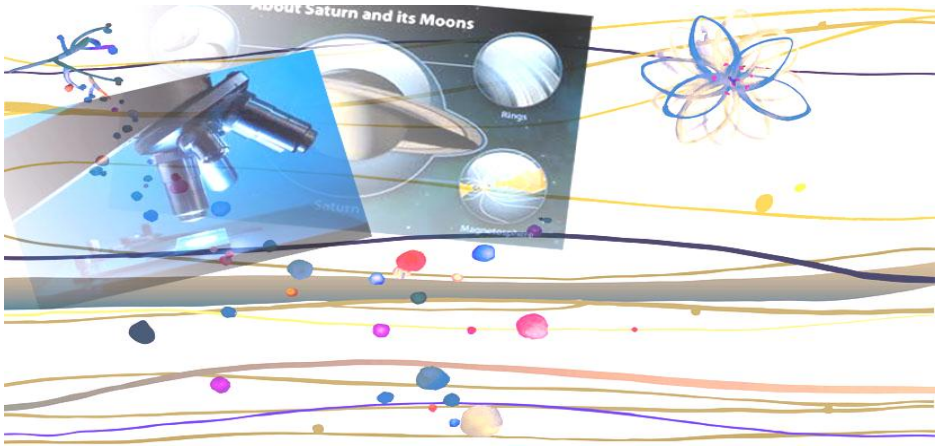
หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้

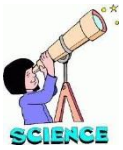
- เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลองและสรุปผลการทดลอง
- เข้าใจหลักการศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจ การสร้างสมมติฐานและการสำรวจตรวจสอบทดลอง
- รู้วิธีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลและข้อสรุป

สาระการเรียนรู้

- ความหมายวิทยาศาสตร์
- ประเภทของวิทยาศาสตร์
- ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
- เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill)

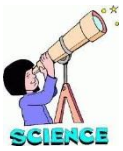


1.ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



ความหมายวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายวิทยาศาสตร์ (Science) ว่า “ความรู้ที่ได้จากการสังเกตและค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติและจัดเข้าเป็นระเบียบ หรือวิชาที่ค้นคว้าได้เป็นหลักฐานและได้เหตุผล และจัดเข้าเป็นระเบียบ”



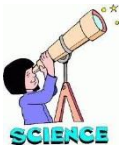
ประเภทของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 แขนงใหญ่ ๆ คือ

1. **วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์** (Pure Science) ได้แก่ ชีวเคมี เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐานของวิทยาศาสตร์ทุกสาขา

2. **วิทยาศาสตร์ประยุกต์** (Applied Science) ได้แก่ วิทยาศาสตร์ทางด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร ด้านวิศวกรรม ด้านพันธุวิศวกรรม ฯลฯ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิด ประโยชน์กับสังคมโดยมีวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นพื้นฐาน

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้น มิได้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ในด้านเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะกระบวนการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย เนื่องจากคำว่า “วิทยาศาสตร์” มาจากภาษาอังกฤษว่า “Science” และคำว่า “Science” ก็มาจากคำภาษาลาตินว่า “Scientia” ซึ่งหมายถึง ความรู้ทั่ว ๆ ไป แต่ Science หรือวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันหมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge)
ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)



ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทาง วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. **ข้อเท็จจริง** (Fact) ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติมีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจำเป็น ต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และหลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อีกอย่างหนึ่งก็คือ ความรู้ที่จะจัดเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอ ไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ตามย่อมได้ผลเหมือนเดิม

ทั้งนี้เมื่ออยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น น้ำบริสุทธิ์จะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำทะเล ซึ่งข้อเท็จจริงนี้ไม่ว่าจะนำไปตรวจสอบกี่ครั้งก็ตามจะเป็นจริงเสมอ แต่ถ้าจัดสถานการณ์ไปต้มน้ำบนยอดเขาซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิอื่นไม่ใช่ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นต้น

ตัวอย่างอื่น ๆ ของความรู้ประเภทข้อเท็จจริง

- ส่วนประกอบของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล
- น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า
- สเปคตรัมของแสงอาทิตย์มี 6 สี คือ ม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

2. **มโนมติหรือมโนทัศน์** (Concept) หมายถึง ความคิดหลัก (Main Idea) ของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มโนมติของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ

ตัวอย่างมโนมติทางวิทยาศาสตร์

- สัตว์มีทั้งประโยชน์และโทษ
- ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญ

เนื้อ นม ไข่ ผัก ผลไม้ เป็นอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย

3. **หลักการ** (Principle) เป็นกลุ่มของมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

