 กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกและวิพากษ์วิจารณ์โดยไม่เกรงกลัวต่ออิทธิพลภายนอก
  - 4.3 ช่วยกิจกรรมอย่างมีอิสระในชั้นเรียน
  - 4.4 เต็มใจที่จะทดลองหรือพยายามใช้วิธีการใหม่ ๆ
5. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมาย
  - 5.1 แสดงออกถึงความพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูลสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่ปราศจากข้อมูลสนับสนุน
  - 5.2 แสดงออกถึงความพอใจที่ยอมรับข้อสรุปที่ได้มาจากการทดสอบหรือโต้แย้งที่น่าเชื่อถือได้
6. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความชัดเจน
  - 6.1 พอใจที่จะได้ข้อสรุปที่ได้ใจความชัดเจน
  - 6.2 ให้นิยามของศัพท์ที่สำคัญ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์
  - 6.3 ใช้ถ้อยคำหรือประโยคอย่างเหมาะสม
  - 6.4 แสดงออกถึงความพอใจที่จะตรวจสอบปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย ๆ อย่าง
7. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง
  - 7.1 แสดงความมั่นใจว่าจะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ลุล่วงและมีผลสำเร็จ
  - 7.2 แสดงความมั่นใจที่จะใช้สติปัญญาของตนในการแก้ปัญหา
8. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอดุสาหะ
  - 8.1 การดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุดหรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ
9. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

- 9.1 แสดงความพอใจที่จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้
- 9.2 แสดงความมั่นใจว่าความรู้ที่ตนมีอยู่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายในอนาคต
- 10. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเชื่อในกฎ
  - 10.1 ตระหนักถึงความสำคัญของรูปแบบ ทฤษฎี และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเชื่อว่าเป็นเครื่องชี้นำทางอันสำคัญในการช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และช่วยให้เกิดการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ
  - 10.2 ตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีในปัจจุบันที่ยอมรับกันอยู่และเชื่อว่าจะจะเป็นพื้นฐานของการแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป
  - 10.3 ตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการได้มาซึ่งความรู้ ทฤษฎี และ แนวคิดใหม่
- 11. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรับผิดชอบ
  - 11.1 ช่วยเหลือกลุ่มในการทำกิจกรรม เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้
  - 11.2 แสดงความเต็มใจที่จะทำกิจกรรมนอกเหนือจากที่กำหนดให้เรียนในชั้นเรียน
  - 11.3 ต้องการข้อมูลยืนยันหรือสนับสนุนก่อนลงข้อสรุปใด ๆ
  - 11.4 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
  - 11.5 แสดงความพอใจที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
  - 11.6 แสดงความเต็มใจที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
  - 11.7 ใช้เหตุผลประกอบการวิพากษ์วิจารณ์
  - 11.8 ริเริ่มทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดความร่วมมือกับผู้อื่น
- 12. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น
  - 12.1 แสดงความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนขณะร่วมกิจกรรมกับผู้อื่น
  - 12.2 เต็มใจที่จะขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น
  - 12.3 พยายามที่จะทำความเข้าใจในความคิดเห็นของผู้อื่นให้ชัดเจน

พฤติกรรมที่บ่งบองลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคล

## 2.6 วิธีการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องมีการพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจเป็นกลาง เป็นคนละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจเรื่องใด ๆ ก็ตาม เนื่องจากพฤติกรรมเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยต่อจากนี้ของกล่าวถึงการวิเคราะห์ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่จะเกิดจากการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางที่ครูวิทยาศาสตร์จะใช้ในการฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามที่นวลจิต (2557) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่จะเกิดจากการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นวิเคราะห์ผู้เรียนตามขั้นตอนการปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์
1. ชั้นระบุปัญหา	1. ความช่างสังเกต ความละเอียดในการสังเกต ความช่างสงสัย อยากรู้อยากเห็น ความกล้าในการแสดงความสงสัย และระบุปัญหาอย่างชัดเจน
2. ตั้งสมมติฐาน	2. การคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักใช้ข้อมูลเป็นฐานในการหาคำตอบ
3. ทำการทดลอง	3. การคิดอย่างเป็นระบบในการออกแบบการทดลอง ความละเอียดรอบคอบในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้การทดลอง และการใช้อุปกรณ์ในขณะทดลองอย่างระมัดระวัง และมีระเบียบในขณะทดลองอาจมีอุปสรรค ผู้เรียนจะได้ฝึกความอดทนและความพยายามทำงานให้สำเร็จ
4. การสังเกตขณะทดลอง	4. ความช่างสังเกต มีความละเอียดรอบคอบ การยอมรับในสิ่งที่ค้นพบ ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูลตรงตามความเป็นจริง
5. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	5. การคิดอย่างเป็นระบบ ความละเอียดรอบคอบในการวิเคราะห์ข้อมูล
6. การตรวจสอบข้อมูล	6. การคิดอย่างมีเหตุผล ความละเอียดรอบคอบ ใจเย็นไม่รีบด่วนสรุปผล
7. การสรุปผลการทดลอง	7. การคิดอย่างเป็นระบบระเบียบที่สร้างข้อสรุป ความกล้าในการแสดงออกเพื่อนำเสนอผลการทดลอง ความใจกว้างยอมรับฟังผลการทดลองของกลุ่มอื่นที่อาจมีความขัดแย้งกับผลงานของตนเอง การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อหาข้อสนับสนุนหลักฐาน การใช้ข้อมูลสนับสนุนที่เพียงพอด้วยพฤติกรรมสุภาพ ไม่ก้าวร้าว และ ยอมรับความคิดเห็นที่มีหลักฐานสนับสนุนชัดเจน แม้ขัดแย้งกับความคิดเห็นของตนเอง

