บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสอนแบบสืบสอบ (Inquiry) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาประการหนึ่ง ในประเทศไทย เนื่องจากการสอนโดยวิธีนี้เพิ่งนำมาใช้อย่างแพร่หลายในเวลาไม่นานมานี้เอง

การสอนแบบนี้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน [1] การสอนแบบสืบสอบ [2] การสอนแบบสอบสวน [3] การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด [4] การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ [5] นอกจากนี้ ยังมีวิธีสอนที่มีชื่ออื่น ๆ แต่มีหลักเกณฑ์พื้นฐานลักษณะเดียวกัน ได้แก่ การสอนแบบค้นให้พบ (Dis-

---

[1] วีรยุทธ วิเชียรโชติ, จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์, 2520), หน้า 31.

[2] ธีระชัย ปูรณโชติ, "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," หน้า 46.

[3] จำนง พรายแย้มแข, เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์, หน้า 78.

[4] สุวัตถ์ นิยมค้า, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด, หน้า 124.

[5] สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," หน่วยข่าวสารและประชาสัมพันธ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปส.3, หน้า 1.

covery Approach) [1] การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem-solving method) [2] การสอนแบบล่าคำตอบ (Answer hunting) [3] การสอนแบบหน่วยการเรียน (Unit Approach) [4] การสอนแบบสืบเรื่องราว (Detective Approach) [5] ซึ่งจะได้กล่าวถึงลักษณะประเด็นสำคัญต่อไป

---

[1] Ronald D. Anderson, Developing Children's Thinking Through Science (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1970), p. 58.

[2] Ibid., pp. 47-59.

[3] เสถียร สมัตถภาพงศ์, "วิธีการเรียนแบบล่าคำตอบ (Answer Hunting)" ใน ลดเวลาการสอน: นวัตกรรมที่น่าสนใจ, อาคม จันทสุนทร และเชาวลิต ชำนาญ, บรรณาธิการ (โครงการส่งเสริมสมรรถภาพการสอน ลพบุรี, 2521), หน้า 231-240.

[4] Arthur Carin and Robert B. Sund, Teaching Science Through Discovery (Ohio: Charles E. Merrill, Books, 1964), p. 53.

[5] Melvin Berger, "Using History in Teaching Science," in Inquiry Techniques for Teaching Science, Compiled by William D. Romey (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968), p. 230.

ความหมาย

กูด (Good) ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Approach) เป็น 2 ประการ คือ ... (2) (ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์) เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และเสาะแสวงหาความรู้ โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบโดยตนเอง (3) เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem-solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการ แยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายในใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด (Ideal Circumstances) การใช้วิธีการอย่างฉลาด (Brilliant Leaps) สามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล [1]

ความหมาย 2 ประการนี้ มีลักษณะต่างกัน กล่าวคือ ความหมายประการแรกแสดงลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบสอบเป็น 3 ประการคือ

1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความปรารถนาที่จะค้นคว้าหาความรู้เอง
2. ครูพยายามให้นักเรียนใช้ "คำถาม" เป็นสื่อในการหาความรู้
3. ครูให้นักเรียนค้นหาคำตอบให้พบโดยตนเอง

---

[1] Carter V. Good, Dictionary of Education (New York: McGraw-Hill Book Co., 1973), p. 303.

ส่วนความหมายประการที่ 2 ถูกให้ความหมายของการสอนแบบสืบสอบว่าเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem-solving Approach) โดยระบุลักษณะสำคัญเป็น

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ซันด์ (Sund) ให้ความหมายของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบว่า คือ การสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้ หรือความจริงโดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ [1]

ความเห็นนี้ตรงกับความเห็นนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science Educator) หลายท่าน เช่น คลอฟเฟอร์ (Klopfer) ซึ่งกล่าวว่า "ประเด็นหลักที่ต้องเน้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสืบสอบหาความรู้โดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Process of Scientific Inquiry)" แต่คลอฟเฟอร์เชื่อว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญกว่าความเข้าใจมโนทัศน์ หรือเนื้อหาความรู้ [2]

ซันด์ ยังได้ชี้ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสืบสอบกับการวิจัยว่า มักมีการเข้าใจผิดพลาดเสมอ ระหว่างการสืบสอบ (Inquiry) กับ การวิจัย (Research) การสืบสอบไม่ใช่การวิจัย เพราะการวิจัยมุ่งใช้วิธีการวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาที่ไม่มีใครตอบมาก่อน แต่การสืบสอบไม่จำเป็นต้องแสวงหาคำตอบแบบนั้น นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์

---

[1] Robert B. Sund, Teaching Science by Inquiry: in the Secondary School (Ohio: Charles E. Merrill, 1967), p. 62-65.

[2] L.E. Klopfer, "The Teaching of Science and the History of Science," Journal of Research in Science Teaching 6(1969): 87-89 Quoted in "A Question of Balance: a Wholistic View of Sciencetific Inquiry," Stan Rachelson, Science Education 61(Jan-Mar 1977): 112.

เพื่อแสวงหาคำตอบ แต่ไม่ได้มุ่งตอบปัญหาที่ไม่มีใครตอบมาก่อน [1]

รูเธอร์ฟอร์ด (Rutherford) ได้เสนอความเห็นต่างออกไปว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ (Teaching Science as Inquiry) มีความหมายได้ 2 นัย คือ

1. คือการสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่การสืบสอบหาความรู้ เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในวิทยาศาสตร์

2. คือการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสืบสอบ [2]

รูเธอร์ฟอร์ดได้พิจารณาประเด็นทั้ง 2 นี้แยกจากกัน เขากล่าวว่า ในการสอนให้การสืบสอบหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์นั้น ไม่จำเป็นนักที่จะต้องใช้วิธีการสืบสอบในการสอน ก็อาจทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ [3]

แต่ความเห็นโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสอบ มักเป็นการนำทั้ง 2 ประเด็นที่กล่าวนี้มาประสานกันเสียส่วนมาก

---

[1] Robert B. Sund, Teaching Science by Inquiry: in the Secondary School, p. 8-9.

[2] F. James Rutherford, "The Role of Inquiry in Science," in Science," in Inquiry Techniques for Teaching Science, Complied by William D. Romey (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1968), pp. 264-265.

[3] Ibid.

ธีระชัย ปูรณโชติ ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสอบไว้อย่างชัดเจนว่า

"... ความหมายของคำว่า "สืบสอบ" ก็คือ การค้นคว้าหาความรู้หรือความจริง เรา เน้นที่การคนคว้ามากกว่าผลิตผลของการคนคว้า หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ การสอนด้วย วิธีสืบสอบเน้นถึงกระบวนการของการคนคว้าทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ นักเรียนจะ เรียนวิทยาศาสตร์โดยถือว่าวิทยาศาสตร์คือขบวนการ หรือวิธีการ และเข้าใจถึง มูลฐานเบื้องต้นของหลักฐาน หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ความมุ่งหมายของวิธีการสอน แบบนี้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติจริง ๆ ในการค้นพบ สิ่งใหม่ ๆ วิธีการก็คือให้นักเรียนลองปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์นั่นเอง การสอนโดย วิธีสืบสอบเป็นการสอนที่เน้นกิจกรรม ในการตั้งและกำหนดปัญหา การสังเกตการจัด การจำแนกสิ่งต่าง ๆ การทำนายหรือการตั้งสมมุติฐาน การค้นคว้าหาแบบอย่างที่มี ความหมาย (Meaningful Pattern) การสร้างการทดลอง การวิเคราะห์ ข้อมูลและทดสอบสมมุติฐาน [1]

ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า การสอนแบบสืบสอบเป็นการสอนที่มีหลักเกณฑ์ทางปรัชญา วิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาการเรียนรู้รองรับ การสอนแบบสืบสอบจึงเป็นวิธีการสอนที่ได้รับ ความสนใจ นำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย มีการทดลองศึกษาวิธีการสอน โดยอาศัยหลักสำคัญของการสอนแบบนี้ไว้เป็นจำนวนมาก วิธีการสอนแบบสืบสอบจึงมีหลาย ลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีการที่สำคัญพอสังเขปดังนี้

วิธีการสอนแบบสืบสอบ

006068

ซุคแมน (Suchman) จัดโครงการวิจัยการสอนแบบสืบสอบขึ้นในปี ค.ศ. 1961 ซึ่งเป็นก้าวสำคัญในระยะแรกเริ่มการศึกษาวิธีสอนแบบสืบสอบ การสอนของซุคแมน แบ่งออกเป็น 3 ขั้น แต่ละขั้นมีลักษณะโดยสรุป ดังนี้

---

[1] ธีระชัย ปูรณโชติ, "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," หน้า 46.

