หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักการศึกษา นักวิจัย ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้แสดงทัศนะ ความคิดเห็น และหลายคนสนใจศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเรื่องทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ละคนได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันออกไป

ความเป็นมาของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ในปี ค.ศ. 1915 เพียร์สันและดิวอี (Pearson and Dewey) ได้พยายามวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์แล้วสรุปว่าระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็น 6 ขั้นดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Identification and statement for the problem)
2. ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ อันเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Formulation of hypotheses)
3. ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐานแต่ละอัน (Search for evidence to test hypotheses)
4. ทำการทดสอบสมมติฐานแล้วลงข้อยุติ (Assessment of validity of hypotheses)
5. ปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น (Revision of hypotheses if necessary)

6. นำข้อยุติไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง[1] (Application of conclusions to similar problems)

ก่อนที่จะได้มีการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ครั้งใหญ่ในอเมริกา นักการศึกษาทั่วไปรวมทั้งดิวอี (Dewey) มีความเชื่อว่าการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบนั้น ถ้าทำตามขั้นตอนตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์แล้วจะแก้ปัญหาได้สำเร็จ และยังมีความเชื่อมั่นว่า "การศึกษาทุกวิชาควรจะได้ฝึกฝนให้เด็กเกิดสติปัญญารู้จักคิดคนอย่างมีเหตุผล และรู้จักแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วย การปลูกฝังความสามารถดังกล่าวนี้ ดิวอี (Dewey) คิดว่าระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (The scientific method) ดีที่สุด"[2] ดังนั้นดิวอี (Dewey) จึงนำระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ด้วย เช่น วิชาสังคมศึกษา ในการสอนบทเรียนต่าง ๆ จึงเริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ การรวบรวมข้อมูลแล้วจึงทำการทดสอบสมมติฐาน จนสุดท้ายสรุปผลเป็นคำตอบของปัญหา

ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เมื่อรัสเซียได้ปล่อยยานอวกาศสปุตนิก (Sputnic) ครั้งแรกทำให้นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาของสหรัฐอเมริกาประหลาดใจมาก เพราะคาดไม่ถึงว่ารัสเซียจะมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ถึงขนาดนั้น จึงได้พิจารณาดูหลักสูตรวิทยาศาสตร์และวิธีการสอนในโรงเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาว่ามีความบกพร่องตรงไหนบ้างในที่สุดนักการศึกษาในสหรัฐก็พบว่า "การจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์และวิธีการสอนโดยใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วไม่ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำงานที่มีระบบอย่างนั้น"[3]

---

[1]สุวัฒน์ นิยมค้า, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด (กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช, 2517); 31.

[2]เรื่องเดียวกัน, หน้า 32.

[3]เรื่องเดียวกัน.

จากเหตุผลดังกล่าวพอจะทำให้ทราบว่า "การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ไม่มีระเบียบแน่นอน ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ใช่วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง แต่เป็นลำดับหัวข้อที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเขียนรายงานการค้นพบของเขามากกว่า"[1]

นักการศึกษาพยายามที่จะวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่าส่วนใหญ่แล้วได้ใช้วิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างไร ทั้งนี้เพื่อจะได้นำวิธีการเหล่านี้ไปใช้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้เป็นการถูกต้อง งานนี้ได้เริ่มศึกษาในสหรัฐอเมริกา

ในระยะแรกก่อนการปฏิรูปการศึกษา (Educational Reconstruction) นักการศึกษาของสหรัฐอเมริกา คิดว่ากระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) เอ็ม เอ เบอร์เมสเตอร์ (M.A. Burmester) ได้สร้างเครื่องมือวัดความสามารถด้านนี้ของนักเรียนขึ้น โดยระบุว่าสิ่งที่เขาเรียกว่าการคิดโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) ประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดเงื่อนไขการทดลองและการลงข้อสรุป
2. การพิจารณาข้อจำกัดของปัญหา
3. การเข้าใจวิธีการทดลอง
4. การจัดข้อมูล
5. การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงต่าง ๆ กับปัญหา
6. การตีความจากข้อมูลและการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
7. การประเมินค่าข้อสรุปในแง่ความเป็นเหตุเป็นผล และความสมบูรณ์ของข้อมูล

---

[1]เรื่องเดียวกัน, หน้า 33.

8. การสร้างข้อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ และการสร้างข้อยุติ[1]

ในปี ค.ศ. 1967 สมาคมแห่งชาติเพื่อการศึกษาของสหรัฐอเมริกาได้พิจารณาเห็นว่าการคิดโดยวิธีวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน จึงได้นำมากล่าวไว้ในจุดมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. สามารถอ่านและตีความข้อเขียนทางวิทยาศาสตร์ได้
2. สามารถระบุแหล่งข้อมูลของข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ได้
3. สามารถทำการทดลองที่เหมาะสมเพื่อทดสอบความคิดได้
4. สามารถใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
5. สามารถเลือกข้อมูลได้ตรงต่อปัญหา และรู้จักกำหนดปริมาณที่เพียงพอของข้อมูลที่จะใช้
6. สามารถลงความเห็นได้ถูกต้อง และสามารถทำนายโดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่
7. สามารถประเมินค่าข้อตกลงพื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิคและกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
8. สามารถแสดงความคิดออกมาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ
9. สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมทางสังคม
10. สามารถเสาะแสวงหาความสัมพันธ์และแนวความคิดใหม่ ๆ จากข้อเท็จจริงและมโนทัศน์ที่ทราบอยู่เดิม[2]

---

[1] M.A. Burmester, "The Construction and Validation of a Test to Measure Some of the Inductive Aspects of Scientific Thinking," Science Education 37 (1953): 132.

[2] National Society for the Study of Education, "Rethinking Science," in Teaching Science Creatively, Nathan S. Washton, (Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1967), p. 43.

ต่อมาเคนเนท ดี. ปีเตอร์สัน (Kenneth D. Peterson) ได้นิยามกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่าเป็น Operations of scientific inquiry ซึ่งกระบวนการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observing)
2. การตั้งคำถาม (Questioning)
3. การทำการทดลอง (Experimenting)
4. การเปรียบเทียบ (Comparing)
5. การสรุปอ้างอิง (Inferring)
6. การสรุปหลักเกณฑ์ (Generalizing)
7. การสื่อความหมาย (Communicating)
8. การนำไปใช้ประโยชน์ (Applying)[1]

ลีโอพาร์ด อี. กรอพเฟอร์ (Leopard E. Klopfer) กล่าวว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ ๆ 4 ทักษะ คือ

1. การสังเกตและการวัด (Observing and Measuring) เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่มักจะเป็นความจริงเดี่ยว (Fact)

2. การมองเห็นปัญหาวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบของปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it) ซึ่งได้แก่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง และการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

3. การแปลความหมายและการสรุป (Interpreting data and formulating generalizations) ซึ่งได้แก่การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

