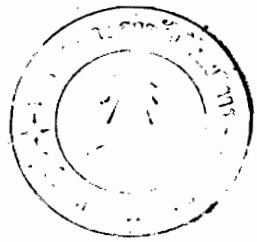
บทที่ 2



วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทักษะวิทยาศาสตร์

ทักษะวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของคำว่า "วิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์และระเบียบวิธี การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางสิ่งบางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลอง ดังนั้นวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้ แต่ยังรวมวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาและทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาด้วย ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบนี้ เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ [1]

พจน์ สะเพียรชัย กล่าวว่า ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้าน

1. ทักษะการสังเกต หมายถึงความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ

2. ทักษะการวัด หมายถึงความสามารถในการใช้เครื่องมือ เพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง และรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรรู้วิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย

---

[1] พจน์ สะเพียรชัย, "การวัดทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวัดผล, หน้า 49.

3. ทักษะบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบันทึกข้อมูล ตลอดทั้งสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมาย และจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแปลความหมายได้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ

4. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายต่อการเข้าใจ อาจจะเป็นการจัดหมวดหมู่ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ

5. ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถในการตีความ ขยายความ แล้วสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะการสร้างสมมติฐาน หมายถึงความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือพิสูจน์โดยการวิจัยค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึงทักษะในการวางแผนการทดลองและควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม ง่ายแก่การดำเนินการตลอดทั้งประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย

8. ทักษะการคิดคำนวณ หมายถึงความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น [1]

จะเห็นได้ว่าทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ พจน์ สะเพียรชัย กล่าวไว้นั้นไม่ได้แบ่งออกเป็นทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน (Basic Skills) และทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Complex Skills) แต่ได้กล่าวไว้รวม ๆ ซึ่งเป็นทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เลือกแล้วว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 49–51.

ประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต ได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า หมายถึงความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการคือ

1. ทักษะในการทำ หรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1. ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญรวดเร็ว และปลอดภัย

1.2. ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

1.3. ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์ทำเครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4. ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5. ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์มี

2.1. การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2. การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

2.3. สามารถคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4. รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5. อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6. มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7. ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้ทันที

2.8. สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น มารายงานหรือเขียนได้ [1]

ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ของประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต นี้ได้เน้นทางด้านการปฏิบัติ การทดลองและการแก้ปัญหาต่าง ๆ

นอกจากนี้ โอเค และฟิล (Okey and Fiel) ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนวิทยาศาสตร์ควรจะมีสรุปไว้ 10 ประการดังนี้คือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) ได้แก่ความสามารถในการกำหนดว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (Independent or Manipulated Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent or Responding Variables)

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) คือ ความสามารถที่จะสร้างตารางข้อมูลจากกราฟหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดในการทดลองแต่ละครั้งได้อย่างถูกต้อง

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) คือ ความสามารถในการเขียนกราฟเกี่ยวกับการทดลอง เมื่อได้รับคำอธิบายอย่างสั้น ๆ

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) คือความสามารถในการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best-fit line) บนกราฟและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้ กฎของการลากเส้นที่เหมาะสมมีดังนี้

002799

1. ลากเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่เรียบ (Smooth - Curve)
2. ลากเส้นให้ผ่านจุดต่าง ๆ ที่อยู่บนกราฟ
3. จำนวนจุดที่อยู่แต่ละข้างของเส้นที่ลากควรจะมีจำนวนเท่า ๆ กัน
4. เส้นที่ลากจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งต้องไม่ข้ามจุดใดจุดหนึ่ง

---

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

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟมีดังนี้

1. ลากเส้นกราฟที่เหมาะสมก่อน (best-fit line)

2. ถ้าเส้นที่ลากเป็นเส้นตรงให้บอกว่าอะไรได้เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไป

3. ถ้าเป็นเส้นโค้ง ให้แบ่งการอธิบายออกเป็น 2 ตอน

3.1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดเริ่มต้น ไปจนถึงจุดที่กำลังจะเปลี่ยนทิศทาง

3.2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดที่เส้นเหมาะสมกำลังจะเปลี่ยนทิศทางไปยังจุดสุดท้าย

5. การรวบรวมและการจัดกระทำกับข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง แล้วนำมาเขียนกราฟเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองผู้ทำการทดลองควรมีทักษะในการวัดมาก่อน เพื่อช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและง่ายขึ้น

