

วิทยาศาสตร์ คืออะไร

วิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อมนุษย์และมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ผลจากการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ประเทศชาติมีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การแพทย์ การสื่อสารคมนาคม การเกษตร การอุตสาหกรรม และการกีฬา เป็นต้น การพัฒนาให้บุคคลมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาตนเอง ชุมชนและสังคม ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาและเจริญเติบโตทางด้านร่างกายและจิตใจ การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ไปประยุกต์ใช้จะทำให้มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดี เพื่อให้ทุกคนมีความรู้ มีความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ความหมายของวิทยาศาสตร์

จากพจนานุกรม “Webster’s New World Dictionary of American Language” ให้ความหมายคำว่า “Science” ไว้ดังนี้

1. สภาพหรือข้อเท็จจริงของความรู้
2. ความรู้เป็นระบบซึ่งได้จากการสังเกต ศึกษาและทดลองเพื่อให้รู้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษานั้นๆ
3. สาขาหนึ่งของวิทยาการหรือการศึกษา โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสร้างและการจัดระบบของข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์และวิธีการซึ่งมีการตั้งสมมติฐานและการทดสอบโดยการทดลอง

ธีระชัย (2540) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษารวบรวมของปรากฏการณ์ธรรมชาติและแสวงหากฎเกณฑ์ของธรรมชาติ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงหมายรวมถึง เนื้อหาสาระของความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ การคิดอย่างมีระเบียบวิธี รวมทั้งวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Sund (1964) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างเป็นระบบ รวมทั้งองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการหรือวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ อย่างเป็นระบบ ด้วยกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ รวมทั้งกระบวนการที่จะได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of scientific knowledge) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) หรือจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind)

องค์ความรู้วิทยาศาสตร์

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้จัดแบ่งออกเป็นลำดับขั้นไว้ 6 ประเภท คือ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐาน กฎ และทฤษฎี

1. ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Fact)

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของ“ข้อเท็จจริง” ว่าเป็นข้อความหรือเหตุการณ์ที่เป็นมาหรือเป็นอยู่ตามจริง

ข้อเท็จจริง เป็นความรู้พื้นฐานเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆโดยตรง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือจากการตรวจวัดโดยวิธีการอย่างง่าย ๆ โดยผลที่ได้จากการสังเกตและการวัดต้องเหมือนเดิมไม่ว่าจะกระทำกี่ครั้งก็ตาม และเป็นข้อมูลที่เป็นจริงเสมอไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ข้อเท็จจริงมีลักษณะเป็นข้อความเดี่ยวๆ ที่ตรงไปตรงมา ตัวอย่างของข้อเท็จจริง ได้แก่

- น้ำแข็งลอยน้ำได้ - สุนัขมี 4 ขา
- น้ำไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ - กลีบบัวมีรสเค็ม
- ผลสตรอเบอร์รี่มีสีแดง - ผลทุเรียนสุกมีกลิ่นฉุน
- น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 1000เซลเซียส ที่ระดับน้ำทะเล
- พระอาทิตย์ขึ้นทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก
- เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่เกาะสุมาตราเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547
- เกิดแผ่นดินไหววัดแรงสั่นสะเทือนได้ 7.0 ริกเตอร์ ใกล้เมืองหลวงของสาธารณรัฐเฮติ เมื่อเวลาประมาณ 05.00 น. วันที่ 13 มกราคม 2553 ตามเวลาประเทศไทย