---

[1]Kenneth D. Peterson, "Scientific Inquiry Training for High School Students," Journal of Research in Science Teaching 15 (March 1978): 153.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดลอง และการสรุปข้อมูลนั้น ๆ เป็นความจริงหลัก (Principle) กฎ (Law) และความคิดรวบยอด (Concept)

4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น (Building, testing and revising a theoretical model) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้ได้จัดว่าเป็นจุดหมายสูงสุดของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์[1]

หลุยส์ ไอ. คัสแลน และ เอ. แฮวิส สโตน (Louis I. Kuslan and A. Haris Stone) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้นความจริงก็คือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observation)
2. การวัด (Measurement)
3. การทดลองและการออกแบบการทดลอง (Experimentation and Experimental Design)
4. การอธิบาย (Explain)
5. การสรุปหลักเกณฑ์ (Generalization)
6. การพิจารณาเหตุผลเชิงนิรนัย (Deduction)[2]

---

[1] Leopard E. Klopfer, "Evaluation of Learning in Science," in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning, Benjamin S. Bloom et. al. (New York: McGraw-Hill Book Co., 1971), pp. 568-573.

[2] Louis I. Kuslan and A. Haris Stone, Teaching Children Science: and Inquiry Approach, (California: Wedsworth Publishing Co., 1968), p. 229.

000677

วอลเตอร์ อาร์. บราวน์ (Walter R. Brown) ได้จัดเรียงลำดับกระบวนการวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science) จากง่าย ๆ ไปสู่ขั้นซับซ้อนไว้ดังนี้

1. การใช้หลักเกณฑ์นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Application of generalizations to new situations)

1.1 ความสามารถในการนำหลักเกณฑ์มาใช้กับประสบการณ์เฉพาะ

1.2 ความสามารถที่จะทำนายผลนอกขอบเขตของข้อมูล

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of data)

2.1 ความสามารถในการระบุปัญหา

2.2 ความสามารถในการจำกัดขอบเขตของปัญหา

2.3 ความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

2.4 ความสามารถที่จะเลือกวิธีหาข้อมูลโดยพิจารณาด้วยว่าข้อมูลใดจำเป็นในการใช้แก้ปัญหา

2.5 ความสามารถที่จะเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of data)

3.1 ทักษะในการตั้งสมมติฐาน

3.2 ความสามารถที่จะจัดรายการของข้อสมมติฐาน

3.3 การเข้าใจความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผล

3.4 ทักษะในการทดสอบสมมติฐาน

4. การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthesis of data)

4.1 ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นเป็นหลักฐาน

4.2 การไม่รีบร้อนตัดสินใจ หรือด่วนสรุปผลจนกว่าจะมีข้อมูลเพียงพอ

5. การประเมินค่าข้อมูล (Evaluation of data)

5.1 ความสามารถในการประเมินค่าหลักฐานโดยการพิจารณาความเชื่อถือได้ (Reliability) และความเที่ยงตรง (Validity)

5.2 ทักษะในการประเมินค่าข้อสรุปโดยไม่ลำเอียง

5.3 ทักษะในการจำแนกระหว่างข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) สมมติฐาน (Hypothesis) ทฤษฎี (Theories) และหลักเกณฑ์ที่แน่นอน (Esta-

blished Principles)[1]

ปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งประการหนึ่งที่ทำให้นักการศึกษาได้แยกกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) คือการเสนอข้อค้นพบเกี่ยวกับวิธีหรือกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) ในปี ค.ศ. 1970 สมาคมนี้ได้เสนอให้มีการฝึกทักษะเหล่านี้แก่นักเรียนซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์ และเรียกทักษะเหล่านี้รวมกันว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของสมาคม AAAS ประกอบด้วย

ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships)
3. การจำแนก (Classifying)
4. การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Numbers)
5. การวัด (Measuring)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การพยากรณ์ (Predicting)
8. การสรุปอ้างอิง (Inferring)

---

[1] Walter R. Brown, "Defining the Processes of Science," The Science Teacher 35 (December 1968): 26-28.

ทักษะทั้ง 8 นี้ควรเน้นปลูกฝังให้แก่นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไปจนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำทักษะเหล่านั้นมาบูรณาการ (Integrated) ในชั้นมัธยมศึกษาเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไปได้

ข. ทักษะกระบวนการขั้นสลับซับซ้อน (The Integrated Process Skills) ได้แก่

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
2. การแปลผลจากข้อมูล (Interpreting Data)
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
4. การกำหนดนิยามเป็นเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
5. การทดลอง (Experimenting)[1]

ไมล์ เอ. เนลสัน และเอนจีน ซี. อับราฮัม (Miles A. Nelson and Engene C. Abraham) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้นโดยให้เด็กนักเรียนปฏิบัติการจริงกับเครื่องมือที่สร้างขึ้น แล้วให้เขียนตอบเป็นข้อเขียน นิยามของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการดังนี้

1. การสังเกต (Observation) คือความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า

2. การสรุปลงความเห็น (Inference) คือความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไปโดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน

3. การพิสูจน์ทดลอง (Verification) คือความสามารถในการทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น (Inference)

---

[1]The American Association for the Advancement of Science, Science A Process Approach, Commentary for Teacher, (Washington D.C.: AAAS 1970), pp. 33-176.

4. การจำแนก (Classification) คือความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือน ๆ กันจากการสังเกต

เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเนลสันและอับราฮัม (Nelson and Abraham) นี้มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูง ไม่ได้วัดด้วยการให้ทำในแบบทดสอบ แต่ใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นกล่องและมีวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบอยู่ในกล่อง ซึ่งผู้ที่ถูกวัดต้องสามารถบอกได้ว่าวัตถุในกล่องต่าง ๆ นั้นเป็นอะไร ต้องใช้ความรู้สึกและการจินตนาการ ตลอดจนใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้าช่วย ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอนคือ การสังเกต การสรุปลงความเห็น การพิสูจน์ทดลอง และการจำแนก[1]