6. การวิเคราะห์ขบวนการของการทดลอง (Analyzing Investigations) คือความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปร และการบ่งสมมติฐานที่จะทดสอบโดยการทดลอง

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypotheses) คือความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหาให้

ก่อนที่จะทำการตั้งสมมติฐานนั้น จะต้องตรวจดูก่อนว่า มีตัวแปรอะไรบ้างที่จะเกี่ยวข้องกับการทดลอง ในการตั้งสมมติฐานนั้นจะต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวเดียวแล้วจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ การตั้งสมมติฐานคือการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น ฯลฯ

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ (Defining Variables Operationally) คือความสามารถในการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ เป็นการกำหนดลงไปว่า ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ในการทดลองนั้นสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือความสามารถในการออกแบบการทดลองตามสมมติฐานที่กำหนดให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1. การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

9.2. การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3. การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือความสามารถในการตั้งสมมติฐานของการทดลอง และดำเนินตามแผนการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปใช้ในการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดให้ [1]

นิพนธ์ จิตต์ภักดี กล่าวว่า สิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือการส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ทักษะที่สำคัญคือ ทักษะในการสังเกต ทักษะการอธิบาย ทักษะการทำนาย ทักษะการสร้างสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน [2]

ในการสอนทักษะให้กับนักเรียนนั้น ทักษะมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ 3 ระยะคือ

1. ระยะเริ่มต้น หรือระยะความคิด (Early or Cognitive Phase)

2. ระยะกลางหรือระยะรวมตัว (Intermediate or Associative Phase)

---

[1] James R. Okey and Ronald L. Fiel, Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development (Indiana: Indiana University, 1971), pp. 1-101.

[2] นิพนธ์ จิตต์ภักดี, "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ประชาศึกษา (ธันวาคม 2517) : 30-33.

3. ระยะสุดท้าย หรือระยะอัตโนมัติ (Final or Autonomous Phase)[1]

ซึ่งในขณะที่เรียนรู้เกี่ยวกับทักษะนั้น ไม่สามารถบอกได้อย่างแน่นอนว่าทักษะนั้น ๆ จะเกิดขึ้นในระยะไหน อาจเกิดก้ำกึ่งกันก็ได้ นอกจากนี้ได้มีผู้แบ่งระยะการเรียนรู้ทักษะออกเป็นอีกแบบหนึ่ง ซึ่งคล้ายคลึงกันมากดังนี้

1. ระยะรู้และเข้าใจ (Cognition)

2. ระยะจำและทำได้ (Fixation)

3. ระยะทำได้คล่องโดยอัตโนมัติ (Automation)[2]

ทั้ง 3 ระยะดังกล่าวนั้นจะกายเกี่ยวกัน ไม่สามารถแยกกันได้โดยเด็ดขาด

ดีเซคโค (De Cecco) กล่าวว่า ในการเรียนรู้ทักษะนั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัย

1. ความต่อเนื่องกันทั้งทางด้านเวลา การจัดลำดับที่ถูกต้อง

2. การฝึกฝน

3. การประเมินผล (Feedback)[3]

วูดดรัฟฟ์ (Woodruff) กล่าวไว้ว่า การฝึกฝนเป็นหัวใจของการเกิดทักษะอันจะช่วยให้เกิดการกระทำที่ราบรื่น และรวดเร็ว[4] อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มีผลต่อการฝึกทักษะ

---

[1]Paul M. Fitts and Michael I. Posner, Human Performance, (California : Books/Cole publishing, 1967), pp.11-15.

[2]John P. De Cecco and William R. Crawford, The Psychology of Learning and Instruction, (New Jersey : Prentice - Hall, 1974), pp.252-253.

[3]Ibid.

[4]Asahel D. Woodruff, The Psychology of Teaching, (New York: Longmans, 1948), pp.270-307.

ที่ทำให้บุคคลเกิดการกระทำที่ไม่เหมือนกัน คือสิ่งแวดล้อม แรงจูงใจ ระยะเวลาที่กำหนด ความแตกต่างระหว่างบุคคล และประสบการณ์ [1]

ในการสอนวิทยาศาสตร์ เราควรสอนให้นักเรียนเกิดทักษะวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหาวิชาด้วย ซันด์และโธรบริดจ์ (Sund and Trowbridge) ได้กำหนดทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ควรสอนนักเรียนออกเป็น 5 พวกคือ

1. ทักษะเกี่ยวกับวิธีหาความรู้ (Acquisitive Skills) ได้แก่การฟัง การสังเกต การค้นหา การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills) ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียบเรียงอย่างมีระเบียบ การประเมินผลและการวิเคราะห์