ข้อเท็จจริง สามารถตรวจสอบเชิงปริมาณได้โดยการ ชั่ง ตวง วัด ดังนั้นสิ่งที่จะเป็นข้อเท็จจริงได้นั้น ต้องผ่านการพิสูจน์โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ ข้อเท็จจริง อาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาได้ หากปัจจัยที่ทำให้เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลง เป็นไปตามหลักคำสอนในศาสนาที่ว่า สรรพสิ่งย่อมเปลี่ยนแปลงอยู่เป็นนิจ เราไม่สามารถหยุดยั้งได้ สิ่งที่เราสามารถเห็น และเป็นไปอยู่เป็นนิจตามธรรมชาติ เคยเป็นอย่างไรรู้เป็นอย่างนั้น เป็นความจริงที่เป็นสากล เราเรียกว่า ความจริง (truth) ความจริงมีความแตกต่างจากข้อเท็จจริงตรงที่ความจริงนั้น เป็นสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์ในเชิงเหตุผลหรือประจักษ์แล้วว่าเป็นจริงไม่อาจเป็นอย่างอื่นได้ ส่วนข้อเท็จจริงนั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัย แต่อย่างไรก็ตามข้อเท็จจริงที่ผ่านการพิสูจน์หลายๆ ครั้ง ว่าเป็นจริง จนเป็นกฎที่ไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ก็ยอมรับเป็นความจริงได้

2. มโนคติ (Concept)

ภพ (2540: 3); อีระชัย (2540: 1) กล่าวว่า มโนคติ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีมโนคติเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน

การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ และเกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา ทำให้เกิดมโนคติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น ซึ่ง มโนคติเป็นความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคล แต่ละบุคคลย่อมมีมโนคติเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน ขึ้นกับความรู้อื่นและประสบการณ์ที่มีอยู่ และวุฒิภาวะของบุคคลนั้นๆ เช่น การเกิดแผ่นดินไหว บางคนอาจบอกว่าเป็นการกระทำของเทพยดา และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ บางคนบอกว่าเป็นการพลัดตัวของปลาอานานที่แบกโลกไว้ บางคนบอกว่าเป็นการปลดปล่อยพลังงานของเปลือกโลกทำให้พื้นดินเกิดสั่นสะเทือน เป็นต้น หรือหากให้อธิบายลักษณะของต้นมะพร้าว สำหรับเด็กอาจอธิบายว่าเป็นต้นไม้ชนิดหนึ่งลำต้นสูงยาว ไม่มีกิ่งก้านสาขา ใบเป็นแฉกๆ ผลกลมๆ สำหรับนักวิทยาศาสตร์อาจบอกว่าเป็นมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีระบบรากแบบรากฝอย ลำต้นเป็นข้อปล้องเห็นชัดเจน จัดอยู่ในวงศ์ปาล์ม (Family Palmaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นต้น

มโนคติอาจเกิดจากการนำข้อเท็จจริงหรือความรู้จากประสบการณ์อื่นๆหลายๆ อย่างมาประกอบกัน แล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ยกตัวอย่างเช่น ผลทุเรียนมีสีเขียว มีหนามแหลม มีกลิ่นฉุน สามารถแบ่งออกได้เป็นพูๆ สิ่งเหล่านี้ได้จากการสังเกตข้อเท็จจริงย่อย ที่พบว่า ผลทุเรียนมีสีเขียว, ผลทุเรียนมีหนามแหลม, และผลทุเรียนมีกลิ่นฉุน ซึ่งมโนคติเกี่ยวกับทุเรียนนี้เป็นการนำคุณสมบัติที่เหมือนกันของทุเรียนมาใช้อธิบายลักษณะของผลทุเรียน และใช้ในการจำแนกทุเรียนออกจากผลไม้ชนิดอื่น

ตัวอย่างของมโนคติได้แก่

- หัวใจเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุด
- ความร้อนทำให้ร่างกายอบอุ่น
- น้ำแข็ง คือน้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง
- แมลงคือสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน
- อากาศมีความสำคัญต่อมนุษย์มากกว่าอาหาร
- ลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ
- สสาร คือสิ่งที่มีตัวตน มีมวล ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ เป็นต้น

3) หลักการ (Principle)