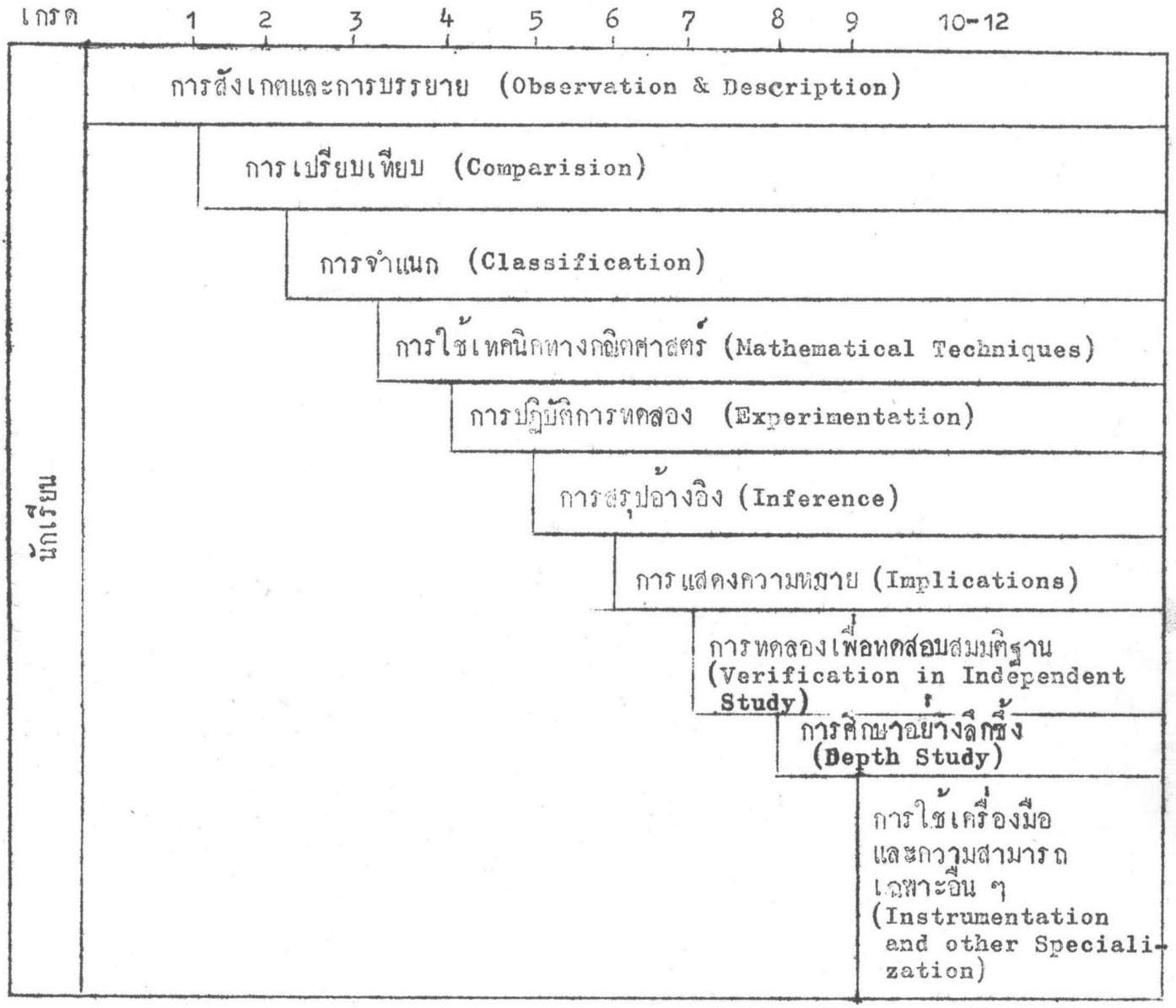
โดนาลด์ ลันด์สตรอม และลอว์เรนซ์ โลเวอรี (Donald Lundstrom and Lawrence Lowery) กล่าวว่า "การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงวัยของเด็ก เนื่องจากความพร้อมสำหรับทักษะแต่ละทักษะไม่ได้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ทักษะแต่ละอย่างจะเริ่มขึ้นที่วัยต่าง ๆ กัน เช่น ถ้าจะฝึกให้เด็กปฏิบัติการทดลอง ต้องฝึกเมื่อเด็กเรียนถึงเกรด 4 แล้วเด็กถึงจะทำได้ ถ้าฝึกก่อนเกรด 4 การฝึกนั้นจะไร้ผล"[2]

---

[1]Miles A. Nelson and Engene C. Abraham, "Inquiry Skill Measure," Journal of Research in Science Teaching 10 (4, 1973): 291.

[2]Donald Lundstrom and Lawrence Lowery, "Process Patterns and Structural Themes in Science," in Inquiry Techniques for Teaching Science, William D. Romey, (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1978), pp. 209-210.

ลันด์สตรอมและโลเวอรี (Lundstrom and Lowery) ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับระดับชั้นเรียนไว้ดังนี้[1]



---

[1] Ibid.

มาร์แชลล์ เอ. เนย์ และคณะ(Marshall A. Nay and Associates) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรมหรือปฏิบัติการซึ่งทำโดยนักวิทยาศาสตร์ในการพยายามที่จะเข้าใจธรรมชาติ ประกอบด้วยกระบวนการหลักใหญ่ ๆ 5 กระบวนการ และแยกเป็นกระบวนการย่อย ๆ อีก 17 กระบวนการ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอยู่ในรูปที่จัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน แต่ตามสภาพความเป็นจริงแล้วนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นเหล่านี้ทั้งหมด และอาจจะทำตามลำดับใดก่อนหลังก็ได้ กระบวนการมีดังต่อไปนี้

ก. ความคิดริเริ่ม (Initiation)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Identifying and formulating a problem)

1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ

1.3 การสังเกตและสร้างข้อตกลงเบื้องต้น

1.4 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. การหาข้อมูลขั้นต้น (Seeking relevant background information)

2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์

2.2 การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ

2.3 ปรึกษาบุคคลอื่น ๆ

3. การทำนาย (Predicting)

4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Design for collection data through field work and/or experimentation)

5.1 การกำหนดนิยามเป็นเชิงปฏิบัติการ

5.2 การกำหนดขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

5.3 การกำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็น วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค

5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย

5.5 การเลือกใช้วิธีการบันทึกข้อมูล

ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of data)

6. การปฏิบัติ (Procedure)

6.1 การเก็บรวบรวม การสร้าง และจัดอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

6.2 การทำการทดลอง

6.3 การกำหนดขอบเขตและดัดแปลงแก้ไข

6.4 การทำการทดลองซ้ำ

6.5 การบันทึกข้อมูล เช่น บรรยาย, ทำตาราง, แผนภาพ

7. การสังเกต (Observing and observation)

7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ เช่น วัดอ่านสเกล ประมาณขนาด นับวัตถุหรือเหตุการณ์

7.3 การรวบรวมตัวอย่าง

7.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ เช่นแผนภูมิ รูปภาพและแผ่นฟิล์ม

7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมายหรือเกิดขึ้นโดยบังเอิญ

7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

7.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ค. การจัดกระทำข้อมูล (Processing of Data)

8. การจัดข้อมูล (Organizing the data)

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ดูง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ (Representing the data graphically)

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนที่ แผนผัง

9.3 การเติมข้อความลงในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลในทางคณิตศาสตร์ (Treating the data mathematically)

10.1 การคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณ

10.2 การใช้สถิติ

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่ได้

ง. การสร้างมโนทัศน์จากข้อมูล (Conceptualization of Data)

11. การตีความหมายจากขอมูล (Interpreting the data)

11.1 การคาดคะเนและอธิบายกลุ่มข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรงของข้อตกลงเบื้องต้น การทำนาย และสมมติฐาน

12. การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating operational definitions)

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Expressing data in the form of a mathematical relationship)

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่ (Incorpolating the new discovery into the existing theory)

จ. ปลายเปิด (Openendedness)

15. ค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ (Seeking further evidence to)

15.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้ หรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบสอบความรู้ของ (Indentifying new problems for investigation because of)

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่สังเกตพบโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์ และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้[1] (Applying the discovered knowledge)

โรเบิร์ต บี. ซันด์และเลสไล ดับบลิว. โทรวบริดจ์ (Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ดังนี้คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive skills)

1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้น และถามเมื่อสงสัย

1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจ และคิดอย่างเป็นระบบ

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล และใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่งมาร่วมพิจารณา

1.4 การสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือการเขียนจดหมายติดต่อสอบถาม

1.5 การตั้งปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นข้อความ เป็นตาราง หรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การค้นหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้โดยทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง แล้วสรุปผล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบ เป็นระเบียบและสมบูรณ์โดยรายงานเป็นตาราง หรือเป็นแผนผัง

---

[1]Marshall A. Nay and Associates, "A Process Approach to Teaching Science," Science Education 55 (April-June 1971): 201-203.