3. ทักษะในด้านสร้างสรรค์ (Creative Skills) ได้แก่การวางแผนล่วงหน้า การสร้างปัญหา การประดิษฐ์และการสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills) ได้แก่การใช้เครื่องมือ การระวังรักษาเครื่องมือ การทดลอง ฯลฯ

5. ทักษะในการติดต่อสื่อสาร (Communicative Skills) ได้แก่การตั้งคำถาม การอภิปราย การบรรยาย การเขียนรายงาน ฯลฯ [2]

---

[1] Milton L. Blum and Benjamin Balinsky, Conseling and Psychology, (New Jersey : Prentice - Hall, 1961), pp.137-139.

[2] Robert B. Sund, and Leslie W. Trowbridge, Teaching Science by Inquiry, (Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Book, 1967), p.93.

ในปี 1962 คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมการศึกษาในสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science) ได้เสนอแนะว่า การเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาแต่ความจริง (fact) หรือหลักการ (Principle) แต่เพียงอย่างเดียว แต่ควรได้เรียนรู้ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ทักษะขบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อย่างน้อย 13 อย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ทักษะขบวนการขั้นมูลฐาน (Basic Skills or Simple Skills) ได้แก่ทักษะ

1. การสังเกต (Observing)
2. การวัด (Measuring)
3. การใช้ตัวเลข (Using number)
4. การจัดจำแนก (Classifying)
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา (Using space and time relationships)
6. การสื่อความหมาย (Communication)
7. การทำนาย (Predicting)
8. การสรุปอ้างอิง (Inferring)

ข. ทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นสูง (Integrated Skills) ได้แก่ทักษะ

1. การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
2. การตีความหมายจากข้อมูล (Interpretting Data)
3. การสร้างสมมติฐานเพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypotheses)
4. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

5. การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)[1]

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเฉพาะทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน คือ

1. <u>ทักษะการสังเกต</u> (Observing) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1.1. บ่งชี้(Identify) และบอกชื่อ (Name) คุณสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

1.2. รายงานผลของการสังเกตออกมาในรูปของจำนวน (Quantitative Terms) การสังเกตที่ออกมาในรูปของจำนวนได้นั้น ต้องเกิดจากการสังเกตที่อ้างอิงไปถึงหน่วยมาตรฐานต่าง ๆ เช่น หนวยของขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ ฯลฯ

1.3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้ ของคุณสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ การสังเกตโดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการกระทำบางอย่าง ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่วัตถุ สิ่งที่ควรสังเกตอย่างระมัดระวังคือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ข้อควรระวังในการสังเกต

ในการสังเกตมีข้อควรระวังอยู่อย่างหนึ่งคือ อย่านำความคิดเห็นส่วนตัว (inference) ไปปนกับความจริง (fact) ที่ได้จากการสังเกตเป็นอันขาด เพราะสิ่งที่สังเกตเห็นกับความคิดเห็นของเราต่อสิ่งนั้นมันแตกต่างกัน การบันทึกผลการสังเกตจะต้องไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไป การสังเกต คือการบันทึกหลักฐาน ถ้าอยากรู้ว่าการบันทึกหลักฐานนั้น เกิดจากการสังเกตหรือไม่ ก็ต้องถามตัวเองว่า ข้อมูลที่ได้นี้ได้มาจาก

---

[1]American Association for the Advancement of Science, <u>Science - A Process Approach</u>,(New York : xerox, 1966, 1967, 1968, 1970), p.10.

การใช้ประสาทส่วนไหน หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย หรือเปล่า ถ้าคำตอบว่า ไม่ใช่แสดงว่าอาจจะเป็นการใส่ความคิดเห็นมากกว่า ถ้าคำตอบว่าใช่ ผลก็คือการสังเกตจริง ๆ[1]

2. ทักษะการวัด (Measuring)

การวัดเป็นการบอกผลการสังเกตออกมาเป็นตัวเลข การสังเกตอย่างเดียวไม่อาจให้ปริมาณหรือค่าที่ถูกต้องแน่นอนได้ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการวัดควบคู่ไปกับการสังเกต ลอร์ด เคลวิน (Lord Kelvin) นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของอังกฤษกล่าวว่า