หลักการ จัดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เป็นความจริงสามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม เป็นที่เข้าใจตรงกันไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้ง เป็นหลักที่ใช้ในการอ้างอิงได้ ด้วยเหตุนี้หลักการมีลักษณะแตกต่างจากมโนคติตรงที่หลักการเป็นสิ่งที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน สามารถใช้อ้างอิงได้ แต่มโนคติเกี่ยวกับสิ่งเดียวกันของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นกับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล หลักการอาจผสมผสานจากมโนคติ ตั้งแต่ 2 มโนคติที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน

ตัวอย่างของหลักการได้แก่

แสงจะหักเหเมื่อเดินทางจากตัวกลางชนิดหนึ่ง ไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน มาจากมโนคติหลายมโนคติได้แก่

- แสงจะหักเหเมื่อเดินทางผ่านน้ำไปสู่กระจก
- แสงจะหักเหเมื่อเดินทางผ่านกระจกไปสู่อากาศ ฯลฯ

4) สมมติฐาน (Hypothesis)

บุปผชาติ (2542) กล่าวว่า สมมติฐาน คือ ข้อคิดเห็นหรือถ้อยแถลงที่เป็นมูลฐานแห่งการหาเหตุผล การทดลอง หรือการวิจัย สมมติฐานจัดเป็นการลงความคิดเห็นประเภทหนึ่ง เป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล ก่อนจะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงของเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานอาจเป็นข้อความหรือแนวความคิด ที่แสดงการคาดคะเนในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้โดยการสังเกตโดยตรง หรือเป็นสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้น ระหว่างตัวแปรที่เป็นเหตุ (ตัวแปรอิสระ) และตัวแปรที่เป็นผล (ตัวแปรตาม)

สมมติฐานเกิดจากความพยายามในการตอบปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ สมมติฐาน มักเป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่ โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน หรือเป็นการคาดคะเนที่เกิดจากความเชื่อหรือแรงบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์เอง

สมมติฐานไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงหรือพยากรณ์ได้ เพราะยังไม่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริง ดังนั้นสถานภาพของมันจึงเป็นเพียงหลักการวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่ยกสร้างขึ้นเพื่อรอการทดสอบต่อไป

ในทางวิทยาศาสตร์ สมมติฐานมีความจำเป็นและมีความสำคัญมาก เพราะสมมติฐานจะเป็นสิ่งที่ช่วยชี้แนะแนวทางว่าจะค้นหาข้อมูลอะไรและจะทำการทดลองได้อย่างไร ถ้าปราศจากสมมติฐานแล้วการค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์จะไม่เกิดขึ้น ตัวอย่าง ยาเพนิซิลิน ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะใช้สำหรับรักษาโรคต่างๆ คงไม่เกิดขึ้น ถ้าเซอร์ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง ไม่ตั้งสมมติฐานว่า “สารเคมีที่ผลิตโดย

เชื้อรา *Penicillium Notatum* มีฤทธิ์ต้านและทำลายแบคทีเรียได้” และจากที่ หลุยส์ ปาสเตอร์ ตั้งสมมติฐานว่า “ผลที่ได้จากการหมักจะเป็นเช่นไร ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่มีปรากฏอยู่ในระหว่างกรรมวิธีการหมัก” ทำให้แก้ปัญหาให้กับผู้ผลิตเหล้าองุ่นที่ประสบปัญหา เนื่องจากเหล้าองุ่นที่ผลิตได้มีรสเปรี้ยวแทนที่จะมีรสหวาน เป็นต้น

ตัวอย่างของสมมติฐานอื่นๆ เช่น

- ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้กับพืชมากเกินไป จะทำให้พืชเฉาตาย
- น้ำนมจากแม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของทารกดีกว่าน้ำนมโค
- สารสกัดจากผลสะเดาจะสามารถกำจัดแมลงได้ผลดีกว่าสารสกัดจากใบสะเดา
- แสงสีแดงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าแสงสีเขียวและแสงสีน้ำเงิน สมมติฐานเหล่านี้ หรือสมมติฐานอื่นๆจะเป็นที่ยอมรับก็ต่อเมื่อพิสูจน์ได้ว่าสมมติฐานนั้นถูกต้องมีหลักฐานหรือเหตุผลมาสนับสนุน ในกรณีนี้สมมติฐานมีหลักฐานมาสนับสนุนไม่เพียงพอหรือมีข้อคัดค้าน สมมติฐานนั้นก็ใช้ไม่ได้ต้องถูกยกเลิกไป นักวิทยาศาสตร์ก็จะเสาะหาสมมติฐานอันใหม่ต่อไป