2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้

2.4 การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่

2.5 การเรียบเรียงข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อแสดงลำดับ

2.6 การกำหนดเค้าโครงร่างออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย

2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.8 การประเมินผล และหาวิธีปรับปรุงแก้ไข

2.9 การวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

3.1 การวางแผนล่วงหน้าโดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ รวมถึงการตั้งสมมติฐาน

3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือระบบใหม่

3.3 การคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ

3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ วิธีทำงาน การปรับการใช้งานให้เหมาะสมและข้อจำกัดของเครื่องมือ

4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดีโดยการเก็บและใช้อย่างเหมาะสม การรักษาความสะอาดตลอดจนข้อควรระวังในการเคลื่อนย้าย

4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ

4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง ซึ่งรวมทั้งการวางแผนการใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือนั้น ๆ

4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ

4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการแสดงและทดลอง

4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เครื่องจับเวลา เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดีและเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตัวเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น อภิปรายเรื่องให้ตรงประเด็น รู้จักแบ่งเวลาและการยุติ

5.3 การอธิบายเน้นสาระสำคัญให้ชัดเจน

5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือกลุ่มโดยเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลองหรือการสาธิต เพื่อชี้แจงปัญหา วิธีการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองที่ได้

5.6 การวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลของการทดลอง และแปลความหมายจากกราฟได้

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้[1]

เจมส์ อาร์. โอเค และโรนาลด์ แอล. ฟิล (James R. Okey and Ronald L. Fiel) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 10 ประเภทคือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) หมายถึง

---

[1]Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge, Teaching Science By Inquiry in The Secondary School, (Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1967), pp. 93-95.

ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรืออะไรที่เป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) หมายถึงความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากข้อความต่าง ๆ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้องในการสร้างตารางข้อมูลนั้น ส่วนมากนิยมขึ้นต้นด้วยตัวแปรอิสระ แล้วต่อมาจึงเป็นตัวแปรตามและค่าตัวเลขมักนิยมจัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้จากคำอธิบายหรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลอง ซึ่งในการเขียนกราฟนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน X และตัวแปรตามอยู่บนแกน Y

4. อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟสมการ หรือข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การเก็บและรวบรวมข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือความสามารถในการรวบรวมและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการทำการทดลอง (Analyzing Investigations) คือความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง และการบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระอาจจะส่งผลกระทบกระเทือนต่อผลของการทดลอง ตัวแปรเหล่านี้เรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้ง จะต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้าไปส่งผลกระทบกระเทือนต่อการทดลอง ตัวแปรภายนอกมี 2 ชนิดคือตัวแปรที่ควบคุมได้ (Explicit Variables) กับตัวแปรที่ควบคุม

ไม่ได้ (Implicit Variables) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรภายนอกก็คือ ถ้าหากไม่สามารถกำจัดออกไปจากการทดลองได้ ก็ทำให้มันมีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่า ๆ กัน

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) ก็คือความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้ ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานต้องพิจารณาดูก่อนว่ามีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรในการทดลองนั้นและมีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปรทั้งสามชนิด และในการตั้งสมมติฐานนั้นต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด แล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงอย่างเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ ดังนั้นการตั้งสมมติฐานคือการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น และประสบการณ์ ฯลฯ

8. การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม (Defining Variables Operationally) คือความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือการกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดสองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) ก็อความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองประกอบไปด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การทดลอง (Experimenting) คือความสามารถในการตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อที่จะรวบรวม

ข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้[1]

อี. คลิงค์มานน์ (E. Klinckmann)ได้พัฒนาแบบทดสอบของ BSCS (BSCS Test Grid Categories) เพื่อใช้ในหลักสูตรของ BSCS (Biological Science curriculum Study) การทดสอบนี้จะมีภาคหนึ่งเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า "ความสามารถในการใช้ทักษะเกี่ยวกับการเข้าใจปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์" ได้แก่

1. การแปลความหมายข้อมูลเชิงคุณภาพ (Interpret qualitative data)

2. การแปลความหมายข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น กราฟ แผนภูมิ (Interpret quantitative data)

3. การเข้าใจความเกี่ยวพันของข้อมูลต่อปัญหา (Understand relevance of data to problem)

4. การออกแบบและเลือกวิธีการรวมทั้งการปฏิบัติการทดลอง (Screen and judge design and experiments)

5. การตั้งสมมติฐาน (Screen hypotheses)

6. ระบุปัญหาและคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ (Identify problems and unanswered questions)

7. การระบุข้อตกลงเบื้องต้นและหลักการในการสืบสอบหาความรู้และขยายการใช้และขอบเขตให้กว้างขึ้น (Identify assumptions and principles of inquiry and extend their application and scope)

8. วิเคราะห์ปัญหาตามวิธีวิทยาศาสตร์[2] (Analyze scientific problems)

---

[1] James R. Okey and Ronald L. Fiel, Basic Process Skills Program, (Bloomington: Indiana University, 1973), pp. 1-10.

[2] E. Klinckmann, "The BSCS Guide for test Analysis," in Measuring the Process of Science Objectives," Rodney L. Doran Science Education 62 (1, 1978): 20.

สมาคม NAEP (The National Assessment of Educational Progress) เน้นวัตถุประสงค์ข้อหนึ่งในวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดให้การมีความสามารถในทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ มี 10 ทักษะดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ (Define a scientific problem)

2. สามารถเสนอแนะหรือทราบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ (Suggest or recognize a scientific hypothesis)

3. สามารถเสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมทั้งด้านเหตุผลและการปฏิบัติได้ (Propose or select validity procedure both logical and empirical)

4. สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้ (Obtain requisite data)

5. สามารถตีความหมายข้อมูลได้ (Interpret data)

6. สามารถตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานให้สอดคล้องกับกฎ ข้อเท็จจริง การสังเกต หรือการทดลอง (Check the logical consistency of hypothesis with relevant laws, facts, observations or experiments)

7. สามารถให้เหตุผลทั้งทางด้านปริมาณและสัญญลักษณ์ได้ (Reason quatitively and symbolically)

8. สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน และการลงความเห็น สิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และรูปแบบของสิ่งที่สังเกตพบได้ (Distinguish between fact, hypothesis and opinions, the relavant from the irrelevant and the model from the observations)

9. สามารถวิเคราะห์และวิจารณ์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้ (Read scientific materials critically)

10. สามารถใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งในสถานการณ์คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยได้ (Employ scientific laws and principles in familiar and unfamiliar situations)[1]

---

[1] Rodney L. Doran, "Measuring the Process of Science Objectives," Science Education 62 (1, 1978): 25.