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ครูสร้างเรื่องซึ่งขัดแย้งกันในเชิงปรากฏการณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความต้องการจะสืบค้นต่อไป เช่น ครูนำลูกกลมเหล็กที่ลอดห่วงได้พอดีมาเผาให้ร้อนแล้วนำมาลอดห่วงอันเดิม ลูกกลมเหล็กจะลอดไม่ได้ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ซักถาม ครูให้นักเรียนซักถามโดยครูจะตอบแต่ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น ในขั้นนี้นักเรียนจะออกแบบการทดลอง แต่ไม่ทำการทดลองจริง คงใช้วิธีถามกันระหว่างครูและนักเรียนเช่นเดิม

ขั้นที่ 3 ครูจะช่วยวิจารณ์ว่านักเรียนควรจะปรับปรุงการถามอย่างไร อาจใช้วิธีเปิดเทปการซักถามที่ผ่านไปแล้วให้ฟังก็ได้ [1]

การสอนแบบสืบสอบโดยวิธีนี้ เน้นการใช้คำถามเป็นสื่อในการสืบสอบหาความรู้ ไม่มีการใช้ปฏิบัติการทดลองในการสอน เว้นแต่เพื่อสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเท่านั้น การสอนในลักษณะนี้เอง วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้พัฒนาออกไปเป็นการสอนแบบ โอ-อี-พี-ซี อินไควรี (O-E-P-C Inquiry) ในประเทศไทย [2]

ซุคแมน (Suchman) ได้กล่าวถึงโครงการนี้ว่า ไม่ได้มีเจตนาที่จะเสนอวิธีสอนวิทยาศาสตร์วิธีใหม่ แต่เป็นการเสนอวิธีสอนทักษะความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น (Basic Cognitive Skills) ซึ่งปรากฏในโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และหลักสูตร

---

[1] Richard J. Suchman, "The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry," อ้างถึงใน จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน, วีรยุทธ วิเชียรโชติ (กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์, 2520), หน้า 43-45.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 46.

ทั้งหลายที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนใช้เหตุผล ให้นักเรียนสร้างและทดสอบสมมุติฐาน[1] ซึ่งเป็นการเสนอว่า การสอนแบบดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้สอนวิชาอื่น ๆ นอกจากวิชาวิทยาศาสตร์ก็ได้นั่นเอง

ชวาป (Schwab) ได้เสนอการสอนแบบสืบสอบอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเขาเรียกว่า "การนำเข้าสู่การสืบสอบ (Invitation to Inquiry)" ลักษณะการสอนเป็นการอภิปราย ซึ่งครูจัดข้อมูลเบื้องต้นไว้ให้นักเรียนก่อน นักเรียนเพียงแต่ตีความหมายข้อมูลเพื่อให้เหตุผลเป็นการแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ การอภิปรายใช้วิธีจัดเป็นกลุ่ม ครูมีหน้าที่คอยควบคุมให้การอภิปรายตรงประเด็น[2]

วิธีการนี้จะประหยัดเวลาที่นักเรียนต้องใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และลดปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือไปได้มาก การสอนแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับการสอนแบบล่าคำตอบ (Answer Hunting) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนตีความ สรุปเหตุผล และหลักเกณฑ์จากเนื้อความที่จัดไว้ให้ก่อน[3] ต่างกันแต่เพียงการสอนแบบล่าคำตอบเป็นนวัตกรรมที่จัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง จึงเป็นหน่วยการเรียนซึ่งใช้สำหรับวิชาทั่ว ๆ ไประดับประถมศึกษาเท่านั้น

---

[1]David P. Ausubel, "An Evaluation of the Conceptual Schemes Approach to Science Curriculum Development," in Inquiry Techniques for Teaching Science, Compiled by William D. Romey (Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1968), p. 290.

[2]William D. Romey, Inquiry Techniques for Teaching Science (Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1968), pp. 31-32.

[3]เสถียร สมัตถภาพงศ์, "วิธีการเรียนแบบล่าคำตอบ (Answer Hunting)" ใน ....., หน้า 231-240.

ทาบา (Taba) ได้ศึกษากลวิธีในการสอน (Teaching Strategies) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยอาศัยหลักการสืบสอบตามลำดับขั้นของการคิด ซึ่งจัดเป็น 3 ระดับ คือ งานความคิด 1 (Cognitive Task 1) งานความคิด 2 (Cognitive Task 2) งานความคิด 3 (Cognitive Task 3) ซึ่งเรียงตามลำดับดังนี้

งานความคิด 3	การพิสูจน์สมมุติฐาน การอธิบายเพื่อสนับสนุนสมมุติฐาน การตั้งสมมุติฐาน
งานความคิด 2	การสรุปหลักเกณฑ์ การเปรียบเทียบความเหมือนกันและต่างกัน
งานความคิด 1	การให้นิยาม การระบุประเภท การสังเกต

ลำดับขั้นของกระบวนการสืบสอบ
(Hierachy of Inquiry Processes)[1]

การสอนแบบสืบสอบวิธีนี้ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ถาม ซึ่งตรงข้ามกับวิธีของซุคแมน ซึ่งครูเป็นผู้ตอบคำถาม เมื่อครูถาม ครูจะใช้คำถามที่จะสร้างความคิดให้แก่นักเรียนตามลำดับขั้นดังกล่าว วิธีการสอนแบบของทาบาเป็นวิธีการที่ใช้ในการสอนวิชาใดก็ได้

---

[1] จำนง พรายแย้มแข, เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์, หน้า 90-91.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้ศึกษาการสอนแบบสืบสอบในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2513 [1] ใช้ชื่อเรียกว่า การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Investigation or OEPC Inquiry)

วีรยุทธ วิเชียรโชติ ให้ความหมายของการสืบสอบต่างออกไป โดยเน้นการนำไปใช้เป็นพิเศษ และได้เสนอวิธีการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นต่าง ๆ 5 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการให้สังกัปแนวหน้า (สน) คือ ขั้นที่ครูปูพื้นความพร้อมให้ผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ และการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

2. ขั้นสังเกต (ส) คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์

3. ขั้นอธิบาย (อ) คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบาย หรือหาสาเหตุของปัญหาข้องจิตในรูปของการใช้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี ฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ หรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

4. ขั้นทำนายและทดสอบ (ท) คือ ขั้นที่ครูจะช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์คำอธิบาย หรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผลเมื่อเราแปรค่าสาเหตุ และฝึกให้รู้จัก การแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมุติฐานเชิงทำนายตลอดจนการทดสอบสมมุติฐานนั้น

5. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค) คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบไปใช้ ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุม และสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์ [2]

---

[1] วีรยุทธ วิเชียรโชติ, จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน, หน้า 46.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 21-22.

ทุกขั้นตอนที่กล่าวมานี้ ครูใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในการสอน และเร้าให้นักเรียนถามคำถามเพื่อการสอบสวนเป็นขั้น ๆ จนสามารถค้นพบความจริง

การสอนแบบสืบสอบในลักษณะนี้ เน้นการใช้คำถามโดยใช้คำถาม 5 แบบ คือ

1. คำถามประเภทสังกับแนวหน้า (สน)
2. คำถามประเภทสังเกต (ส)
3. คำถามประเภทอธิบาย (อ)
4. คำถามประเภททำนาย (ท)
5. คำถามประเภทควบคุมและคิดสร้างสรรค์ [1]

หลักการโดยสรุปของการสอนมี 7 ประการ คือ

1. หลักการแสวงหาความรู้ด้วยคำถาม
2. หลักการเรียนรู้ และค้นพบกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง
3. หลักการเรียนรู้จากปัญหา
4. หลักการแก้ปัญหาด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ทั้งทางวัตถุและทางจิตใจ
5. หลักการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี
6. หลักการอยู่รวมกันแบบ "อารยประชาธิปไตย"
7. หลักการควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก [2]

---

[1] วีรยุทธ วิเชียรโชติ, จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน, หน้า 89-96.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 85.

นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ ได้เสนอการสอนแบบสืบสอบที่ถือตามความหมายของการสอนแบบสืบสอบตามที่วีรยุทธ วิเชียรโชติ เสนอไว้ ในการสอนวิชาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (non-science) เช่น จริยธรรม และภาษาไทย [1] อีกด้วย

โดยสรุปการสอนแบบสืบสอบที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ มีหลักการที่เหมือนกันคือ

1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความปรารถนาในการจะสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในการสืบสอบ
3. นักเรียนค้นพบโดยตนเอง
4. มุ่งให้นักเรียนใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ แต่ละวิธียังสามารถนำไปใช้สอนวิชาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (non-science) ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ในการนำวิธีสอนแบบสืบสอบมาใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มีลักษณะที่เด่นชัดประการหนึ่ง ซึ่งแตกต่างไปจากการสอนแบบสืบสอบในวิชาอื่น ๆ กล่าวคือ ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มักใช้ปฏิบัติการทดลองควบคู่ไปกับการสอนโดยปกติด้วย หลักสูตรวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้ปฏิบัติการทดลองควบคู่ไปกับการสอนแบบสืบสอบมีปรากฏใช้กันอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น หลักสูตรตามโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (The Biological Sciences Curriculum Study, BSCS), หลักสูตรตามโครงการวิธีพันธะเคมี (The Chemical Bond Approach Project, CBA), หลักสูตรตามโครงการหลักสูตรปฐพีวิทยา (The Earth Sciences Curriculum

---

[1] วีรยุทธ วิเชียรโชติ, จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน, หน้า 129–165.

Project, ESCP) และหลักสูตรฟิสิกส์ตามโครงการฮาร์วาร์ด (The Harvard Project Physics, HPP) [1] เป็นต้น

การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปฏิบัติการทดลอง (Laboratory)

โนแวค (Novak) กล่าวว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน ควรใช้ปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) เพราะนักเรียนจะได้ทราบขอบเขตความรู้ ความจำกัดของความสามารถในการคิด การรับรู้ ซาบซึ้งในวิธีการหาความรู้ที่ถูกต้อง เห็นประโยชน์ของเครื่องมือ จะมองเห็นปัญหาและรู้ระดับของปัญหา [2]

โรมี (Romey) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีปฏิบัติการทดลองเป็นพื้นฐาน (Laboratory Oriented Discipline) ดังนั้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดีควรเป็นหลักสูตรที่มีปฏิบัติการทดลองเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน (Laboratory Centered Curriculum) มากกว่า ตำราหรือการบรรยายเป็นศูนย์กลาง (Text or Lectured Center Curriculum) [3]

อย่างไรก็ดี โรมีให้ความเห็นว่า ไม่ควรใช้การปฏิบัติการทดลองกับหัวข้อที่เรียนทุกเรื่อง เช่น หัวข้อในวิชาชีววิทยา และปฐพีวิทยา (Earth Science) เพราะวิธีการสำคัญของการศึกษามักเป็นการสังเกต และการจำแนกประเภทอย่างมีหลักเกณฑ์

---

[1] Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge, Teaching Science by Inquiry, p. 64.

[2] Ibid., p. 93.

[3] William D. Romey, Inquiry Techniques for Teaching Science, p. 20.

ในบางครั้งการทำปฏิบัติการสิ้นเปลืองเวลามากเกินไปอีกด้วย ซึ่งในกรณีนี้การใช้วิธีการสาธิต หรือสอนตามปกติ (Didactic Expository) ก็ได้ผลเพียงพอ [1]

โรมี ได้เสนอว่า ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้ผลควรมีลักษณะโดยทั่วไป ดังนี้

1. ครูยกปัญหาขึ้น
2. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนแสดงกราฟ ศึกษา และตีความหมายข้อมูล
5. นักเรียนสร้างข้อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ (Generalization) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐาน
6. มีการจัดอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับความหมาย ความจำกัดของข้อมูล ความสัมพันธ์ต่อปัญหาอื่น ๆ หรืออภิปรายสิ่งที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนั้น
7. ถ้านักเรียนมีความสนใจเพียงพอ อาจจัดให้มีการอภิปรายเฉพาะประเด็น
8. ในการอภิปรายควรใช้ตำราประกอบ ซึ่งจะเป็นการขยายความคิดของนักเรียน [2]

อย่างไรก็ดี ปฏิบัติการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ อาจจัดขึ้นได้หลาย ๆ แบบ

ชวาป (Schwab) กล่าวถึง ปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) ว่ามีอยู่ 3 แบบ โดยแต่ละแบบจะแตกต่างกันที่ระดับการเปิด (Openness) ต่อผู้เรียน ดังนี้

---

[1] William D. Romey, Inquiry Techniques for Teaching Science, p. 21.

[2] Ibid.

แบบที่ 1 มีการยกปัญหา อธิบายแนวทางและวิธีทำที่นักเรียนจะค้นพบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนยังไม่ทราบ

แบบที่ 2 มีการยกปัญหา แต่ไม่บอกวิธีการและคำตอบไว้ให้

แบบที่ 3 ไม่บอกทั้งปัญหา วิธีการและคำตอบ [1]

และเมื่อมองในแง่การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้ปฏิบัติการประกอบ สุวัตถ์ นิยมค้า ได้เสนอว่า ควรเริ่มต้นโดยใช้กิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Activities) ก่อนแล้วจึงไปหากิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) ในภายหลัง และกล่าวถึงลักษณะการจัดกิจกรรมทั้ง 2 แบบ ดังนี้

การจัดกิจกรรมสำเร็จรูป

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 2
4. เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตาราง และเขียนกราฟตามที่ครูบอก
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้เด็กตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาแล้วอภิปรายหน้าชั้น การสรุป นักเรียนบางคนอาจจะถูก อาจจะผิด ครูจะบอกว่าใครถูกใครผิด

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ครูตั้งปัญหาให้
2. ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผน และกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้ข้อสรุป

---

[1] Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge, Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, p. 82.

3. ครูคอยแนะแนวทางด้วยการถามให้เกิดความคิดทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง

บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นทางที่จะกำหนดวิธีการค้นหาได้ ครูควรจะทำดังนี้

1. ตั้งปัญหาให้เด็กนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนการทดลอง

2. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

3. เมื่อถึงวันทดลองให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้ามาแล้วมีการอภิปราย แล้วกำหนดวิธีการค้นคว้าที่จะเป็นไปได้ 2–3 วิธี

4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

5. เสนอผลงานด้วยการอภิปราย [1]

สมาคมนักเคมีโรงงานอุตสาหกรรม (The Manufacturing Chemists' Association) ได้ระบุลักษณะของการปฏิบัติการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งเรียกว่าการทดลองแบบปลายเปิด (Open-ended Experiment) ไว้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการจะถามปัญหากว้าง ๆ ไม่บอกวิธีการปฏิบัติการทดลองให้

2. นักเรียนไม่ทราบคำตอบของปัญหาก่อนการทดลอง

3. นักเรียนต้องเข้าใจปัญหาอย่างดี รวมทั้งเหตุผลต่าง ๆ และวิธีที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนทำการสังเกต และสรุปผลเอง

5. รายงานการทดลองควรเป็นรายงานที่เขียนบอกจุดมุ่งหมายในการทดลอง ข้อมูล และข้อสรุปผล

6. ให้นักเรียนคิดตีความหมายสิ่งที่เขาสังเกต

7. ข้อมูลอาจถูกพิจารณาได้ในหลายระดับ ตามความสามารถของนักเรียน

---

[1] สุวัทถ์ นิยมค้า, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด, หน้า 127–128.

8. คำตอบจากการทดลอง อาจนำไปสู่ปัญหาใหม่ ซึ่งอาจต้องมีการทดลองและอภิปรายต่อไปอีก

9. การทดลองสามารถปรับระยะเวลาได้

10. นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการทดลองล่วงหน้า

11. นักเรียนอาจปรึกษาผลการทดลองกับเพื่อน ๆ ซึ่งจะทำให้เขารู้สึกภาคภูมิใจต่อผลที่ถูกต้อง และมีความสำคัญ

12. มักจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว นักเรียนแต่ละคนจะพบคำตอบที่ถูกต้องของตนเอง ด้วยเครื่องมือของแต่ละคน

13. การทดลองอาจทำให้นักเรียนมองเห็นว่า ปัญหาหลายอย่างอาจมีจุดรวมอยู่กับการทดลองเพียงอย่างเดียว และการทดลองนั้นควรได้รับการพิจารณา และถามคำถามหลาย ๆ ด้าน

14. นักเรียนอาจศึกษาคุณสมบัติบางประการ ซึ่งครูอาจถามให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติเหล่านั้น

15. ครูอาจถามให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์ (Generalization) จากข้อมูลที่รวบรวมได้ และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายพฤติกรรม หรือผลการทดลองที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

16. การทดลองอาจทำให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบต่อไป นอกเวลาเรียนได้ [1]

---

[1] Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge, Teaching Science by Inquiry: in the Secondary School, p. 82.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้ปฏิบัติการทดลองของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยปัจจุบันใช้วิธีสอนแบบสืบสอบที่เรียกว่า "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้" ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอนแบบนี้เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดลองซึ่งสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้อธิบายว่า ในการเรียนการสอนแบบนี้ จำเป็นจะต้องอาศัยกิจกรรมต่อไปนี้ คือ

1. การทดลอง
2. การอภิปรายการซักถามระหว่างครูและนักเรียน [1]

และได้กล่าวถึงวิธีการสอนว่า

> .... ดังนั้น ในการเรียนการสอนแบบนี้ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง และตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำอภิปราย โดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ [2]

ลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้อย่างชัดเจนจาก "ข้อแนะนำสำหรับครูที่จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้" ดังนี้

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," หน้า 1. (อัดสำเนา)

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 4–5.