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต (Observing)	1.1 ระบุสมบัติของสิ่งที่สังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน	1.1 ความละเอียด ความไวของการใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ข้อมูล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์
	1.2 บรรยายสมบัติของสิ่งที่สังเกตเป็นข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต	
2. การวัด (Measuring)	2.1 เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ 2.4 ทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้	2.1 มีระเบียบแบบแผนในการทำงาน 2.2 มีเหตุผล ใช้ข้อมูล/ประสบการณ์/ความรู้เป็นฐานในการตัดสินใจ 2.3 คิดชัดเจน อธิบายสิ่งที่เกิดได้ 2.4 มีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน
3. การใช้ตัวเลข (Using numbers)	3.1 การนับ 3.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 3.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 3.1.3 ตัดสินใจว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 3.1.4 ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 3.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณหาร) 3.2.1 บอกวิธีคำนวณได้ 3.2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 3.2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณได้ 3.3 การหาค่าเฉลี่ย 3.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย 3.3.2 หาค่าเฉลี่ย	3.1 มีความละเอียด มีระบบระเบียบและมีสมาธิในการทำงาน 3.2-3.3 มีความละเอียดรอบคอบและมีสมาธิในการทำงาน มีความมั่นใจนำเสนอสิ่งที่ตนเองรู้ และสื่อสารข้อมูลการทำงานของตนเองได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์
	3.3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย	
4. การจำแนกประเภท (Classifying)	4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ 4.2 บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวกหรือจัดกลุ่มสิ่งของที่มีผู้ทำไว้แล้วได้	4. มีความไวในการสังเกต และการเชื่อมโยงข้อมูลอย่างมีระบบระเบียบ
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/Space relationship and Space/time relationship)	5.1 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 5.2 บอกชื่อ รูป และรูปทรงเรขาคณิตจากภาพลายเส้น 2-3 มิติที่กำหนดให้ได้ 5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างภาพ 2 มิติ และ 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 5.4 บอกตำแหน่ง/ทิศทางของวัตถุที่กำหนดให้ได้ 5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ กับเวลาได้	
6. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)	6.1 เลือกและบอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 6.2 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามวิธีการที่เลือก 6.3 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่สื่อความหมายได้ดีขึ้น 6.4 นำเสนอ/บรรยายข้อมูลตามรูปแบบที่สร้างขึ้น โดยเลือกความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	6. มีการคิดที่เป็นระบบระเบียบ มีความมั่นใจในการนำเสนอผลงานตามความคิดของตนเอง
7. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data)	7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการ	7.1 มีเหตุผล และสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้แก้ปัญหาได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์
	คาดคะเนโดยใช้ประสบการณ์เดิมได้	
8. การพยากรณ์ (Predicting)	8.1 บอกข้อมูลที่เกินจากข้อมูลที่มีอยู่โดยใช้การอ้างอิงจาก กฎ/ทฤษฎี ที่มีอยู่ 8.2 บอกข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขภายในและภายนอกขอบเขตที่แสดงอยู่ในรูปของตารางหรือกราฟ	8. มีเหตุผล คิดเชื่อมโยงรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่นำไปใช้แก้ปัญหาได้
9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses)	9.1 บอกคำตอบล่วงหน้าของสิ่งที่สงสัยก่อนการสืบค้น/ทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่	9.1 มีเหตุผล คิดเชื่อมโยงหาคำตอบจากข้อมูลเชิงประจักษ์ร่วมกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มี
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining and controlling variables)	10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้	10.1 มีเหตุผล มีการคิดเชิงระบบ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables)	11.1 ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสถานการณ์ที่ต้องการทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย	11.1 มีเหตุผล ความต้องการพิสูจน์ความจริง
12. การทดลอง (Experimenting)	12.1 กำหนดวิธีการทดลองที่ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม 12.2 ระบุรายการอุปกรณ์และสารที่ใช้ในการทดลอง 12.3 ปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย 12.4 บันทึกผลการทดลองตรงตามความจริง	12.1 มีความเชื่อมั่นในการสืบหาความจริงและยินดีจะใช้วิธีการที่มีความหลากหลาย มีความระมัดระวัง ละเอียดรอบคอบ มีระเบียบในการทำงาน ทำงานตามขั้นตอนและมีความซื่อสัตย์
13. การตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting data and making conclusion)	13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่	13. มีเหตุผล มีการคิดอย่างมีระบบ มีความซื่อสัตย์ ไม่มีความละเอียงเข้าทางที่เป็นประโยชน์กับตัวเองในการแปลความหมายข้อมูล