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นเด็กจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใดก็ตาม และการประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเรื่องทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เท่า ๆ กับการเข้าใจเนื้อหาวิชา ได้มีนักการศึกษาของไทยที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูที่สอนวิทยาศาสตร์ในการที่จะฝึกฝนให้เด็กนักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังเช่น

ประหยัด จันทร์ชมภูและประสพสันต์ อักษรมัต ได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า หมายถึงความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษาและล้างทำความสะอาด

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์ทำเครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และทำการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์มี

2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่และนำมาอธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้ทันที

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้[1]

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัตนี้ ได้เน้นทางด้านการปฏิบัติ การทดลอง และใช้ความคิดเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ การที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีจะช่วยในการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในประเทศไทยโดยกระทรวงศึกษาธิการได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเพื่อดำเนินการเรื่องนี้ สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรเน้นทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยในหลักสูตรที่สถาบันพัฒนาขึ้น จึงมีการนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งสถาบันกำหนดให้ประกอบด้วย

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าสังเกตปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)

---

[1]ประหยัด จันทร์ชมภูและประสพสันต์ อักษรมัต, วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2518), หน้า 23 - 24.

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้น ๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึงความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การให้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระทัดรัดเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตารางแผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึงความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำเป็นการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่และเวลา เป็นต้น[1]

จากวรรณคดีที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการประกอบกัน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นเหล่านี้ทั้งหมด และอาจจะทำตามลำดับใดก่อนหลังก็ได้ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้พยายามนำกระบวนการต่าง ๆ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อฝึกและพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแต่ละคนก็ได้นิยามความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไปและแบ่งออกเป็นหลายทักษะด้วยกัน หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ได้เน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ทางสถาบันเห็นว่าจำเป็นและเหมาะสมที่จะให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก มี 9 ทักษะดังกล่าวข้างต้น

แต่จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดตามนิยามแต่ละทักษะพบว่า ทักษะบางทักษะสร้างข้อสอบขึ้นมาวัดได้ยาก ต้องอาศัยจากการสังเกตนักเรียนเวลาเรียนในห้องเรียนหรือต้องการดูผลจากการตรวจสมุดนักเรียน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการบันทึกและสื่อความหมาย ทักษะการเลือกใช้เครื่องมือ ส่วนทักษะการคิดคำนวณนั้นก็เกี่ยวเนื่องกับพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ จึงพอสรุปได้ว่าทักษะที่จำเป็นและสามารถวัดได้ 5 ทักษะคือ

---

[1]สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิจัยและประเมินผล, รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว, 2518: 8 - 9.

1. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

2. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

3. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน

4. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

5. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ[1]

ซึ่งแต่ละทักษะจะมีลักษณะของข้อสอบดังนี้คือ

1. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

1.1 ให้เขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ในตารางหรือพิจารณาว่ากราฟในข้อใดเขียนจากข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ให้ออกแบบตารางจากคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการทดลองที่กำหนดให้

1.3 ให้ออกแบบตารางจากกราฟ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกข้อมูลใดสอดคล้องกับกราฟที่กำหนดให้

2. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.1 ให้สรุปและแปลความหมายจากตาราง

2.2 ให้สรุปและแปลความหมายจากกราฟ

2.3 ให้สรุปและแปลความหมายจากข้อความ

2.4 ให้สรุปและแปลความหมายจากรูปภาพ

3. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน

3.1 มีผลการทดลองให้การทดลองหนึ่ง แล้วถามว่าถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขการทดลองนั้น เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิ หรือน้ำหนักของสสาร หรือเวลา หรืออื่น ๆ แล้วให้คาดการณ์ว่าผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นคืออะไร หรือให้ข้อมูลหรือกราฟแล้วถามให้คาดการณ์ออกไปจากข้อมูลหรือกราฟที่กำหนดให้

---

[1]เรื่องเดียวกัน.

I15525521

3.2 กำหนดคำอธิบายวิธีการทำการทดลอง หรือข้อความ หรือภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้วิเคราะห์หาสมมติฐาน

3.3 มีตารางบันทึกผลการทดลองซึ่งมีแต่หัวตารางให้ โดยไม่มีชื่อตารางและไม่มีข้อมูลให้ แล้วถามว่าสมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

4. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

4.1 มีสมมติฐานและขั้นตอนในการทำการทดลองต่าง ๆ ให้แล้วถามว่าขั้นตอนใดจำเป็นหรือขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

4.2 ถามว่าจะต้องควบคุมตัวแปรใดบ้างในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้

4.3 บรรยายการทดลองให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองนี้สมบูรณ์หรือไม่ จะต้องเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงตรงไหน ถ้าจะใช้การทดลองนี้ทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้

4.4 บรรยายการทดลองด้วยข้อความหรือรูปภาพหรือแผนผังหลาย ๆ แบบ แล้วให้เลือกว่าแบบไหนตรงจุดมุ่งหมายที่สุด

5. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

5.1 กำหนดภาพวัตถุมาให้ ถ้าตัดวัตถุตามแนวที่กำหนด ให้บอกภาพของส่วนที่ถูกตัด

5.2 กำหนดรูปร่างของแผ่นกระดาษมาให้ แล้วให้พับตามเส้นประที่กำหนด ให้หาลักษณะรูปทรงที่ได้

5.3 หาทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อมีวัตถุหลาย ๆ อันมาสัมพันธ์กัน

5.4 กำหนดรูปภาพหลายรูป แล้วให้หาว่าจะใช้รูปใดบ้างมาประกอบกันให้ได้รูปทรงตามต้องการ[1]

---

[1]เรื่องเดียวกัน.

ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

วรรณคดีที่เกี่ยวกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษา นักวิจัยได้แสดงทัศนะ ตลอดจนทำการวิจัยไว้เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยได้คัดเลือกมานำเสนอดังต่อไปนี้

โฮเรซ บี. อิงลิช และอาวา แชมป์เนย์ อิงลิช (Horace B. English and Ava Champney English) ได้ให้นิยามของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นทัศนคติเกี่ยวกับการค้นคว้าหรือแสวงหาความจริง ยิ่งกว่าที่จะหวังว่าสิ่งใดควรเป็นจริง[1]

พอล บี. ไดเดอริช (Paul B. Diederich) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้อย่างละเอียดดังนี้

1. มีความสงสัยและไม่เชื่อในสิ่งต่าง ๆ ในทันที
2. มีความเชื่อว่าต้องมีทางที่จะแก้ไขปัญหาได้
3. มีความต้องการที่จะพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ โดยการทดลอง
4. มีความหนักแน่นมั่นคง
5. พอใจในสิ่งใหม่ ๆ
6. มีความเต็มใจที่จะเปลี่ยนความคิดเห็น
7. มีความถ่อมตัว
8. ซื่อสัตย์ต่อความจริง
9. มีใจเป็นกลาง
10. ไม่เชื่อในโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์
11. ชอบการบรรยายทางวิทยาศาสตร์
12. ปรารถนาที่จะให้ความรู้ที่มีอยู่สมบูรณ์ขึ้น

---

[1] Horace B. English and Ava Champney English, A Comprehensive Dictionary of Psychology and Psychoanalytical Terms (New York: Longmans Green and Co., 1958), p. 480.

13. ไม่ตัดสินใจสิ่งใดรวดเร็วเกินไป
14. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสมมติฐานกับคำตอบของปัญหาได้
15. มีความเข้าใจในข้อตกลงต่าง ๆ
16. ตัดสินได้ว่าสิ่งใดเป็นปัจจัยสำคัญขั้นพื้นฐาน
17. ยอมรับเกี่ยวกับโครงสร้างของทฤษฎี
18. ยอมรับวิธีการปริมาณวิเคราะห์
19. ยอมรับหลักการของความน่าจะเป็น
20. ยอมรับข้อสรุปที่มีเหตุผล[1]

เอช. เอน. ซอนเดอร์ส (H. N. Saunders) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า

1. มีระเบียบในการดำเนินชีวิต
2. รู้จักสังเกต
3. ไม่ลำเอียงในการทดลอง
4. ระมัดระวังความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและรู้จักวิธีป้องกัน
5. เลือกสรรข่าวสารที่ได้รับ
6. มีความพร้อมที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
7. มีความเต็มใจที่จะทดสอบความจริง
8. มีจิตใจกว้างขวาง
9. สรุปสิ่งต่าง ๆ เมื่อมีหลักฐานและข้อเท็จจริงเพียงพอ
10. มีทักษะในการตั้งสมมติฐาน[2]

---

[1] Paul B. Diederich, "Components of Scientific Attitudes," The Science Teacher 34 (February 1969): 23-24.

[2] H. N. Suanders, The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools (London: Oxford University Press, 1955), pp. 11-12.

วิคเตอร์ วาย. บิลเล่ห์และจอร์จ เอ. ซาคาริแอดส์ (Victor Y. Billeh and George A Zakhariades) ได้สรุปว่าผู้มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์จะมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้ คือ

1. มีเหตุผล
   1.1 เชื่อใจในคุณค่าของเหตุผล
   1.2 มีแนวโน้มที่จะทดสอบความเชื่อเก่า ๆ
   1.3 แสวงหาสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติและความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้น
   1.4 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ที่มีเหตุผล
   1.5 ท้าทายให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง
2. อยากรู้อยากเห็น
   2.1 มีความต้องการที่จะเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
   2.2 มีความต้องการที่จะถามว่า "ทำไม" และ "อย่างไร" ต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ
   2.3 มีความต้องการที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
3. มีใจกว้าง
   3.1 เต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อสรุป
   3.2 มีความปรารถนาที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ
   3.3 ยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการแปลก ๆ
4. ไม่เชื่อในโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์
   4.1 ไม่ยอมรับความเชื่อเกี่ยวกับโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่อธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
5. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
   5.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
   5.2 จะไม่นำสภาพสังคมหรือเศรษฐกิจและการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการ

ตีความหมายของผลต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

6. พิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6.1 ไม่เต็มใจที่จะสรุปผลก่อนที่จะมีหลักฐานพอเพียง

6.2 ไม่เต็มใจที่จะยอมรับความจริงต่าง ๆ เมื่อไม่มีข้อสนับสนุนมาพิสูจน์ให้เห็นจริง

6.3 หลีกเลี่ยงการสรุปและการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว[1]

ฟรานซิส ดี. เคอร์ติสและจอร์จ ไกรเสน มัลลินสัน (Francis D. Curtis and George Greisen Mallinson) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในโลกที่เราอาศัยอยู่

2. เชื่อว่าความจริงไม่มีวันเปลี่ยนแปลง แต่ความคิดที่ว่าสิ่งต่าง ๆ เป็นจริงนั้นเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้รับความรู้สมบูรณ์มากขึ้น

3. เชื่อว่าไม่มีสิ่งใดลึกลับ แต่สิ่งต่าง ๆ เกิดขึ้นโดยมีสาเหตุ

4. ไม่เชื่อถือโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์

5. ไม่ยอมรับสิ่งใดว่าเป็นความจริง จนกว่าจะได้พิสูจน์อย่างเพียงพอแล้ว

6. แก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างรอบคอบโดยมีการวางแผนไว้ก่อน

7. มีความระมัดระวัง และละเอียดลออในการสังเกต

8. ไม่สรุปสิ่งต่าง ๆ รวดเร็วเกินไป โดยที่ไม่ได้หาหลักฐานมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ

9. ปรารถนาที่จะพบความจริงต่าง ๆ โดยการทดลองหรือการสังเกตของตนเองและยอมรับผลงานและความจริงที่ผู้อื่นค้นพบด้วย

---

[1] Victor Y. Billeh and George A. Zakhariades, "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude," Science Education LIX (April-June 1975) : 155-156.

10. เต็มใจที่จะเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อสรุป เมื่อมีหลักฐานแสดงว่าความคิดเห็นหรือข้อสรุปเดิมนั้นผิดพลาด

11. รู้จักพิจารณาหลักฐานต่าง ๆ ว่าอันไหนที่เป็นจริงและเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจ หรือสรุปผลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

12. กล้าที่จะเผชิญกับความจริงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ทำให้ไม่สบายใจ

13. ยอมรับนับถือความคิด ความคิดเห็น และวิธีดำเนินชีวิตของผู้อื่นซึ่งแตกต่างไปจากของตนเอง

14. ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินสิ่งใด ๆ[1]

อี. ดี. เฮสส์ (E. D. Heiss) กล่าวถึง ลักษณะทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

1. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม
2. เชื่อว่าผลต่าง ๆ ย่อมเกิดจากสาเหตุ
3. มีใจกว้าง ยอมรับความจริงใหม่ ๆ
4. ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
5. ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
6. ไม่ยอมรับสิ่งที่ขาดข้อพิสูจน์ซึ่งน่าเชื่อถือ
7. พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อ เมื่อมีหลักฐานสนับสนุน
8. ยอมรับนับถือในความคิดเห็นของผู้อื่น
9. มีความซื่อตรง อดทน สม่ำเสมอ ยุติธรรม ละเอียดลออ[2]

---

[1] Francis D. Curtis and George Greisen Mallinson, Science in Daily Life (Boston: Ginn and Company, 1955), p. 535.