> ข้าพเจ้าพูดอยู่บ่อย ๆ ว่า ถ้าท่านสามารถวัดสิ่งที่ท่านสนใจจะศึกษาและแสดงผลออกมาเป็นเลขจำนวนได้ แสดงว่าท่านได้มีความรู้ความเข้าใจบางอย่างในสิ่งนั้นแล้ว แต่ถ้าหากท่านไม่สามารถที่จะวัดมันได้ ไม่สามารถแสดงผลเป็นเลขจำนวนได้ ความรู้ของท่านต่อสิ่งนั้นจะไม่สมบูรณ์ มันเพียงแต่เป็นการเริ่มต้นของการหาความรู้เท่านั้น และอย่าหวังเลยที่จะทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวไปข้างหน้า [2]

ในการวัดนี้ มีความมุ่งหมายที่จะให้เด็กสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

2.1. ใช้เครื่องมือธรรมดาเพื่อวัด ความยาว มวล เวลา ฯลฯ ได้อย่างถูกต้อง ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ค่าที่วัดได้เรียกว่า จำนวนหลักมูล

2.2. สามารถใช้กฎเกณฑ์เพื่อคำนวณหา จำนวนอนุพันธ์ (derived quantities) จำนวนอนุพันธ์โดยปกติแล้วไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องใช้การวัดในข้อ 2.1. หลาย ๆ อย่างประกอบกัน แล้วจึงคำนวณหาค่าออกมา ตัวอย่างของจำนวนอนุพันธ์ เช่น ความเร็ว ความหนาแน่น พื้นที่ ฯลฯ การวัดแบบนี้เราเรียกว่า "การวัดทางอ้อม" (Indirect Measurements)

2.3. แยกความหมายของความเที่ยงตรง (accuracy) และความเชื่อถือได้ (precision) ออกจากกันได้ ความเที่ยงตรงหมายถึงผลของการวัดที่สอดคล้องหรือตรงกับค่าจริง (actual or true value) มากที่สุด ค่าจริงนี้อาจจะได้มาจาก

---

[1]สุวัฒก์ นิยมค้า, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517), หน้า 37.

[2]เรื่องเดียวกัน, หน้า 38.

การวัดโดยระมัดระวัง ด้วยเครื่องมือที่ดีที่สุด หรือเครื่องมือที่ถือว่าเป็นมาตรฐาน สิ่งที่กระเทือนต่อค่าความเที่ยงตรงคือ การใช้เครื่องมือ และธรรมชาติของเครื่องมือที่ใช้วัด ความเชื่อถือได้ หมายถึงการวัดหลาย ๆ ครั้งซ้ำกัน แล้วได้ผลตรงกัน โดยปกติแล้วการวัดซ้ำกันนี้จะไม่ได้ค่าเดียวกันเสมอไป ดังนั้นการรายงานผลการวัดจึงมักออกมาในรูปของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความผิดพลาดในการวัดค่าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเทคนิค การใช้เครื่องมือของผู้วัดแต่ละคน

2.4. คาดคะเนหรือประมาณค่าของการวัดได้ใกล้เคียงค่าจริง

ในการวัดหาค่าปริมาณของสิ่งต่าง ๆ มีคำถามที่เราต้องฝึกฝนให้เด็กหาคำตอบอย่างน้อย 4 คำถาม คือ

ก. วัดอะไร ทำให้รู้จักสิ่งที่เราจะวัด

ข. วัดทำไม ทำให้รู้จุดมุ่งหมายที่จะวัดว่าต้องการทราบอะไร

ค. วัดด้วยอะไร ทำให้สามารถเลือกเครื่องมือที่จะใช้วัดให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดได้

ง. วัดอย่างไร ทำให้รู้วาวิธีการวัดเป็นอย่างไร เช่น จะวัดโดยการนับ หรือวัดเพื่อนำมาคำนวณต่อ

3. <u>ทักษะการใช้ตัวเลข</u> (Using Number) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

3.1. บอกชื่อจุดบนเส้นจำนวน (Number Line) โดยใช้เลขจำนวนเต็ม บวก ลบ ศูนย์ และเลขทศนิยม

3.2. บ่งชี้จุดบนเส้นจำนวนได้ เมื่อกำหนดตัวเลขจำนวนเต็ม บวก ลบ ศูนย์ และเลขทศนิยมให้

3.3. บวก ลบ คูณ หาร จำนวน 2 จำนวน บนเส้นจำนวนได้

3.4. บ่งบอกและใช้กฎเกณฑ์สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของเลขจำนวนชุดหนึ่งได้ และสามารถเขียนออกมาในรูปของเส้นตรงของจำนวนได้ หาอัตราการเปลี่ยนแปลงในรูปของอัตราส่วนได้ และแปลงอัตราส่วนให้เป็นทศนิยมได้