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเรื่องนั้นได้มากขึ้น ครูควรจะได้ลองทำการทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้น เพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะต้องใช้ว่ามีพร้อมและครบสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรที่จะกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคต่าง ๆ ของการสอน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรจะเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายให้พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ และในขณะเดียวกันก็จะไม่ทำให้นักเรียนด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถาม อย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ครูควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุก ๆ คน แม้ว่าคำถามนั้นอาจจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรจะชี้แจงให้ทราบ และโยนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามมานั้น ควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนแบบที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้น อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า ครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป ในเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนพอที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอ จึงค่อยสรุปผล

7. ครูอาจนำเอาวิธีการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการให้คำอธิบายเพิ่มเติมมาใช้ เมื่อมีความจำเป็น และในโอกาสที่เหมาะสม ในเมื่อวิธีการเหล่านั้นจะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ดียิ่งขึ้น [1]

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ได้นำมาใช้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสนองจุดมุ่งหมายซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แถลงไว้ว่า มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ [2] กล่าวคือ เน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้นเอง

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

คารีน (Carin) กล่าวว่า "จุดประสงค์พื้นฐานของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ก็คือการพัฒนาทักษะ และทัศนคติในการสืบสอบแสวงหาความรู้โดยวิธีวิทยาศาสตร์ ควบไปกับมโนทัศน์และหลักเกณฑ์ของวิชาวิทยาศาสตร์" [3]

ทักษะในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) จึงเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," หน้า 6-7.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 1.

[3] Arthur Carin and Robert B. Sund, Teaching Science Through Discovery, p. 35.

เนย์ (Nay) ได้แสดงความคิดซึ่งสอดคล้องกันว่า การพิจารณาตัดสินประสิทธิภาพของวิธีสอน หรือหลักสูตร (วิทยาศาสตร์) ใด ๆ ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ (Knowledge) หรือ ความคิด ความเข้าใจ (Cognitive) ของนักเรียนต่อวิธีการสืบสอบหาความรู้ หรือกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน และทักษะที่นักเรียนแสดงออกขณะที่เรียนวิทยาศาสตร์[1]

เนย์ได้สรุปสาระสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประการ คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการในการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการใช้กระบวนการนี้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์[2]

ความเป็นมา

แนวความคิดในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้เป็นที่แพร่หลาย เมื่อไม่นานมานี้พัฒนาการของแนวความคิดนี้ สืบเนื่องมาจากการนำ "วิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)" มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีความเป็นมาเป็นลำดับโดยย่อดังนี้

ดิวอี้ (Dewey) ได้เสนอความคิดให้นำวิธีวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยในปี ค.ศ. 1915 ดิวอี้ เสนอว่า การเรียนการสอนควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการได้กระทำจริง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้คิด การคิดนี้ควรเป็นไปตามลำดับขั้นตามวิธีวิทยาศาสตร์ และในการเรียนการสอนก็ควรใช้วิธีสอนที่เป็นลำดับขั้นเช่นเดียวกัน

---

[1] Marshall A. Nay and Associates, "A Process Approach to Teaching Science," Science Education 55 (April-June 1971): 197.

[2] Ibid., p. 206.

ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นเห็นว่า การทำงานทางวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งดิวอี้ ได้นำมาเสนอเป็นวิธีการเรียนการสอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นสังเกต
3. ขั้นตั้งสมมุติฐาน
4. ขั้นทดสอบสมมุติฐาน [1]

การคิดวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) จึงเริ่มปรากฏความสำคัญในฐานะเป็นจุดมุ่งหมายประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ในปี ค.ศ. 1949 เดรสเซล (Dressel) ได้ศึกษาการวัดผลจุดมุ่งหมายข้อนี้ เดรสเซลได้ระบุผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับการคิดวิธีวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ

1. การระบุและแก้ปัญหา
2. การกำหนดสมมุติฐานและเลือกวิธีทดสอบสมมุติฐาน
3. การวิเคราะห์หรือประเมินวิธีการทดลอง ข้อมูล ข้อสรุป และการตีความหมายสิ่งเหล่านี้
4. การเคารพในสภาพความจริง [2]

---

[1] John Dewey, Democracy and Education: an Introduction to the Philosophy of Education (New York: The Free Press, 1975), p.151.

[2] P. G. Dressel and Others, Comprehensive Examinations in a Program of General Education (Michigan: Michigan State University Press, 1949) Quoted in Rodney L. Doran, "Measuring the Processes of Science Objectives," Science Education 62 (1978): 19.

ในระยะแรก ๆ ความคิดเกี่ยวกับวิธีวิทยาศาสตร์จึงเป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นสำคัญ

เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์ได้ใช้การปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ดังนั้น ในเวลาต่อมาจึงเริ่มมีการพิจารณาวิธีการวิทยาศาสตร์ในแง่ทักษะขึ้น แต่ก็ยังไม่แยกพิจารณาออกมาอย่างเด่นชัด คงจัดรวม ๆ ไปกับจุดมุ่งหมายประการอื่นในการสอนวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จาก ในปี ค.ศ. 1967 สมาคมแห่งชาติเพื่อศึกษาทางการศึกษา (The National Society for the Study of Education) ได้ระบุเป้าหมายในการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ได้แก่ ทักษะ ทัศนคติ และความซาบซึ้ง ดังต่อไปนี้

1. การอ่านและตีความข้อเขียนทางวิทยาศาสตร์ได้
2. รู้แหล่งข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์
3. ทำการทดลองที่เหมาะสม เพื่อทดสอบความคิดได้
4. สามารถใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
5. รู้จักเลือกข้อมูลได้ตรงต่อปัญหา และกำหนดปริมาณข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้
6. สรุปลงความเห็นได้ถูกต้อง สามารถทำนายโดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่
7. รู้ และสามารถประเมินค่าข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิค และกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
8. สามารถแสดงความคิดออกมาได้ดี
9. รู้จักใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการดำเนินกิจกรรมทางสังคม
10. แสวงหาความสัมพันธ์และแนวความคิดใหม่ ๆ จากความรู้ที่มี [1]

---

[1] National Society for the Study of Education, "Rethinking Science Education," 1960 Quoted in Nathan S. Waston, Teaching Science Creatively, (Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1967), p.43.

ในเวลาต่อมาไม่นาน จุดมุ่งหมายเกี่ยวกับการคิดวิธีวิทยาศาสตร์ก็เปลี่ยนมาสู่ "กระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science Processes)

โดแรน (Doran) กล่าวว่า สิ่งสำคัญ 2 ประการที่ทำให้ "กระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science Processes)" เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายคือ

1. การพัฒนาหลักสูตร เอส เอ พี เอ (Science-A Process Approach, SAPA)โดย สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science)

2. การประกาศสาระสำคัญ ซึ่งเป็นความเชื่อพื้นฐานของกระบวนการวิทยาศาสตร์ในเอกสาร "จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ (Theory Into Action)" โดย สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association, NSTA)ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ดำเนินไปบนความเชื่อพื้นฐานที่ได้จากประสบการณ์หลายศตวรรษว่า เอกภพจะไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ และทันทีทันใด

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนการสังเกตตัวอย่าง (Sample) ของสสาร ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยสาธารณะ ไม่ใช่เฉพาะบุคคล

2.3 วิทยาศาสตร์ดำเนินไปทีละเล็กละน้อย (A Piece Meal Manner) แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้รับความเข้าใจที่เป็นระบบอย่างสมบูรณ์ในส่วน และลักษณะต่าง ๆ ของธรรมชาติ

2.4 วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไม่จบ หรือไม่มีทางสิ้นสุดไปตลอดกาล จะมีสิ่งที่จะถูกค้นพบอยู่ต่อไปเสมอ เกี่ยวกับพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในเอกภพ

2.5 การวัด (Measurement) เป็นสิ่งที่สำคัญของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่สาขาต่าง ๆ เพราะการสร้างสูตร และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ จะต้องอาศัยการพัฒนา

การแยกแยะความแตกต่างทางปริมาณ (The Development of Quantitative Distinction) [1]

ในปี ค.ศ. 1966 เวลช์ (Welch) ได้สร้างแบบทดสอบเกี่ยวกับความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ และได้ให้ความหมายของกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "คือ กิจกรรมหรือการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพยายามที่จะเข้าใจธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้ ตั้งอยู่บนความเชื่อพื้นฐานต่าง ๆ และได้รับการปฏิบัติไปตามความตระหนักในธรรมชาติของผลลัพธ์ ศีลธรรม (Ethics) และเป้าหมายของศาสตร์" [1]

ในระยะนี้ได้มีผู้เสนอกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้นไว้ต่าง ๆ กัน เช่น กระบวนการวิทยาศาสตร์ ของ บราวน์ (W.R. Brown) [2] กระบวนการวิทยาศาสตร์ ของ เอ็น เอ อี พี (NAEP) ย่อจาก (National Assessment of Educational Progress) [3] เป็นต้น

---

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

[2] W. W. Welch, "The Development of an Instrucment for Inventorying Knowledge of the Processes of Science," Doctoral Dissertation, University of Wisconsin, 1966. Quoted in Marshall A. Nay and Associates, "A Process Approach to Teaching Science," Science Education 55 (April-June 1971): 198.

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

[4] Rodney L. Doran, "Measuring the Processes of Science Objectives," p. 25.

ในปี ค.ศ. 1968 สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science) ได้ประกาศ "รายการกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (An Inventory of Processes in Scientific Inquiry)" ซึ่งได้จากการศึกษาในโครงการวิทยาศาสตร์โดยวิธีกระบวนการของโรงเรียนมัธยมเอดมันตัน (The Edmonton Junior High School Process-Approach Science Project) กระบวนการเหล่านี้ประกอบด้วยกระบวนการหลัก 14 กระบวนการกับการปฏิบัติซึ่งสืบเนื่องการสืบสอบหาความรู้ต่อไปอีก 3 กระบวนการ ดังนี้

การริเริ่ม

1. ระบุและกำหนดปัญหา
   (ก) คาดคะเนปรากฏการณ์
   (ข) กำหนดตัวแปร
   (ค) ให้ข้อสังเกตและสร้างข้อตกลงสมมุติ
   (ง) จำกัดขอบเขตปัญหา
2. หาข้อมูลพื้นฐาน
   (ก) ระลึกถึงความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง
   (ข) ศึกษาค้นคว้าเอกสาร
   (ค) ปรึกษาคนอื่น ๆ
3. การทำนาย
4. ตั้งสมมุติฐาน
5. ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลในปฏิบัติการสนาม หรือการทดลอง
   (ก) ให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการแก่ตัวแปรอิสระ และตัวแปรควบคุม
   (ข) ระบุวิธีการเป็นขั้นตอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 1805612X

(ค) ระบุเครื่องมือ, วัสดุ และเทคนิคที่จำเป็น

(ง) ระบุคำเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย

(จ) ออกแบบวิธีการบันทึกข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูล

6. วิธีการ

(ก) เก็บรวบรวม สร้าง และติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

(ข) ปฏิบัติงานสนามหรือปฏิบัติการทดลอง

(ค) ระบุข้อจำกัดของแบบและดัดแปลงวิธีการ

(ง) ปฏิบัติการซ้ำ

(จ) บันทึกข้อมูล

7. สังเกต

(ก) หาข้อมูลเชิงคุณภาพ (เช่น ใช้ความรู้สึก)

(ข) หาข้อมูลเชิงปริมาณ หรือกึ่งเชิงปริมาณ (เช่น วัด, อ่านสเกล, นับตัวอย่าง, ประมาณ)

(ค) รวบรวมตัวอย่าง

(ง) หาข้อมูลในลักษณะที่แสดงโดยกราฟ (เช่น แผนภูมิ, ภาพ, ฟิล์ม)

(จ) ให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมาย หรือที่เกิดโดยบังเอิญ

(ฉ) ให้ข้อสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

(ช) ตัดสินความเที่ยงตรง และความเชื่อถือได้ของข้อมูล

การจัดกระทำกับข้อมูล

8. จัดข้อมูล

(ก) จัดลำดับเพื่อแสดงความเป็นภาวะเกณฑ์

(ข) จัดจำแนกประเภท

(ค) เปรียบเทียบ

9. แสดงข้อมูลโดยกราฟ

(ก) เขียนกราฟ, แผนภูมิ, แผนที่, ไดอะแกรม

(ข) ทำนายในขอบเขตของข้อมูลและนอกขอบเขตข้อมูล

10. จัดกระทำข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์

(ก) คำนวณ (คิดตัวเลข)

(ข) ใช้สถิติ

(ค) พิจารณาความไม่แน่นอนของผลการศึกษา

การสรุปโนทัศน์จากข้อมูล

11. ตีความหมายข้อมูล

(ก) ให้คำอธิบายกลุ่มข้อมูล

(ข) สร้างข้อสรุปพาดพิงหรือหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล

(ค) ตัดสินความเที่ยงตรงของข้อสรุปลงพื้นฐาน การทำนาย และสมมุติฐาน

12. สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

(ก) เป็นคำพูด

(ข) เป็นเชิงคณิตศาสตร์

13. แสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

14. เชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่ (พัฒนาในรูปแบบในใจ)

ความเปิด (Openness)

15. หาหลักฐานต่อไปเพื่อ

(ก) เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบาย หรือการสรุปหลักเกณฑ์

(ข) ทดสอบขอบเขตของการใช้ของคำอธิบาย หรือหลักเกณฑ์

16. ระบุปัญหาใหม่เพื่อการสืบสอบความรู้ของ

(ก) ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรตัวใหม่

(ข) สิ่งที่สังเกตพบโดยไม่คาดหมาย

(ค) ความไม่สมบูรณ์ (ช่องว่าง) และความไม่คงที่ภายในของทฤษฎี

17. ใช้ความรู้ที่ค้นพบ [1]

แม้ว่ากระบวนการเหล่านี้จะอยู่ในรูปที่จัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน แต่ตามสภาพความเป็นจริงแล้ว การปฏิบัติไม่ได้เป็นไปตามลำดับเหล่านี้ทั้งหมด

ต่อมาใน ปี ค.ศ. 1971 สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science) กำหนดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับ เค-3 (K-3) ในหลักสูตร เอส เอ พี เอ (SAPA) ไว้ดังนี้ [2]

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การใช้ความสัมพันธ์เชิงจำนวน
4. การใช้ความสัมพันธ์ระยะทางต่อเวลา (Space/time Relationship)
5. การจัดจำแนก

---

[1] Marshall A. Nay and Associates, "A Process Approach to Teaching Science," pp. 201-203.

[2] Glenn O. Blough and Julius Schwarts, Elementary School Science and How to Teach It (New York: Holt Rinehart and Winston, 1979), pp. 51-52.

พลสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. การสรุปพาดพิง
7. การทำนาย
8. การสื่อความหมาย

และทักษะขั้นผสม (Integratee Skills) เพิ่มขึ้นสำหรับนักเรียนชั้น ป. 4-6 (K 4-6) ดังนี้

9. การให้นิยามปฏิบัติการ
10. การตั้งสมมุติฐาน
11. การควบคุมตัวแปร
12. การตีความหมายข้อมูล
13. การปฏิบัติการทดลอง

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 ประการนี้ ต่อมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ (สสวท.) ได้นำมาศึกษาและสรุปเป็น "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" [1] ที่เป็นจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ 9 ประการดังนี้

---

[1] สาขาวิชาครูและหน่วยทดสอบและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, "รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, 2510), หน้า 1. (อัดสำเนา)

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งการอ่าน หรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกต และผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การให้นิยาม รวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระทัดรัดเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้ อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตารางแผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

6. ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำเป็นการทดลองพิสูจน์สมมุติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทางพื้นที่ และเวลา เป็นต้น [1]

งานวิจัยในต่างประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบมีอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในระยะหลังปี ค.ศ. 1960 แต่งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพิ่งปรากฏในระยะหลัง ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่น่าสนใจเหล่านี้แต่เพียงบางส่วนดังนี้

ในปี ค.ศ. 1970 คาสเตลลี (Castelli) ได้ศึกษาผลทางการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากการศึกษาจากภาพยนตร์ที่สร้างในแบบการสอนวิธีสืบสอบ ซึ่งเป็นภาพยนตร์ประกอบหลักสูตร บี เอส ซี เอส (BSCS) ด้วยการจัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม ให้เรียนโดยการ

---

[1] สาขาวิชาครูและหน่วยทดสอบและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์", หน้า 7-9.