[2] E. D. Heiss et. al., Modern Science Teaching (New York: Macmillan Publishing, 1954), p. 47.

พอจะสรุปได้ว่า "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความคิดเห็นหรือท่าที่ที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เกิดจากการใช้ความรู้และส่วนที่เกิดจากความรู้สึก" ดังจะจำกัดอยู่ในเกณฑ์ต่อไปนี้[1]

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทัศนคติที่เกิดจากการใช้ความรู้	
ทางบวก	ทางลบ
1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพียงการประมาณที่ใกล้ความจริงและอาจเปลี่ยนแปลงได้	1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไม่ได้
2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยการสังเกตทดลองเป็นพื้นฐานซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้	2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์นั้น อยู่ในวิสัยที่จะทำได้ทุกเมื่อดังนั้นจึงสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้ทั้งหมด
3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีความซื่อสัตย์ทางปัญญา โดยถือผลการสังเกตทดลองตามที่เกิดขึ้นโดยปราศจากอคติซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้อื่น แต่พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐานเพียงพอ	3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติให้ได้ผลสอดคล้องกับผู้อื่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์

---

[1]สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิจัยและประเมินผล, รายงานการสร้างแบบสอบถามทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว, 2517: 1 - 3.

ทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึก	
ทางบวก	ทางลบ
4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งที่จะก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี	4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาเทคโนโลยี คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การประยุกต์ทฤษฎี
5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นถ้าได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปสามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงควรให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์	5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นเพียงใดหรือไม่นั้น ไม่จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปไม่สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์
6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ก็ดี เป็นที่น่าสนใจและมีคุณค่าต่อชีวิตดังนั้นการทำงานด้านวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งพึงปรารถนา	6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ก็ดี เป็นที่น่าเบื่อหน่าย งานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับคนที่มีสติปัญญาสูง ซึ่งมีความเต็มใจที่จะสละเวลาส่วนใหญ่เพื่องานนั้น

สำหรับแบบทดสอบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบที่ได้อาศัยแนวของมัวร์และซุตแมน (Moore and Sutman) ซึ่งเป็นผู้ที่ให้นิยามทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ว่า "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความคิดหรือท่าทีที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ และประกอบด้วยลักษณะใหญ่ ๆ 2 ประการคือ ทัศนคติที่เกิดจากความรู้ และทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึก"[1]

สำหรับแบบทดสอบชุดนี้ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นการวัดทัศนคติโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมที่สุดและดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ดังกล่าว เพราะสามารถวัดทัศนคติที่เกิดจากการใช้ความรู้ และทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบ โดยมีข้อเลือกคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ในปี ค.ศ. 1973 ยูจีเนีย แอนน์ โปโปราด วาเนค (Eugenia Ann Poporad Vanek) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบคือ แบบที่มีการทดลองและแบบที่ใช้ตำราเป็นศูนย์กลาง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน เกรด 4 จำนวน 56 คน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน แต่ทำให้ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และ

---

[1] Richard W. Moore and Frank X. Sutman, "The Development, Field Test and Validation of an Inventory of Scientific Attitudes," Journal of Research in Science Teaching, XXI (1970): 92-93.

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาเพศพบว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย[1]

ในปี ค.ศ. 1975 โจเซฟ ฟิลลิป ไรเลย์ (Joseph Phillip Riley) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบสอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาฝึกสอนแบ่งเป็น 3 กลุ่ม 2 กลุ่มแรกคือกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงกลุ่มหนึ่งและด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอีกกลุ่มหนึ่ง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ตัวแปรที่เหลือไม่แตกต่างกันในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม[2]

---

[1] Eugenia Ann Poporad Vanek, "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International 35 (September 1974): 1522-A.

[2] Joseph Phillip Riley, "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teachers' Process Skills Abilities, Understanding of Science, Attitudes toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstract 35 (February 1975): 5152-A.

ในปี ค.ศ. 1977 โรนาลด์ ชาลส์ เซอร์ลิน (Ronald Charles Serlin) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยการปฏิบัติการแบบการค้นพบ (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นวิชาพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เมื่อทำการทดสอบทักษะทุกด้าน ผลปรากฏว่าแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมได้แก่ อายุ ระดับชั้นเรียน เพศ คะแนนจากส่วนภาษาและคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบเอส เอ ที (SAT) จำนวนภาคเรียนของวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบทักษะอีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง การปฏิบัติการแบบการค้นพบ (Discovery Laboratory) มีผลในการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่มีผลแตกต่างต่างต่อนักเรียนในด้านอื่น ๆ[1]

การวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของไทยนั้นมีน้อยมาก เพราะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรเก่าไม่ได้เน้นเรื่องนี้ แต่หลักสูตรใหม่ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งใช้ในปี พ.ศ. 2518 ได้เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการวิจัยในเรื่องนี้จึงมีไม่มากนัก

ในปี พ.ศ. 2518 สุมาลี พิตรากูล ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกริยาร่วมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะชั้นสูงของกระบวนการวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรีชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า เพศชาย

---

[1]Ronald Charles Serlin, "The Effects of a Discovery Laboratory on the Science Process, Problem-Solving, and Creative Thinking Abilities of Undergraduates," Dissertation Abstracts International 37 (March 1977): 5729-A.

และเพศหญิงมีทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน[1]

ในปี พ.ศ. 2522 บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่าเพศหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเพศชาย[2]

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

ในปี ค.ศ. 1962 พี. คาห์น (P. Kahn) ได้ทดลองวิธีสอบที่จะช่วยพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่เจ็ดและแปดโดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบัน (Current Events Approach) ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง และสอบด้วยวิธีธรรมดากับนักเรียนกลุ่มควบคุมปรากฏว่าไม่แตกต่างกันแต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่ารู้จักสังเกตรอบคอบมากขึ้นกว่าเดิม ไม่เชื่อถือโชคลางและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น การสรุปสิ่งต่าง ๆ

---

[1]สุมาลี พิตรากูล, "ความสัมพันธ์ระหว่างกริยาร่วมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518).

[2]บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล, "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522).

ต้องมีข้อมูลเพียงพอ[1]

ในปี ค.ศ. 1966 จอห์น เคนเนท วอลเตอร์ (John Kenneth Walter) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้าน นักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การกำหนดงาน มีการบ้าน มีการให้ทำอภิปรายการบ้าง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คน จัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดในการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านความมีเหตุผล ไม่เชื่อถือโชคลางสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีทักษะในการเรียน การแก้ปัญหา และการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม[2]

ในปี ค.ศ. 1975 ดอน โฮเรซ ลูคัส (Don Horace Lucas) ได้ศึกษาผลการอบรมในโปรแกรมการสอนอุตุนิยมวิทยาแก่นักเรียนวิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงค์ (Fernbank Science Center) ในแง่ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการพิจารณาตัวแปร 7 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนความรอบรู้ทางวิชาการ (The Scholastic

---

[1]P. Kahn, "An Experimental Study to Determine the Effect of a Selected Procedure for Teaching the Scientific Attitudes to Seventh and Eighth Grade Boys Through the Use of Current Events in Science," Science Education 46 (March 1962); 115-127.