แต่อย่างไรก็ตาม สมมติฐานที่เป็นที่ยอมรับในสมัยหนึ่ง อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกไป เมื่อมีผู้ค้นพบหลักฐานที่คัดค้านสมมติฐานนั้น และก็บางสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเป็นเวลานานโดยไม่มีผลการสังเกตหรือผลการทดลองมาคัดค้านได้ สมมติฐานนั้นก็จะได้ รับ การยอมรับ และเปลี่ยนไปเป็นหลักการ ทฤษฎี และกฎต่อไป

5) กฎ (Law)

กฎ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับหลักการ คือ ต้องได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ทดสอบแล้วได้ผลตรงกันทุกครั้ง มีลักษณะที่เป็นจริงเสมอ แต่กฎเป็นหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งอาจเขียนสมการแทนได้ เช่น กฎของบอยล์ ซึ่งกล่าวว่า “ถ้าอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน” อยู่ในรูปสมการคือ (ถ้า T คงที่)

กฎมักจะเป็นหลักการหรือข้อความจริงทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์มาเป็นเวลายาวนานในระดับหนึ่ง จนมีหลักฐานสนับสนุนมากเพียงพอ ไม่มีหลักฐานอื่นที่คัดค้าน จนกระทั่งข้อความนั้นเป็นที่ยอมรับว่าถูกต้องสมบูรณ์ ข้อความนั้นก็จะเปลี่ยนจากหลักการหรือทฤษฎี กลายเป็นกฎ

อย่างไรก็ตาม แม้กฎจะถูกตั้งมาจากข้อความที่ได้รับการยอมรับมานานก็ตาม แต่ในช่วงยุคต่อมา เมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์เจริญขึ้น ซึ่งอาจทำให้มีความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นและขัดแย้งกับกฎเดิมๆ และหากพิสูจน์ได้ว่าความรู้ใหม่มีความถูกต้องมากกว่า กฎที่มีอยู่แล้วอาจต้องมีข้อยกเว้นหรือถูกยกเลิกไป เช่น กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass) ซึ่งกล่าวว่า “ในปฏิกิริยาเคมี สสารไม่สามารถถูกสร้างหรือถูกทำลายได้” แปลความได้ว่า ในปฏิกิริยาเคมี มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา จะเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา เช่น เมื่อเผาเมอร์คิวริกออกไซด์ (HgO) จะได้ปรอท(Hg) และก๊าซออกซิเจน(O₂)

ตั้งสมการ $2\text{HgO} + \text{Energy} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$ ซึ่งมวลของปรอทและก๊าซออกซิเจนที่ได้หลังจากการปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าเท่ากับมวลของเมอร์คิวริกออกไซด์

กฎข้อนี้เป็นกฎพื้นฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป ในการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลาอันยาวนาน แต่หลังจากได้ศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์จึงพบว่ากฎนี้ไม่สามารถใช้ได้กับปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งมวลของสารที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์จะน้อยกว่ามวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา โดยมวลที่สูญหายไปจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจำนวนมหาศาล ตามทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ที่เสนอโดยอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ซึ่งได้กล่าวถึงมวลและพลังงานไว้ว่า มวลและพลังงานแปรเปลี่ยนสภาพเข้าหากันได้ในภาวะที่เหมาะสมตามสมการ $E = mc^2$ เมื่อ E เป็นพลังงานมีหน่วยเป็น จูล, m เป็นมวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม, c เป็นความเร็วแสงมีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที จากการที่พบว่ามวลและพลังงานสามารถเปลี่ยนจากสภาพหนึ่งไปยังอีกสภาพหนึ่งได้นั้น ขัดกับกฎทรงมวลเดิมที่ว่า มวลไม่สามารถสร้างใหม่หรือทำให้สูญหายได้ ต่อมากฎทรงมวลนี้ได้ถูกเปลี่ยนเป็นกฎทรงมวลและพลังงาน (Law of Conservation of Mass - Energy) ซึ่งกล่าวว่า “the total amount of mass and energy in the universe is constant : ผลรวมระหว่างมวลและพลังงานในจักรวาล