ใช้หลักสูตร บี เอส ซี เอส (BSCS) ประกอบภาพยนต์กลุ่มหนึ่ง และไม่ใช้ภาพยนต์อีกกลุ่มหนึ่ง ที่ไม่ใช้หลักสูตร บี เอส ซี เอส (BSCS) อีก 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มหนึ่งใช้ภาพยนต์ อีกกลุ่มหนึ่งไม่ใช้ภาพยนต์ ภาพยนต์ที่ใช้มีจำนวน ทั้งสิ้น 20 เรื่อง นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับการสอบก่อน และหลังเรียนด้วยแบบสอบประเมินความคิดวิเคราะห์ของวัตสัน-เกลเซอร์ (Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal) และแบบสอบกระบวนการวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science Test)

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การเรียนโดยใช้ภาพยนต์ แบบสืบสอบประกอบทำให้การคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนดีขึ้น แต่ไม่ให้ผลในการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด [1]

ในปีเดียวกันนี้ ไคลน์ (Kline) ได้ทดลองให้นักเรียนใช้ชุดปฏิบัติการแบบปลายเปิดเรื่องดิน ภายใต้สภาพการณ์ 2 อย่าง คือ วิธีแรก ครูสอนโดยวิธีสืบสอบมีการอภิปรายก่อนทำปฏิบัติการ วิธีที่สอง ให้นักเรียนเรียนเองจากชุดปฏิบัติการ โดยครูคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับวัสดุเครื่องมือต่าง ๆ เท่านั้น สุ่มนักเรียนเป็นตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม กลุ่มละ 48 คน และ 49 คน การสอนใช้เวลา 4 สัปดาห์ ครบละ 45 นาที รวม 20 คาบ ใช้แบบทดสอบคะแนนความฉลาดของลอร์จ-ธอร์นไดค์ ฉบับทัศนคติ (Lorge-Thorndike Intelligence Scores, Attitude Invertory) ทำการวัดผล ประกอบการถามเกี่ยวกับนักเรียนแต่ละคนตลอดระยะเวลาที่สอน ผลการวิจัยพบว่า

---

[1] Francis Anthony Castelli, "The Effects Upon Critical Thinking Ability and Processes Skills of Single Topic Inquiry Films in BSCS Biology," Dissertation Abstracts International 31 (May 1971): 3870-A.

1. การสอนทั้ง 2 วิธี ให้ผลต่อความรู้ความเข้าใจต่อปฏิบัติการไม่ต่างกัน
2. การสอนทั้ง 2 วิธี ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่างกัน
3. การสอนทั้ง 2 วิธี ไม่ทำให้ความสนใจต่อการเรียนของนักเรียนต่างกัน
4. การสอนทั้ง 2 วิธี ไม่ทำให้ทัศนคติต่อการเรียนการสอนต่างกัน
5. ระดับความสามารถในการถามของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

แต่อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนมากกว่า 90% ของทั้ง 2 กลุ่มพอใจการเรียนโดยชุดปฏิบัติการ [1]

ฮอฟฟ์ (Hoff) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนปฏิบัติ การวิทยาศาสตร์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่สอนปฏิบัติการตรง ๆ โดยบอกวิธีการอย่างละเอียด วิธีสอนแบบสืบสอบ และวิธีบรรยายประกอบการสาธิต จัดแบ่งกลุ่มความสามารถโดยการทดสอบด้วยแบบสอบวิทยาลัยอเมริกัน (American College Test) แบ่งเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ แบ่งกลุ่มบุคลิกภาพโดยแบบสอบคุณค่าของออลพอร์ท (Allport Study of Values Test) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม วิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบสารูปสนิทดี ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิชาการาศาสตร์เบื้องต้นในมหาวิทยาลัย การทดลองสอนใช้เวลา 1 ภาคการศึกษาเป็นการสอนบรรยายสัปดาห์ละ 2 คาบ ปฏิบัติการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

---

[1] Arlyn Arthur Kline, "A Study of the Relationship Between Self-Directed and Teacher-Directed Eight-Grade Students Involved in an Open-Ended ESCP Laboratory Block," Dissertation Abstracts International 31 (December 1970): 2756-A.

1. ทั้ง 3 วิธี ให้ผลต่อสัมฤทธิ์ และความคงทนของความรู้ไม่ต่างกัน

2. การสอนแบบสืบสอบให้ผลต่อการคิดวิเคราะห์สูงสุด อีก 2 วิธีให้ผลไม่ต่างกัน

3. ทั้ง 3 วิธี ให้ผลต่อทักษะในการสืบสอบในแบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ (ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์) ไม่แตกต่างกัน

4. การสอนแบบสืบสอบทำให้นักเรียนชอบวิชาเรียนสูงสุด

5. การสอนแบบสืบสอบให้ผลต่อการถ่ายโยงความรู้สูงสุด และแบบสอบปฏิบัติโดยตรงรองลงมา

6. ปฏิสัมพันธ์ของวิธีสอนต่อระดับความสามารถของนักเรียนไม่คงที่

7. ปฏิสัมพันธ์ของวิธีสอนกับบุคลิกภาพของนักเรียนไม่คงที่

8. วิธีสอนไม่มีผลต่อครูตามแบบสอบประเมินครู

9. นักเรียนในกลุ่มที่สอนแบบสืบสอบมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนดีกว่าอีก 2 กลุ่ม [1]

ในปี ค.ศ. 1972 ราจินเดอ (Rajinder) ได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อวัดทักษะด้านการสังเกตและการจัดจำแนกประเภท และศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะทั้งสองประเภทนี้ของนักเรียนเกรด 1 และเกรด 3 ราจินเดอทำการศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาแล้วนิยามทักษะในเชิงพฤติกรรมสร้างแบบสอบทักษะการจำแนกประเภท (Classification Skills Test, CST) และแบบสอบทักษะในการสังเกตอย่างถูกต้อง (Precise Observation Skills Test, POST) นำไป

---

[1] Hoff Darrel Barton, "A Comparison of a Directed Laboratory versuo an Enquiry Laboratory versus a Nonlaboratory Approach to General Education College Astronomy," Dissertation Abstracts International 31 (December 1970), 2755-A.

หาความตรงโดยการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน จากนั้นใช้ทดสอบบางข้อโดยสุ่มกับนักเรียนเกรด 1, 2 และ 3 ทำการแก้ไขแบบสอบได้ข้อสอบไว้ 13 ข้อ ซึ่งนำไปทดสอบอีกครั้ง โดยวิธีสัมภาษณ์กับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 40 คน และนักเรียนเกรด 3 จำนวน 40 คน ผลปรากฏว่าข้อสอบพี โอ เอส ที (POST) มีค่าความเชื่อมั่นกับเด็กเกรด 1 .86 และกับเด็กเกรด 3 .94 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบซี เอส ที (CST) กับเด็กเกรด 1 มีค่า .59 และกับเด็กเกรด 3 มีค่า .62

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความพร้อมของเด็กมีอิทธิพลต่อทักษะในการสังเกต เด็ก เกรด 3 อธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กเกรด 1 แต่ทักษะในการจัดจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน ทักษะในการสังเกตและทักษะในการจัดจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์กัน [1]

ในปี ค.ศ. 1973 วาเนค (Vanek) ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านการจัดจำแนกประเภทที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่ใช้การทดลอง ใช้หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ ระดับประถม (Elementary Science Study, ESS) กับแบบที่ใช้ตำราเป็นศูนย์กลาง โดยใช้หลักสูตรชุดวิทยาศาสตร์ของเลดลอ (Laidlaw Science Series) ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน เกรด 4 จำนวน 56 คน โดยสอนทั้ง 2 วิธี ต่อนักเรียนแต่ละระดับ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของราล์ฟ (Ralph) และข้อสอบการจัดจำแนกประเภทแบบเปียเจท์ ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของสแตนฟอร์ด ชุด 3 (Test of the Stanford Achievement Primary Battery III) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การ

---

[1] Kaur Rajinder, "Evaluation of the Science Process Skills of Observation and Classification," Dissertation Abstracts International 34 (July 1973): 186-A.

วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (Three Way Analysisof Variance)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Analysis) ใช้เกรด วิธีการสอน และเพศเป็นตัวแปรที่ควบคุม

ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจแตกต่างกัน แต่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะต่างกัน เมื่อพิจารณาเพศพบว่านักเรียนหญิงมีการพัฒนาทักษะดีกว่านักเรียนชาย ในด้านการประเมินคุณค่าข้อมูล การไม่ด่วนสรุปผล และการหาข้อมูลเพิ่ม นอกจากนี้ยังใช้คำถามที่มีลักษณะวิเคราะห์มากกว่าอีกด้วย [1]

ในปีเดียวกัน สเปียร์ส และซอลแมน (Spears and Zollman) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนซึ่งเรียนปฏิบัติการด้วยวิธีต่างกันคือ เรียนด้วยปฏิบัติการแบบมีคำแนะนำปฏิบัติการ (Structured Laboratory) และเรียนด้วยปฏิบัติการแบบไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ (Unstructured Laboratory) โดยถือแบบของปฏิบัติการตามแบบของ วิลเลียม ดี โรมี (William D. Romey) ขั้นตอนในการทำปฏิบัติการ 2 แบบ จะมีลักษณะต่างกันดังนี้

---

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

แบบมีคำแนะนำ	แบบไม่มีคำแนะนำ
1. ตั้งปัญหาขึ้นก่อนเข้าทำปฏิบัติการ	1. ตั้งปัญหาขึ้นก่อนเข้าทำปฏิบัติการ
2. แจ้งรายการเครื่องมือที่จะใช้	2. แจ้งรายการเครื่องมือที่จะใช้
3. บอกวิธีการแก้ปัญหา	3. ให้นักเรียนแก้ปัญหาเอง
4. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูล	4. ให้นักเรียนทำการสรุปผลจากข้อมูล
5. ให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูล และอภิปรายป้องกันหลักเกณฑ์ของตนเอง	

ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาในสาขาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ แบบการทดลองเป็นแบบมาตรฐานการเปรียบเทียบ 2 สถานการณ์ (Standard Two-Treatment Design) แบ่งนักศึกษาเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สุ่ม ให้นักศึกษาเรียนบรรยายในลักษณะเดียวกัน โดยอาจารย์ 4 ท่าน แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลองให้ทำปฏิบัติการ 2 แบบดังกล่าว ใช้เวลาทดลอง 1 ภาคการศึกษา การวัดผลใช้แบบสอบกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเวลช์ ฟูท ดี (Welch Science Process Inventory Form D, SPI) ซึ่งวัดเน้นหนัก 4 ด้าน คือ การลงความเห็นกิจกรรม ธรรมชาติของผลลัพธ์ จรรยา และจุดมุ่งหมายทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบเป็นแบบการลงคะแนนเห็นด้วย และไม่เห็นด้วย จำนวน 135 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ 0.86 ความเที่ยงตรงของแบบสอบเป็นที่รับรอง ทั้งเชิงทำนาย และเชิงโครงสร้าง แต่แบบสอบค่อนข้างเก่า เพราะสร้างมาแต่ปี ค.ศ. 1967 การทดลองได้ใช้แบบสอบชุดนี้สอบทั้งก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการวิเคราะห์ตัวประกอบเก็บข้อมูลผลสอบก่อนเรียน วิชาเอก ระดับชั้นปี เกรดเฉลี่ยภาคบรรยาย เกรดเฉลี่ยภาคปฏิบัติ เพื่อใช้ควบคุมประสบการณ์เดิม และความพร้อมทางสติปัญญาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยปรากฏดังตารางคะแนนหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว และใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ดังนี้

ความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์	แบบมีคำแนะนำ	แบบไม่มีคำแนะนำ	เอฟ (F)
การลงความเห็น	18.6	18.1	1.2
กิจกรรม	46.3	45.0	4.7*
ธรรมชาติของผลลัพธ์	27.6	26.9	2.1
จรรยาและจุดมุ่งหมาย	15.8	15.7	0.03

* มีนัยสำคัญ [1]

ในปี ค.ศ. 1974 แม็คเบท (Macbeth) ศึกษาผลของการเรียน โดยได้ปฏิบัติการกับเครื่องมือกับไม่ได้ใช้เครื่องมือ โดยทำการทดลองกับนักเรียนอนุบาล และนักเรียนเกรด 3 แบ่งเด็กแต่ละระดับเป็น 2 กลุ่ม ให้เรียน 2 วิธีต่างกันดังกล่าว เด็กแต่ละกลุ่มจะมีทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย เด็กอนุบาลมีอายุเฉลี่ย 5.8 ขวบ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 พื้นความรู้เท่ากัน ส่วนเด็กเกรด 3 อายุเฉลี่ย 8.5 ขวบ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 พื้นความรู้แตกต่างกันมากกว่าเด็กอนุบาล

---

[1] Jacqueline Spears and Dean Zollman, "The Influence of Structured Versus Unstructured Laboraty on Students' Understanding the Process of Science," Journal of Research in Science Teaching 14 (1977): 33-38.

ผลการวิจัยพบว่า การให้เด็กใช้เครื่องมือมีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กเล็กมากกว่าเด็กโต [1]

สตอรี่ (Story) ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ในปีเดียวกัน โดยจัดให้นักเรียนเรียนด้วยการใช้สไลด์ของบี เอส ซี เอส (BSCS) และไม่ใช้ ซึ่งแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มที่ใช้หลักสูตรบี เอส ซี เอส (BSCS) และใช้หลักสูตรอื่นอีกที ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 จำนวน 489 คน การทดลองใช้เวลา 10 สัปดาห์ กลุ่มใช้สไลด์จะเรียนด้วยสไลด์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

ผู้เข้าทดลองแต่ละคนจะได้รับการทดสอบทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยข้อสอบ 2 ชุด คือ แบบสอบกระบวนการวิทยาศาสตร์ ชุด เอ (Processes of Science Test Form A, PST) และ แบบสอบประเมินความคิดวิเคราะห์ของวัตสัน-เกลเซอร์ (Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal, W-GCTA) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนที่ปรับแล้วของข้อสอบดับเบิลยู จี ซี ที เอ (W-GCTA) มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มควบคุมที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มทดลองที่ใช้บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มทดลองที่ใช้บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่ม

[illegible]

[1] Douglas Russell Macbeth, "The Extent to Which Pupils Manipulate Materials and Attainment of Process Skills in Elementary School Science," Journal of Research in Science Teaching, 11 (1974): 45-51.

ทดลองที่ไม่ใช้บี เอส ซี เอส (BSCS) และทุก ๆ คู่กลุ่มทดลองได้คะแนนปรับแล้วสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ส่วนคะแนนจากข้อสอบพี เอส ที (PST) ให้ค่าแตกต่างระหว่างคู่[redacted] กลุ่มทดลองที่ใช้บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มทดลองที่ไม่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่มควบคุมที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มทดลองที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กลุ่มควบคุมที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) ในแต่ละคู่กลุ่มที่ใช้ บี เอส ซี เอส (BSCS) จะมีคะแนนหลังเรียนที่ปรับแล้วสูงกว่า โดยสรุป ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิเคราะห์ของผู้ที่เรียนด้วยหลักสูตร บี เอส ซี เอส (BSCS) จะสูงกว่า ผู้ที่ไม่ได้เรียนด้วยหลักสูตรนี้ และโดยการใช้สไลด์ของ บี เอส ซี เอส (BSCS) จะให้ผลทั้ง 2 ด้าน คือว่า ตัวหลักสูตร บี เอส ซี เอส (BSCS) มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากกว่าการใช้หรือไม่ใช้สไลด์ [1]

เฮนดริก (Hendrik) ได้สร้างและทดสอบวัสดุประกอบหลักสูตรแบบพัฒนาตนเอง เพื่อสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เบื้องต้นแก่ครูทดลองสอนระดับประถมศึกษา โดยถือทักษะสำคัญ 4 ประการ คือ ทักษะในการสังเกต ทักษะในการวัด ทักษะในการจัดจำแนกประเภท ทักษะในการทำนาย

---

[1] Lloyd Edward Story Jr., "The Effect of the BSCS Inquiry Slides on the Critical Thinking Ability and Process Skills of First Year Biology Students," Dissertation Abstracts International 35 (November 1974): 2796-A - 2797-A.