[2]John Kenneth Walter, "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts 27 (October 1966): 994A-995A.

Aptitude) ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์, ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์, ทัศนคติต่อศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงค์, ทัศนคติต่อวิชาอุตุนิยมวิทยา, ผลสัมฤทธิ์วิชาอุตุนิยมวิทยา, ทัศนคติของครูต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการวิจัยใช้แบบกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pretest-Posttest control group design) กับครู 8 คน นักเรียนเกรด 6 จำนวน 493 คน ครูจะเป็นผู้เลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเอง ผลการวิจัยพบว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญรวมทั้งผลสัมฤทธิ์ในวิชาอุตุนิยมวิทยาด้วย นักเรียนที่มีความรอบรู้ทางวิชาการสูงหรือมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงด้วย[1]

ในปีเดียวกัน แมรี แมคคินนอน ไกเกอร์ (Marie Mckinnon Gieger) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้นักเรียนที่สุ่มมา 150 คนจาก 3 โรงเรียน ทำการสอบด้วยแบบสอบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (The Scientific Attitude) มาตราวัดทัศนคติของเพอร์ดิว (The Purdue Master Attitude Scales) และมาตราวัดทัศนคติต่อวิชาที่เรียนชุด A (The Scale to Measure Attitude Toward Any School Subject Form A) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอยพบว่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด และทุกกลุ่มเป็นบวกในด้านมาตรารวม (Total Scale) มาตราเชิงนิมาน (Positive Scale) มาตราวัดทางด้านความรู้สึก (Emotional Scale)

---

[1]Don Horace Lucas, "The Effect that Participation in an Instructional Program at Fernbank Science Center has on Upper Elementary School Students' Scientific Attitudes," Dissertation Abstracts International 35 (April 1975): 6530A-6531A.

มาตราวัดสติปัญญา (Intellectual Scale) มาตราส่วนข้อความวัดทัศนคติเชิงนิมานในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (The Positive Attitude Position Statement Subscale, Mathematics and Science) ส่วนมาตราเชิงนิเสธ (Negative Scale) ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดและทุกกลุ่มเป็นบวก ยกเว้นนักเรียนหญิงผิวดำ สรุปว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และต่อวิชาคณิตศาสตร์[1]

และในปีเดียวกันอีกเช่นกัน วิคเตอร์ วาย. บิลเลห์และจอร์จ เอ. ซาคาริเอดส์ (Victor Y. Billeh and George A. Zakhariades) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยและครูวิทยาศาสตร์ และศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ตามแบบวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone) โดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิมานและเชิงนิเสธ จำนวน 87 ข้อ แล้วให้ผู้ตัดสิน 45 คนตัดสินโดยผู้ตัดสินเลือกจากศาสตราจารย์ทางชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์ทางเกษตรของมหาวิทยาลัยเบรุต จากนั้นก็ได้ข้อความที่ใช้ได้จำนวน 36 ข้อไปทำการทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่านักศึกษาปีสุดท้ายของมหาวิทยาลัยกับครูวิทยาศาสตร์มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษากับนักศึกษามหาวิทยาลัยมีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

---

[1]Marie Mckinnon Gieger, "A Study of Scientific Attitudes among Junior College Students in Mississippi," Dissertation Abstracts International 35 (March 1975): 5950A.

วิทยาศาสตร์[1]

การวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของไทย ได้มีผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับดังนี้

ในปี พ.ศ. 2516 รสา สุกุมารพันธ์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาตอนต้น ปีที่ 2 วิทยาลัยครูจันทรเกษม ชาย 75 คน หญิง 75 คน รวม 150 คน ผลปรากฏว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพศมีผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ เพศชายมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[2]

ในปีเดียวกัน มณีรัตน์ ตรีรัตนพันธ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนิสิตในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาตอนต้น จำนวน 150 คน พบว่านิสิตชายและนิสิตหญิงมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนิสิตชายมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านิสิตหญิง[3]

---

[1]Victor Y. Billeh and George A. Zakhariades, "The Development and Application...," pp. 157-161.

[2]รสา สุกุมารพันธ์, "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์," (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516).

[3]มณีรัตน์ ตรีรัตนพันธ์, "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดแบบสืบสวน," (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516).

ในปี พ.ศ. 2517 สุภาเพ็ญ จริยะเศรษฐ์ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 70 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 70 คน ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ0.01 นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อยังไม่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05[1]

ในปี พ.ศ. 2518 ปราณี รามสูตร ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลองกับวิธีการบรรยาย ที่มีผลต่อผู้เรียนในด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.01[2]

ในปี พ.ศ. 2519 พงศกร สุวรรณเดชา ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนไทยมุสลิมกับนักเรียนไทยพุทธ และระหว่างเพศหญิงและชาย ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 3 จำนวน 360 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยพุทธกับนักเรียนไทยมุสลิมไม่แตกต่างกัน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

---

[1]สุภาเพ็ญ จริยะเศรษฐ์, "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบกับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517).

[2]ปราณี รามสูตร, "ผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลองในด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518).

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักเรียนชายมีทัศนคติสูงกว่านักเรียนหญิง[1]

ในปี พ.ศ. 2519 ศึกษาสิชน์ มณีพันธุ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เมื่อใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง จำนวน 72 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม 36 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง[2]

ในปี พ.ศ. 2520 จรัล สวัสดิ์ถาวร ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ในเขตศึกษาสาม เปรียบเทียบระหว่างเพศ ศาสนา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 378 คน เป็นชาย 178 คน หญิง 200 คน ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนไทยพุทธกับนักเรียนไทยมุสลิมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัย

---

[1]พงศกร สุวรรณเดชา, "การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนไทยมุสลิมกับไทยพุทธ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 2," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519).

[2]ศึกษาสิชน์ มณีพันธุ์, "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ," (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519).

สำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05[1]

สรุปผลการวิจัยของไทยและต่างประเทศที่กล่าวมาแล้วได้ดังนี้

1. นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

2. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง

4. วิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบันจะช่วยพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

5. การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีทดลอง วิธีสอนแบบสืบสอบ วิธีสอนแบบการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ถูกสอนแบบบรรยาย

6. นักเรียนชายมีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

ผลการวิจัยดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นการศึกษาวิจัยของต่างประเทศ การหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผู้ใดทำการวิจัยมาก่อนเลย และโดยเฉพาะการหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ ก็ยังไม่มีผู้ใดทำการวิจัยมาก่อนเช่นกัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและทำการวิจัยเรื่องนี้โดยจะศึกษาว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงใด ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

---

[1]จรัล สวัสดิ์ถาวร, "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม เขตศึกษาสาม," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520).