4. การจัดจำแนก (Classifying) คือความสามารถในการแบ่งประเภทสิ่งของ โดยหาเกณฑ์ (Criteria) หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของมีอยู่ 3 อย่างคือ ความเหมือน (Similarities) ความแตกต่าง (Differences) และความสัมพันธ์ร่วม (Interrelationships) ซึ่งแล้วแต่นักเรียนจะเลือกใช้เกณฑ์อันไหน และควรสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่า ของกลุ่มเดียวกันนั้นอาจจะแบ่งออกได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เราจะใช้ และของชิ้นหนึ่งในเวลาเดียวกัน จะอยู่ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น คือถ้าอยู่ในประเภทหนึ่งแล้ว จะอยู่ในอีกประเภทหนึ่งไม่ได้เป็นอันขาด [1]

5. <u>การหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา</u> (Using Space/time Relationships) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

5.1. วาดภาพสามมิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2. บ่งชี้ บอกชื่อ และสาธิต (Demonstrate) ถึงสมมาตรของเส้น (Line Symmetry) ของวัตถุ 2 มิติ และสมมาตรของระนาบ (Plane Symmetry) ของวัตถุ 3 มิติได้

5.3. สร้างภาพ 3 มิติ จากภาพ 2 มิติ รูปสี่เหลี่ยมได้

5.4. สร้างภาพ 2 มิติ จากภาพ 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมลงบนระนาม (Plane) ใด ๆ ได้

5.5. จับเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาเป็นนาทีและวินาทีได้

5.6. บอกและใช้กฎเพื่อหาความเร็วตามแนวเส้น (Linear Speed) ของจุดบนเส้นรอบวงของวัตถุทรงกลมที่กำลังหมุนได้

5.7. สร้างเวคเตอร์เพื่อแสดงการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ได้

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 43.

6. ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

6.1. อธิบายคุณสมบัติหรือลักษณะของวัตถุได้ละเอียดเพียงพอ

6.2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของสารได้

6.3 สร้างแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งและขนาดที่สัมพันธ์กัน (Relative position and size) ของวัตถุได้ และสามารถบ่งชี้วัตถุและระยะบนแผนที่ได้

6.4. อธิบายความสัมพันธ์และแนวโน้ม (Trends) ของตัวแปรบนกราฟได้ การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรบนกราฟนี้ ให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ทั้งกราฟแบบตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่องกันได้แก่กราฟเส้นตรง กับตัวแปรที่มีค่าไม่ต่อเนื่องกัน ได้แก่กราฟแท่ง

การที่นักวิทยาศาสตร์ถ่ายทอดสิ่งที่ได้พบเห็นอาจทำได้หลายวิธีคือ

(1) โดยการพูดปากเปล่าหรือการเล่าให้ฟัง

(2) โดยการเขียนพรรณนามาเป็นลายลักษณ์อักษร

(3) โดยการเขียนเป็นแผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ หรือกราฟ

(4) โดยการเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์

(5) โดยการผสมผสานหลาย ๆ วิธีตามความเหมาะสม [1]

7. ทักษะการทำนาย (Predicting) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

7.1. ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) เมื่อเรามีข้อมูลชุดหนึ่ง และเราหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว เราก็จะสามารถทำนายค่าต่าง ๆ ที่ไม่เกินขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้ เช่น เราทดลองการยืดหดของสปริงกับน้ำหนักที่แขวน น้ำหนักแขวนสูงสุด 4 กรัม สปริงยืด 6.0 ซม. ถ้าแขวน

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 45.

น้ำหนัก 3 กรัม สปริงจะยืด 4.8 ซม. ถ้าถามว่าเมื่อแขวนน้ำหนัก 3.5 กรัม สปริงจะยืดเท่าใด การถามแบบนี้อยู่ในขอบเขตของข้อมูล แต่เราไม่ได้ทดลองกับน้ำหนักขนาดนี้ แต่เราสามารถทำนายได้ [1]