เป็นค่าคงที่” ซึ่งหมายถึง “มวลและพลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สูญหายและมีอยู่เท่าเดิม แต่สามารถแปรเปลี่ยนจากสภาพหนึ่งไปอีกรูปภาพหนึ่งได้”

ถึงแม้ว่ากฎ จะเป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล และเขียนเป็นสมการแทนได้ แต่กฎไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่าทำไมความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลจึงเป็นเช่นนั้น สิ่งที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในตัวกฎได้ก็คือ ทฤษฎี ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

6) ทฤษฎี (Theories)

ทฤษฎี คือ ความเห็น ลักษณะที่คิด คาดเอาตามหลักวิชาการเพื่อเสริมเหตุผล และรากฐานให้แก่ปรากฏการณ์หรือข้อมูลในภาคปฏิบัติ ซึ่งเกิดขึ้นมาอย่างมีระเบียบ ทฤษฎี เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นข้อความที่ใช้ในการอธิบายข้อเท็จจริง หลักการ และกฎต่างๆ หรือกล่าวได้ว่า ทฤษฎีเป็นข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย

ในการแสวงหาความจริงของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ใช้การสังเกตการสรุปรวมข้อมูล การคาดคะเนซึ่งทำให้เกิดความรู้วิทยาศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ข้อเท็จจริง หลักการ สมมติฐาน และกฎ แต่การจะรู้แต่เพียงว่าข้อเท็จจริงหรือหลักการเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นอย่างไร เท่านั้นยังไม่พอ นักวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการนั้นได้ด้วยว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามสร้างแบบจำลอง (model) ขึ้น และเขียนคำอธิบายกว้างๆเกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยที่คิดว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะใช้อธิบายข้อเท็จจริงย่อยในขอบเขตที่เกี่ยวข้องนั้นได้และสามารถทำนายปรากฏการณ์ที่ยังไม่เคยพบในขอบเขตของแบบจำลองนั้นได้ เราเรียกแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ว่า ทฤษฎี

ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับกฎ กฎนั้นอธิบายโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลเป็นหลัก คือบอกได้แต่เพียงว่าผลที่ปรากฏให้เห็นนี้มีสาเหตุอะไร หรือเหตุกับผลสัมพันธ์กันอย่างไร แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ส่วนทฤษฎีนั้นสามารถอธิบายความสัมพันธ์ในกฎได้ เช่น “ถ้าเอาข้าวแม่เหล็กที่เหมือนกันมาวางใกล้กันมันจะผลักรันแต่ถ้าข้าวต่างกันมันจะดูดกัน” นี่คือการอธิบายความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปของกฎ ถ้าจะถามว่าทำไมข้าวแม่เหล็กเหมือนกันจึงผลักรัน การอธิบายความสัมพันธ์นี้ต้องใช้ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็กมาอธิบายจึงจะเข้าใจ

ทฤษฎี ที่ได้รับการตรวจสอบและทดลองหลายครั้งหลายหนจนสามารถอธิบายข้อเท็จจริงสามารถคาดคะเนทำนายเหตุการณ์ต่างๆไปที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นอย่างถูกต้อง และมีเหตุผลเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป เช่น ทฤษฎีเซลล์ (Cell theory) ทฤษฎีวิวัฒนาการ (the evolution theory) เป็นต้น