จากการวิเคราะห์ลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่าการจัดกิจกรรมปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้โดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผู้เรียนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางฝึกผู้เรียนให้พัฒนาลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

2. **แนวทางการฝึกผู้เรียนให้พัฒนาลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์** เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้จะเน้นที่ตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดเนื้อหาเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมุ่งพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยมีแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) **เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ** เพื่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ เน้นการเรียนรู้โดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ได้
- 2) **ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์** เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกให้แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 3) **เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการสังเกต การใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ** ที่จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 4) **การสอนเพื่อพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์** ผู้ควรจัดกิจกรรมหลาย ๆ อย่างเพื่อฝึกการใช้ประสาทสัมผัสและส่งเสริมให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น และเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้
- 5) **การสอนเพื่อพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์** จะต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะ ขอบเขต และวงข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และเข้าใจอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม
- 6) **กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์** เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการทำงาน และการใช้ชีวิต การสืบเสาะหาความรู้ความจริง จึงจำเป็นต้องใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นแรงขับเคลื่อน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และใช้ทั้งกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ค้นหาคำตอบในข้อสงสัยต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล มีความถูกต้อง ชัดเจน

## 2.7 สรุป

การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลสามารถเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างถ่องแท้ ลึกซึ้ง จนสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถนำไปใช้ดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ทั้งด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Knowledge) และด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Habits of Mind) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ และจิตวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี โดยมีนักการศึกษาได้จัดองค์ประกอบของความรู้วิทยาศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ สามารถตรวจสอบได้จากความสามารถที่เขามีอยู่ ซึ่งความสามารถเหล่านี้มีความแตกต่างกันตามความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์วันนี้ไม่ได้มีแค่เนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สิ่งหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือแม้แต่ต้นกวีวิทยาศาสตร์เรียกร้องต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น คือ ความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร แตกต่างจากความรู้สาขาอื่น ๆ อย่างไร เหตุใดวิทยาศาสตร์จึงมีผลกระทบมากมายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ วิทยาศาสตร์ทุกวันนี้ไม่ใช่แค่สาขาวิชาที่มีไว้เพื่อเรียนเท่านั้น แต่มันคือเครื่องมือในการหาความรู้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการใช้ความคิดขั้นสูงเพื่อให้เราสามารถดำรงชีวิตในโลกยุคนี้ได้ ซึ่งการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้วิทยาศาสตร์แล้วนั้น ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) ที่ดีโดยการจะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนนั้น อาจจะพัฒนาผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งถ้าหากผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการทำงาน และการใช้ชีวิต การสืบเสาะหาความรู้ความจริง จึงจำเป็นต้องใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นแรงขับเคลื่อน

## 2.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จากการศึกษาความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ นักศึกษาสามารถสรุปความเข้าใจได้อย่างไร
2. การรู้วิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีลักษณะอย่างไร (ยกตัวอย่างมา 1 แนวคิด)
3. บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์มีลักษณะแตกต่างจากบุคคลทั่วไปอย่างไร
4. นักศึกษาจะมีวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไรให้นักเรียนเฝ้าชั้นเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์