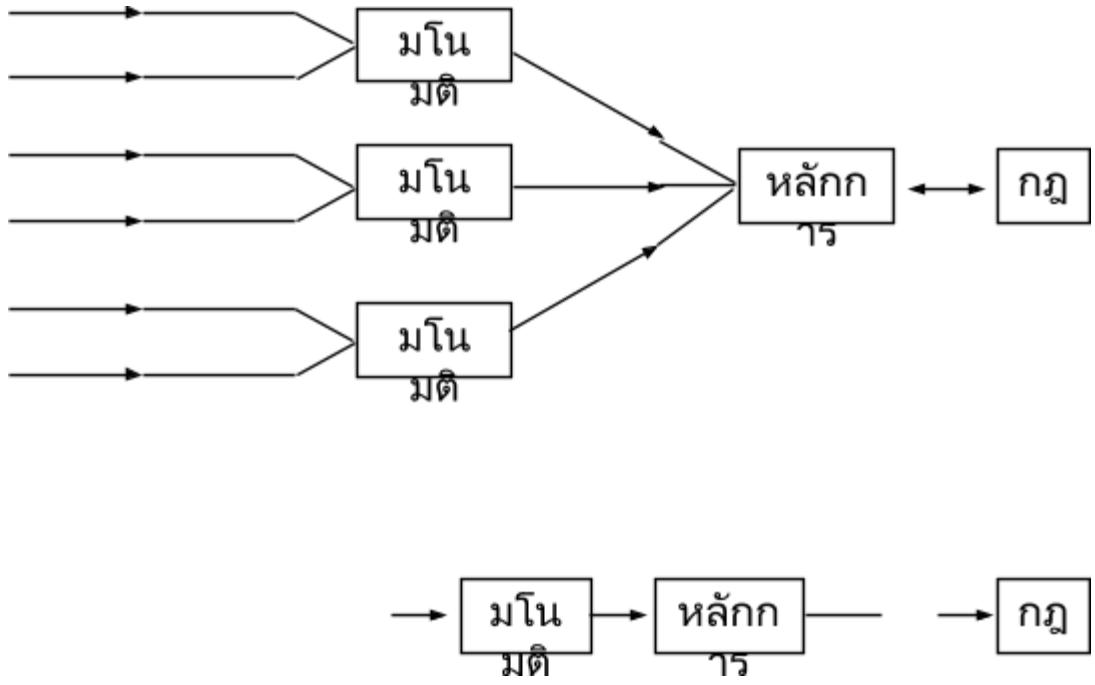
ตัวอย่างของหลักการทางวิทยาศาสตร์

- โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

หลักการที่ได้มาจากกลุ่มของมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

1. เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
2. ทองแดงเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
3. อะลูมิเนียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ฯลฯ

4. **กฎ** (Law) คือ หลักการนั่นเอง แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (Induction) โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกัน มารวมกันเป็นมโนมติ เป็นหลักการจนถึงการยอมรับเป็นกฎ ดังแผนภูมิ



สังเกตข้อเท็จจริง การรับรู้ หรือ

ตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์

- กฎของบอยล์ กล่าวว่า ปริมาตรของก๊าซจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดันถ้าอุณหภูมิคงที่
- กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ

กฎ ก็คือ หลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎ และหลักการนั้นมีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเองแต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น

5. **ทฤษฎี** (Theory) เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยการยอมรับกันทั่วไปในการใช้อธิบายกฎหรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ เพราะสำหรับตัวของกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้

การสร้างทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้ โดยการสังเกตการวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ในสิ่งที่มี ลักษณะคล้ายคลึงกัน) รวมกับการสร้างจินตนาการเพื่อกำหนดข้อความที่จะนำไปอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง

เกณฑ์ขั้นการยอมรับทฤษฎี ทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นนั้น ไม่ว่าจะสร้างโดยวิธีใดก็ตาม การยอมรับว่าเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นั้นจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายหลักการและข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ได้
2. ทฤษฎีจะต้องอนุมาน (คาดหมาย, คาดคะเน) (Deduction) ไปเป็นกฎหรือหลักการ บางอย่างได้
3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

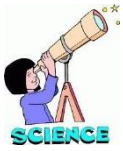
ตัวอย่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

- ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก กล่าวว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลซึ่งมีอำนาจ แม่เหล็กอยู่ แต่ละโมเลกุลนี้จะประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ หากโมเลกุลแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัว กันไม่เป็นระเบียบ อำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายกันเองหมดเพราะขั้วเหนือและขั้วใต้มีอำนาจคนละชนิด แต่ถ้าหากโมเลกุลแม่เหล็กนั้นเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขั้วเหนือจะชี้ไปทางปลายหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ส่วนขั้วใต้ก็จะชี้ไปอีกปลายหนึ่งจึงเกิดมีขั้วอิสระที่ปลายทั้งสองข้าง”

6. **สมมติฐาน** (Hypothesis) เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ขึ้นอยู่กับหลักฐาน เหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อม

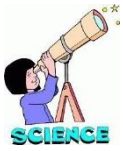
ตัวอย่างสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์

- ถ้าเพิ่มตัวละลาย จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น
- ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้กับพืชมากเกินไป พืชจะเฉาและตาย



กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยทั่วไป เมื่อเรามีความสนใจหรือต้องการแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะต้องหาทางค้นคว้า เพื่อหาคำตอบมาอธิบายหรือแก้ปัญหานั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกัน ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์



วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนของการหาความรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นระบุปัญหา** (Science the Problem) เริ่มจากการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวกาย

อย่างใดอย่างหนึ่งหรือจะใช้ร่วมกันหลายอย่างก็ได้ หรืออาจใช้เครื่องมือทดสอบง่าย ๆ ก็ได้ ทั้งนี้จะไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกต เช่น ดอกไม้เมื่อตัดออกจากต้นแล้วจะเหี่ยวเร็วกว่าที่ยังอยู่กับต้น หรือผักหลังเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วจะเหี่ยว เมื่อชั่งดูจะมีน้ำหนักน้อยลง เป็นต้น ซึ่งขั้นนี้เป็นที่มาของปัญหาต่าง ๆ

2. **ขั้นตั้งสมมติฐาน** (Making the Hypothesis) เป็นการคาดคะเนตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสังเกตว่าจะเป็นอย่างไร โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่เคยมีมาอธิบาย ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานของคำตอบได้มากกว่า 1 ข้อ แล้วสามารถพิสูจน์ว่าการตั้งสมมติฐานถูกต้องหรือไม่ด้วยการทดลอง

3. **ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง** (Experimental) ในการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไรก็ตามควรทำการทดลองไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลการทดลอง ที่ได้มีคำตอบเป็นอย่างเดียวกันหรือสอดคล้องกัน โดยมีวิธีการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการปฏิบัติงาน การทดลองให้รัดกุม เพื่อกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งตัวแปรจะมี 3 ตัวแปร คือ

1) ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็น สาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ ที่ต้องการวัดหรือศึกษาขณะทำการทดลอง

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลอันเนื่องมาจาก ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ

3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระที่จะมีผลต่อตัวแปรตาม จึงต้องมีการควบคุมเพื่อมิให้มีผลหรือข้อโต้แย้งในการสรุปผลการทดลองได้

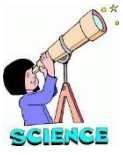
3.2 การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่จะใช้ในการพิสูจน์หรือทดลอง

3.3 การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง กำหนดระยะเวลา และวิธีบันทึกผลการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.4 ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้

4. **ขั้นสรุปผลการทดลอง** (Conclusion) เป็นขั้นตอนหลังจากทำการพิสูจน์หรือทดลองเสร็จแล้ว โดยเริ่มจากการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เรียบเรียง แปลความหมายและลงความเห็นเป็นข้อสรุป จากนั้นนำมาเขียนรายงานผลการทดลองที่ได้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า **เจตคติทางวิทยาศาสตร์**



เจตคติทางวิทยาศาสตร์

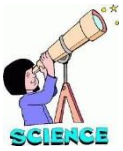
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์ภาษาลาตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม คำนี้ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีก คือ ทัศนคติและเจตคติ เป็นต้น

เจตคติ หมายถึง สภาพทางจิตใจของบุคคลแต่ละบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์หรือการ เรียนรู้และมีความพร้อมเพื่อที่จะแสดง

พฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนับสนุน หรือต่อต้าน เป็นต้น

เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างจากเจตคติทั่วไป กล่าวคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะสำคัญ ซึ่งอาจสรุปได้ ดังนี้

1. มีความละเอียด ถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว
5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้

1. **ทักษะการสังเกต** (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายเข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. **ทักษะการวัด** (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมี หน่วยกำกับเสมอ

3. **ทักษะการจำแนกประเภท** (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. **ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา** (Space/ Space Relationship and Space/Time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการ เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. **ทักษะการคำนวณ** (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย

6. **ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล** (Organizing Dataand Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยก ประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. **ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล** (Infering) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. **ทักษะการพยากรณ์** (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป พยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ และพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. **ทักษะการตั้งสมมติฐาน** (Formulation Hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหา คำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. **ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐาน ที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. **ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร** (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุ เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. **ทักษะการทดลอง** (Experimenting) การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

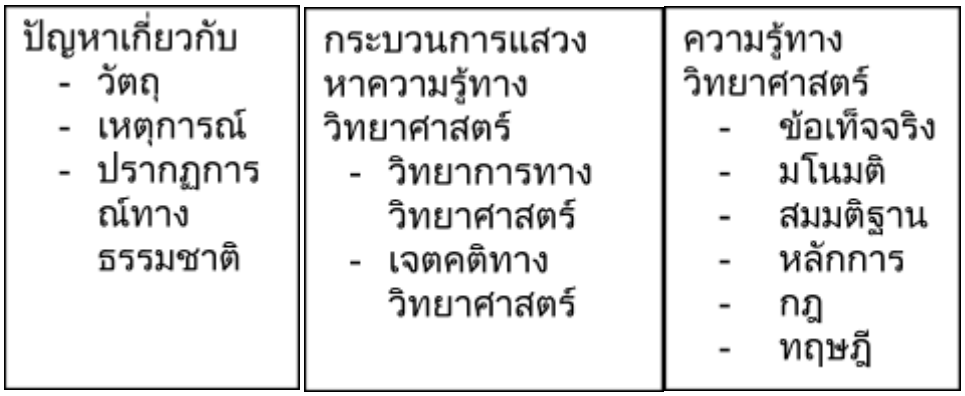
12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. **ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป** (Interpretting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และจากการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ฉะนั้น ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้



ที่มา : https://sites.google.com/site/sanyirakphusungwai/hnwy-thi-1