7.2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นโดยการยืดความสัมพันธ์ของตัวแปรออกไปนอกเหนือขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่สังเกตได้ และจัดไว้ในตารางข้อมูล (Extrapolating) เช่นนำตุ้มน้ำหนักชนิด 1 กรัม ไปแขวนไว้ที่ปลายสปริง แล้ววัดส่วนที่ยืดออกมา จากนั้นเพิ่มตุ้มน้ำหนักเข้าไปอีกทีละ 1 กรัม แล้ววัดส่วนที่ยืดของสปริง ทำเช่นนี้ทั้งหมด 4 ครั้ง นำน้ำหนักและส่วนที่ยืดของสปริงไปเขียนกราฟ และทำนายว่า ถ้านำตุ้มน้ำหนัก 10 กรัมไปแขวนลวดสปริงนั้นจะยืดออกมาเท่าใด การทำนายแบบนี้ถ้าทำนายจากผลที่ห่างออกไปจากจุดที่สังเกตสุดท้ายมากเท่าใด โอกาสที่จะผิดพลาดก็มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงถือว่า Extrapolating มีพื้นฐานในการทำนายเชื่อถือได้น้อยกว่า Interpolating อย่างไรก็ตามการทำนายทั้ง 2 แบบนี้ จะมีความแม่นยำก็ต่อเมื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตนั้นเป็นสมการของกราฟเส้นตรง (Linear function) เท่านั้น ถ้าไม่เป็นสมการเส้นตรงแล้ว การทำนายแบบ Interpolating และ Extrapolating ก็เป็นการเดาธรรมดานั่นเอง

ในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักทำนายจากกราฟและไม่ใช่กราฟ การทำนายที่ไม่ใช้กราฟนั้นจะใช้วิธีอนุมานแทนการทำนายทุกครั้ง จะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลเสียก่อน ถ้าไม่รู้ความสัมพันธ์แล้ว การทำนายก็เป็นการเดา

7.3. ทดสอบผลการทำนายได้ คือการสังเกตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพราะว่าการทำนายเป็นการคาดคะเนว่า ผลการสังเกตในอนาคตจะเป็นอย่างไรนั่นเอง การทำนายมีพื้นฐานอยู่บนการสังเกต การวัดและการสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกต ดังนั้นการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำได้ก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดรอบคอบและระมัดระวัง

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 50.

การทำนายที่จะให้ผลได้อย่างมั่นใจที่สุด คือการทำนายที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้เปลี่ยนแปลง เฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น แต่บางชนิดของการทำนายจะมีตัวแปรมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปที่เปลี่ยนแปลงได้ เช่นการทำนายว่าใครจะชนะการ เลือกตั้ง การทำนายแบบนี้จะมีความผิดพลาดเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของตัวแปรที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ สำหรับนักเรียนควรฝึกทักษะด้านการทำนาย เฉพาะที่มีตัวแปร 2 ตัว เปลี่ยนแปลง เท่านั้น

8. ทักษะการสรุปอ้างอิง (Inferring) คือความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

8.1. ทำการสรุปอ้างอิงหลาย ๆ แบบ จากข้อมูลที่สังเกตมาได้ 1 ชุด

8.2. บ่งชี้การสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ

8.3. อธิบายและแสดงให้เห็นการสังเกตเพิ่มเติมเพื่อทดสอบการสรุปอ้างอิง

8.4. บ่งชี้การสรุปอ้างอิงที่ควรจะยอมรับ ไม่ยอมรับ หรือควรจะปรับปรุงภายหลังจากที่ได้สังเกตเพิ่มเติม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะวิทยาศาสตร์

เวบเบอร์ (Weber) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองใช้หลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement Study) เพื่อพัฒนาทางด้านทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การจัดจำแนก การวัด การทดลอง และทักษะการทำนาย วิธีดำเนินการวิจัย ได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยหลักสูตร SCIS กลุ่มควบคุมเรียนตามหลักสูตรปกติ ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนนั้น ได้จับคู่กันโดยแต่ละคู่จะมีอายุ ระดับสติปัญญา สภาพสังคม ใกล้เคียงกัน ในการทดสอบทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ใช้การทดสอบเป็นรายบุคคล

ผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการใช้ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .10 แต่หลักสูตร SCIS นั้น ค่อนข้างยากในการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ [1] ผลของการวิจัยของเวบเบอร์ นั้นต่างกับการวิจัยของ วิดีน (Wideen) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนสเปียร์ฟีช (Spearfish) และโรงเรียนสเตอร์กิส (Sturgis) จำนวน 555 คน ครู 20 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองสอนโดยทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีแบบเดิม ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะเกี่ยวกับความคิด (Cognitive domain) สูงกว่ากลุ่มควบคุม และพบว่าความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ มีผลต่อความงอกงามทางความคิดของนักเรียน นักเรียนชายมีความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง [2] ผลการทดลองของบูโทร์ ได้ผลคล้าย ๆ กับ วิดีน โดยบูโทร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิคซ์เบื้องต้น โดยเน้นทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ได้ใช้แบบสอบทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ทดสอบนักเรียนก่อนและหลังเรียน แล้วดำเนินการสอนโดยใช้ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิคซ์เบื้องต้น จำนวน 5 บทแรก พบว่านักเรียน

---

[1]Marvin C. Weber, "The Influence of the Science Curriculum Improvement Study on the Learner's Operational Utilization of Science Processes," Dissertation Abstracts 32 (January 1972) : 3582-A.