เฮนดริก ดำเนินการตามลำดับโดยพิจารณาแนวทางของหลักสูตรประถมศึกษา ความแตกต่างระหว่างครูแต่ละบุคคลในการสอน และเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงสร้างแบบสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หาความตรงโดยความเห็นผู้เชี่ยวชาญ สร้างคู่มือศึกษาโดยตนเองในแต่ละทักษะ สร้างคู่มือครู เพื่อประกอบในการใช้วัสดุ วัสดุต้นแบบเสร็จลงในปี ค.ศ. 1973 ทำการทดลองใช้และแก้ไข ผลจากการทดลองใช้ได้นำมาปรับปรุงแบบสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทบทวนจุดต่าง ๆ ในคู่มือครูอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำไปทดสอบครั้งสุดท้ายเสร็จลงในปี ค.ศ. 1974 [1]

ดอสัน (Dawson) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนจะได้รับคำแนะนำบอกรายละเอียดวิธีทำปฏิบัติการให้ทั้งหมด แบบที่สอง ครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร และช่วยออกแบบการทดลองให้ด้วย ใช้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลอง 372 คน จำนวน 16 ห้องเรียน ครู 76 คน ระหว่างการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมการสอน โดยการสังเกตบันทึกแบบระบบการศึกษาห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (The Science Classroom Assessment System)และการวิเคราะห์วิเคราะห์คำถามเพื่อทดสอบว่า ครูที่สอนนักเรียนคนละวิธีนี้สอนภาคทฤษฎีเหมือนกัน การวัดผลใช้แบบสอบประเมินความคิดวิเคราะห์ของวัตสัน-เกลเซอร์ (Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal) และ แบบสอบกระบวนการวิทยาศาสตร์(The Science Process Inventory) สอบตอนเริ่มเรียน และตอนสิ้นภาคการศึกษา

---

[1] Jon Richard Hendrix, "Individually Paced Curriculum Materials for Developing Science Process Skills in Preservice Elementary School Teachers," Dissertation Abstracts International 35 (April 1975): 6528-A.

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างในด้านการคิดวิเคราะห์ และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน 2 วิธีต่างกันนี้ นอกจากนี้ ยังไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียน จำนวนคำถามที่ครูใช้ถามนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชาของนักเรียนอีกด้วย [1]

ในปี ค.ศ. 1976 เซอลิน (Serlin) ได้ศึกษาผลการเรียนโดยการใช้ปฏิบัติการแบบการค้นให้พบเอง (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในทางความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาภาคเรียนที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัส ที่จะใช้เป็นวิชาพื้นฐานในหลักสูตรฟิสิกส์ ซึ่งจะใช้สอนอยู่ ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาเกี่ยวกับผลจากความรู้ในการบรรยาย ทำการทดสอบทุกด้าน ผลปรากฏว่า แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วม ได้แก่ อายุ ระดับชั้นเรียน คะแนนจากส่วนภาษา และคณิตศาสตร์ของแบบสอบ เอส เอ ที (SAT) จำนวนภาคเรียนในวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบทักษะด้านต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง

---

[1] Joel Currie Dawson, "An Investigation of the Effects of of the Effects of Two Specific Instructional Strategies-Guided Dicision-Making and Conventional Direction-Following-on Critical Thinking Performance and Knowledge of the Processes of Science of Students Engaged in a College Biology Laboratory Course," Dissertation Abstracts International, 36 (December 1975): 3538-A.

ผลการวิจัยพบว่า ปฏิบัติการแบบค้นให้พบเอง (Discovery Laboratory)มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่ปรากฏผลแตกต่างในด้านอื่น ๆ และเพศชายจะมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง [1]

ปีเตอร์สัน (Peterson) ได้จัดโครงการฝึกการสืบสอบสำหรับนักเรียนมัธยมโดยการให้เด็ก 67 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนมัธยมปลาย ที่มีผลการสอบโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับแรงจูงใจ แบบสอบความรู้ด้านเนื้อหา และแบบสอบความรู้ความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในระดับเดียวกันจัดเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนหลักสูตรโปรเจค-ฟิสิกส์ (Project Physics) เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่สอง เรียนหลักสูตรโปรเจคฟิสิกส์ (Project Physics) เช่นกัน แต่ได้รับการสอนโดยวิธีบรรยายเกี่ยวกับวิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่สาม ให้ฝึกการสืบสอบโดยเฉพาะ ใช้เวลากลุ่มละ 9 สัปดาห์ หลังจากการสอนครบกำหนด จึงทำการสอบหลังเรียนโดยแบบสอบความรู้ความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจำนวนตัวแปรที่ระบุได้จำนวนคำถามที่ถาม การใช้จุดมองต่าง ๆ กัน การจินตนาการ และการคิดอเนกนัย ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์การใช้คำถามที่เหมาะสม แบบการทดลอง รูปแบบการสรุปหลักเกณฑ์ จำนวนความสัมพันธ์ที่ค้นพบ การจัดจำแนก และความสัมพันธ์ของกระบวนการที่ใช้ในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น .05

---

[1] Ronald Charles Serlin, "The Effects of a Discovery Laboratory on the Science Process, Problem-Solving, and Creative Thinking Abilities of Undergraduate," Dissertation Abstracts International, 37 (March 1977): 5729-A - 5730-A.

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนการสืบสอบให้ผลด้านต่าง ๆ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้สอนการสืบสอบเพิ่มเติม แต่ผลทางด้านจำนวนคำถาม รูปแบบการสรุปหลักเกณฑ์ และการทดลอง ไม่แตกต่างกัน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการสืบสอบโดยเฉพาะ มีความสามารถด้านการเห็นจุดมองแตกต่างออกไป คำถามเชิงอเนกนัย เกณฑ์คำถาม แบบการทดลอง การระบุกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ และความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการต่าง ๆ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนการสืบสอบจากการบรรยาย [1]

ในปี ค.ศ. 1977 มาเร็ก (Marek) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบสอบต่อการพัฒนาสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชา ผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะการสืบสอบ และไอคิว (I.Q.) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 4 นี้ โดยการสอนโครงการสอนโดยวิธีสืบสอบ (The Inquiry Role Approach Program) ซึ่งใช้สอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยม 92 คน เลือกโดยสุ่ม ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะในการสืบสอบ และไอคิว (I.Q.) ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยวิธีสืบสอบทำให้การพัฒนาความรู้ความเข้าใจผลสัมฤทธิ์ ทักษะการสืบสอบ และไอคิว (I.Q.) สูงขึ้น และตัวแปรทั้ง 4 ด้านนี้มีความสัมพันธ์กันในระดับต่าง ๆ กัน [2]

---

[1] Edmund A. Marek, "The Influence of Inquiry Learning on Intellectual Development, Achievement and I.Q., Dissertation Abstracts International, 39 (October 1978): 2168-A.

[2] Kenneth Dale Peterson, "An Experimental Evaluation of a Science Inquiry Training Program for High School Students," Dissertation Abstracts International, 37 (March 1977): 5728-A.

งานวิจัยภายในประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสอบ ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการปรากฏอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะการศึกษาผลทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่เคยปรากฏมาก่อน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเท่าที่ได้ทดลองมาก่อนจะกล่าวแต่งานวิจัยที่น่าสนใจดังนี้

นิมิตร มาศเกษม ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยวิธีสาธิต และวิธีปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่างประชากรจัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 27 คน จัดกลุ่มโดยถือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น .05 การทดลองใช้เวลา 5 สัปดาห์ กลุ่มละ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ แบบสอบใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบถามความคิดเห็นต่อวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิต และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยการทดสอบค่าที (T-Test) และการคิดค่าร้อยละ

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตและกลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิต และกลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 แต่กลุ่มนักเรียน

ที่สอนด้วยวิธีสาธิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ .10 [1]

สัญญา ทิพย์เสนา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry)โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Process) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครู ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ใช้เวลาติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที (T-Test)

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม [2]

อุทัย ชีวะธนรักษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (Integrated Process Skill)กับการสอนแบบเดิม กลุ่มประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน

---

[1] นิมิตร มาศเกษม, "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517).

[2] สัญญา ทิพย์เสนา, "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2517).

ใช้วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวนแบบครูเป็นผู้ถาม ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบคะแนนที (T-Test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน

2. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

3. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน [1]

จากผลการวิจัยทั้งหมดนี้ ปรากฏทั้งสองคล้องกันและขัดแย้งกัน แต่พอจะสรุปสาระสำคัญ ซึ่งเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. การสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองให้ผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากกว่าการสอนโดยไม่ให้นักเรียนปฏิบัติการ หรือให้นักเรียนเรียนโดยใช้สื่อการสอน เช่น ภาพยนต์ หรือสไลด์

2. นักเรียนมีความพอใจในการเรียนปฏิบัติการแบบเน้นกระบวนการ

3. การใช้วิธีสอนแบบให้นักเรียนปฏิบัติการสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในเด็กเล็กมากกว่าเด็กโต

---

[1] อุทัย ชีวะธนรักษ์, "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2517).