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คือ วิธีการและขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) จิตวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการแสวงหาความรู้ หรือหาความจริง หรือใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือในทุก ๆ ศาสตร์ จะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม และเพื่อแก้ปัญหา แต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้แต่ละคนมีขั้นตอนที่แตกต่างกันบางคนแบ่งเป็น 4 ขั้น บางคนแบ่งเป็น 5 ขั้น และบางคนแบ่งเป็น 6 ขั้น ซึ่งในการจัดขั้นต่าง ๆ ก็มีการสลับลำดับกันบ้าง เช่น

- ขั้นที่ 1. การสังเกต รวมทั้งการบันทึกข้อมูล
- ขั้นที่ 2. การตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3. การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
- ขั้นที่ 4. การสรุปผล

อีกแบบหนึ่ง มีผู้แบ่งไว้ 5 ขั้น คือ

- ขั้นที่ 1. ตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 2. เก็บรวบรวมข้อมูล หรือข้อเท็จจริง
- ขั้นที่ 3. สร้างสมมติฐาน
- ขั้นที่ 4. ทดลองพิสูจน์
- ขั้นที่ 5. สรุปผล

อย่างไรก็ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ยังมีผู้แบ่งเป็น 6 ขั้น ก็มี แต่พบว่าประเด็นที่สำคัญจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก จะแตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียดปลีกย่อยเท่านั้น

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโลกยุคใหม่ จะต้องสนับสนุนให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติจริง สัมผัสจริง มีกระบวนการสำรวจ ทดลอง ตรวจสอบด้วยเครื่องมือ แลกเปลี่ยนความเห็น ทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบ กล้าคิด กล้าแสดงออก ใช้วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น นักศึกษาจะเริ่มต้นด้วยการสังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วใช้ความคิดเชิงตรรกที่เรียกว่าอุปนัย สรุปรวมเป็นสมมติฐานหรือทฤษฎี จากนั้นใช้ความคิดเชิงตรรกอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่าการนิรนัย ไปทำนายหรือคาดคะเนเหตุการณ์ที่น่าจะเกิดขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ การคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการคิดและเรียนรู้รวมทั้งการจินตนาการเป็นผลของการคิดเฉพาะด้านและร่วมกันของสมองทั้งสองซีกซ้ายและซีกขวา สมองซีกซ้ายเจริญรวดเร็วในช่วงตั้งแต่ปฏิสนธิ ถึงอายุ 2 ปี และช่วงอายุ 7 - 12 ปี สมองส่วนนี้คิดเชิงวิเคราะห์ สร้างมโนทัศน์และภาษา ส่วนสมองซีกขวาเจริญในอัตราสูงและเด่นชัดในช่วงอายุ 3 - 6 ปี ทำหน้าที่คิดเชิงจินตนาการ สร้างสรรค์ สังเคราะห์และความคิดเชิงเทียบเคียง การส่งเสริมกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องกระตุ้นการรับรู้โดยผ่านระบบประสาทสัมผัสทุกระบบ กระตุ้นการคิดของสมองทั้งการคิดพื้นฐานทุกกระบวนการคิด จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความจำและภาษา หรือความคิดเชิงพหุปัญญาของสมองทั้งรายคนและแบบกลุ่ม จัดกิจกรรมที่ช่วย ทำทนายการคิดค้น ของระบบประสาทและสมอง ครูต้องเตรียมกิจกรรมการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้น ยั่วย ทำทนายให้สมองคิด เตรียมสื่ออุปกรณ์ให้เพียงพอ เรียนร่วมกับเด็ก เพื่อศึกษาแบบการเรียนรู้ของเด็ก ครูคิดหาเทคนิคการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ เสมอ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นหัวใจที่สำคัญของกระบวนการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ทักษะด้วยกัน คือ

สมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้กำหนด จุดมุ่งหมายของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทั้งสิ้น 13 ทักษะ โดยจัดแบ่งออกเป็น 2 หมวด คือ

ทักษะพื้นฐาน หรือทักษะเบื้องต้น (Basic Science Process Skill) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 1-8

ทักษะขั้นบูรณาการ หรือ ทักษะขั้นสูง (Intergrated Science Process Skill) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 9-13

ความหมายที่เกี่ยวข้องในแต่ละทักษะ

วรรณทิพา (2540) สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกต

การสังเกต เป็นวิธีการพื้นฐานที่จะได้ข้อมูลตามความต้องการ ซึ่งการที่จะได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้นั้น ผู้สังเกตต้องมีลักษณะดังนี้

- ความตั้งใจของผู้สังเกต (Attention)
- ประสาทสัมผัส (Sensation)
- การรับรู้ (Perception)

หลักการสังเกต ผู้สังเกตที่ดี คือ ผู้ที่ทำการสังเกตแล้วได้ข้อมูลที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด ซึ่งผู้สังเกตจะเป็นผู้สังเกตที่ดีได้นั้นต้องมีหลักการในการสังเกต ดังนี้

- กำหนดการสังเกตให้จำกัดเฉพาะเป็นเรื่องๆ ไป ไม่ใช่เห็นสิ่งใด มากระทบแล้วรับไว้หมด
- สังเกตอย่างมีความมุ่งหมาย มีใจว่าสังเกตไปเรื่อยๆ คือ ต้องมีจุดมุ่งหมายที่จะดู เมื่อพบเห็นแล้วแปลความหมายออกมาว่าคืออะไร
- สังเกตด้วยความพินิจพิจารณาจนสามารถมองเห็นรายละเอียดของเรื่องนั้นได้อย่างลึกซึ้ง มีใจว่ามองเห็นแต่ผิว หรือลักษณะของภายนอกเท่านั้น
- เมื่อสังเกตแล้วต้องมีการบันทึกไว้เพื่อเตือนความจำ จะได้ไม่หลงลืมรายละเอียดที่ได้สังเกตมา
- ผู้สังเกตควรใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือ เครื่องมือวัดอื่นๆ ประกอบในการสังเกตนี้ด้วย

ประเภทของการสังเกต

การรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) หมายถึง การสังเกต ที่ผู้สังเกตเข้าไปมีส่วนร่วมอยู่ในกลุ่มที่ตนศึกษา และมีการทำกิจกรรมร่วมกัน
 - การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant Observation) หมายถึง การสังเกตที่ผู้สังเกตกระทำตนเป็นบุคคลภายนอก ไม่เข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่กลุ่มกำลังทำกันอยู่ การไม่เข้าไปมีส่วนร่วมในความหมายนี้ หมายถึง ไม่เข้าไปร่วมในกิจกรรมของกลุ่มนั้นเท่านั้น ไม่ได้หมายถึงการไม่เข้าไปอยู่ในบริเวณสถานที่ด้วย มักใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้ผู้ถูกสังเกตรู้สึก รบกวนจากตัวผู้สังเกต ผู้สังเกตเป็นเพียง ผู้สังเกตการณ์เท่านั้น
2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ
 3. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หหาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น
 4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space/Time Relationship) สเปส (Space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไป สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (Dimensions) ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความหนาของวัตถุทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุ

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ

1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ

2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร

3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปซของวัตถุ ที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจมากขึ้น อาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง ค่าอธิบายนั้นได้ มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิม ให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่
8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล ก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาต่างๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็น การวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำ ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน
12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ
- การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง
 - การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ
 - การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ
-

จิตวิทยาศาสตร์ หรือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น ความขยัน อดทน รอบคอบ มีวินัย ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทุกคนจะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องเริ่มต้นด้วยความอยากรู้ อยากรู้อะไร ชอบสงสัย ชอบตั้งคำถาม มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม รอบรู้ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน ซื่อสัตย์สุจริต ไม่ลำเอียง

ที่มาของข้อมูล ดร. สธน เสนาสวัสดิ์ จาก http://www.baanjomut.com/library_2/scientific_thinking_skills/05.html