[2]Marvin Frank Wideen, "A Product Education of Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts 32(January 1972):3583-A.

มีความสามารถในการดำเนินการทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [1]

* งานวิจัยที่เกี่ยวกับโปรแกรมวิทยาศาสตร์ของคณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมการศึกษาในสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science) เป็นผู้สร้างขึ้นที่เรียกว่าทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ (Science - A Process Approach) มีอักษรย่อว่า SAPA นั้น เป็นงานวิจัยที่ทดลองสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ได้มีผู้นำมาศึกษามากมาย เช่น

วิดีน (Wideen) ได้เปรียบเทียบนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมของ SAPA กับนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรเดิมในระดับเกรด 3, 4, 5 และ 6 จำนวน 531 คน ดำเนินการทดลองโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีไอคิว (I.Q) เฉลี่ย = 107.01 กลุ่มควบคุมมีไอคิว (I.Q) เฉลี่ย = 108.18 นักเรียนกลุ่มทดลองจะถูกสอนด้วยโปรแกรมของ SAPA โดยครูที่สอนจะได้รับการอบรมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะถูกสอนตามหลักสูตรเดิม ครูจะสอนโดยวิธีบรรยาย อภิปราย สาธิต และสอนไปตามหนังสือแบบเรียน

ผลของการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรม SAPA จะมีความคิดและการจัดขบวนการของงานต่าง ๆ ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรเดิม ผลของสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับชั้น เป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญในการวัดความคิด (cognitive) และการวัดขบวนการ (Process)[2]

---

[1]John W. Butrow, "The Process Learning Components of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education 6 (October 1972)

[2]Marvin F. Wideen, "Comparison of Student Outcomes for Science - A Process Approach and Traditional Science Teaching for third, Fourth, Fifth and Sixth grade classes : A Product Evaluation," Journal of Research in Science Teaching 12 (Jannary 1975) : 31-39.

ไรลี่ย์ (Riley) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการฝึกฝนครูประถมด้านทักษะความสามารถ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งกลุ่ม ตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 แบบ เพื่อศึกษาตัวแปรทั้ง 5 ชนิด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ ความเข้าใจอย่างมีนัยสำคัญ [1]

เคาร์ (Kaur) ได้ศึกษาการวัดผลทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต และการจัดจำแนก โดยสร้างแบบสอบทักษะการสังเกตและการจัดจำแนกสำหรับชั้นประถมปีที่ 1 และ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการสังเกตและการจัดจำแนก แบบสอบการสังเกตมีชื่อว่า Precise Observation Skills Test (POST) แบบสอบทักษะการจัดจำแนกชื่อ Classification Skills Test (CST).

ผลการสร้างแบบสอบ ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบ POST ในชั้นประถมปีที่ 1 = .83 ชั้นประถมปีที่ 3 = .94 ส่วนแบบสอบ CST ในชั้นประถมปีที่ 1 = .51 และชั้นประถมปีที่ 3 = .62 ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบทั้งสอง = .86 นอกจากนี้พบว่า

1. วุฒิภาวะมีผลต่อทักษะการสังเกต นักเรียนชั้นประถมปีที่ 3 สามารถบรรยายได้ชัดเจนและรัดกุมกว่านักเรียนชั้นประถมปีที่ 1

---

[1] Joseph Philip Riley, "The Effect of Science Process Training on Pre-Service Elementary Teachers' Process Skills Abilities, Understanding of Science, Attitudes toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts 35 (February 1975):5152-A.

2. นักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 และปีที่ 3 มีทักษะในการจำแนกไม่แตกต่างกัน

3. ทักษะการสังเกต และทักษะการจัดจำแนก มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก [1]

ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ของไทยนั้นมีน้อยมาก และผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ จะนำทักษะวิทยาศาสตร์ไปศึกษารวมกับการสอนแบบสืบสวน สอบสวน เช่น ของอุทัย ชีวะธนรักษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวน สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่มีต่อคะแนนทักษะเชิงซ้อนของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวน การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัยในตนเอง กลุ่มตัวอย่างได้จากนักศึกษาวิทยาลัยครูจำนวน 67 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. วิธีสอนแบบสืบสอบ ส่งผลให้คะแนนของกลุ่มตัวอย่างในด้านการคิดแบบเอกนัย ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนแบบเดิม ส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2. วิธีสอนแบบสืบสอบ ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างในด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ แต่วิธีสอนแบบเดิมส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างในด้านการคิดแบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

---

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

3. วิธีสอนทั้ง 2 แบบ ไม่ส่งผลต่อโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด [1]

งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

นักจิตวิทยากล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นมีขอบเขตเฉพาะสิ่งที่ไม่เคยมีมโนทัศน์ (concept) ต่อสภาพการณ์นั้นมาก่อน และจะเกิดคำถามขึ้นในใจเช่น ควรจะทำอะไรในขณะนั้นเป็นการแสดงว่า บุคคลนั้นกำลังเผชิญกับปัญหาที่ต้องแก้ไข ถ้าแก้ปัญหาได้สำเร็จ การคิดก็จะสิ้นสุดลงระยะหนึ่ง [2]

โรเบอร์ต (Robert) ได้ศึกษาขบวนการในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จ และนักเรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาของนักเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 9 กลุ่มตัวอย่างประชากรมีทั้งหมด 140 คน คัดเลือกโดยวิธีสอบ นักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มประสบผลสำเร็จ หมายถึงนักเรียนที่สอบได้คะแนนมากกว่า 3 สุ่มออกมา 20 คน นักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่ประสบผลสำเร็จ หมายถึงนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่า 3 สุ่มออกมา 20 คน รวม 40 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จ 10 คน และนักเรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จ 10 คน ให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแก้ปัญหา 10 ปัญหา โดยวิธีคิดดัง ๆ หมายถึงให้นักเรียนตอบปัญหาดัง ๆ ตามที่ตนคิด การทดสอบทำเป็นรายบุคคล คำพูดระหว่างนักเรียนและผู้วิจัยจะบันทึกในเทป แล้วนำไปวิเคราะห์ พบว่า กระบวนการ

---

[1] อุทัย ชีวะชนรักษ์, "การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2517): 82-84.

[2] A.P. Woodruff, "The Use of Comcepts in Teaching and Learning," Jonrnal of Teacher Education 15 (March 1964): 90.

แก้ปัญหาของพวกที่ประสบผลสำเร็จ และพวกที่ไม่ประสบผลสำเร็จภายในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ประสบผลสำเร็จมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
2. มีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและเข้าใจปัญหาดีกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
3. สามารถตั้งขอบเขตของปัญหา
4. สามารถใช้ความคิดและรู้จักอุปกรณ์แก้ปัญหาได้ตรงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
5. รู้จักใช้เกณฑ์หาคำตอบได้ดีกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
6. ใช้ความคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาได้ดีกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง [1]

เมริดิท (Meridith) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาในโรงเรียนระดับมัธยมที่เรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมจำนวน 42 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงมโนภาพ (concept) กลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาตามปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์อย่างสูง กับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์ [2]

มาแฮน (Mahan) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ วิธีสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture - Discussion) กับวิธีสอนแบบการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหามีคุณสมบัติดังนี้

---

[1] J.B. Robert, "A Study of the Problem - Solving Process of Successful and Nonsuccessful Problem Solver in Nine Grade Science," Dissertation Abstracts 12 (June 1965): 7088.

[2] Merdith, C.E., "Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science," Dissertation Abstracts 10 (April 1962) : 3550.

1. นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี

2. นักเรียนที่ออนจะมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

3. นักเรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น

4. นักเรียนชายมีทักษะในการแก้ปัญหาและสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

5. นักเรียนชาย-หญิง มีความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้น [1]

จะเห็นได้ว่าการทดลองของมาแฮนเป็นการสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหา ที่ช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ จอห์น (John) จอห์น ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบเดิม กับการสอนด้วยวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 8 ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป กลุ่มตัวอย่างประชากรมีทั้งหมด 56 คน เป็นผู้ชาย 27 คน หญิง 29 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมจะถูกสอนแบบ บรรยาย สาธิต และทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองเรียนโดยการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีคำแนะนำ (Guide Sheet) ที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะกิจกรรมหลายอย่างที่นักเรียนสามารถเลือกนำไปปฏิบัติ แล้วก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริง และเกิดมโนภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา [2]

---

[1] Mahan, L.A., "The Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Interests and Personal Adjustments," Dissertation Abstracts 3 (September 1963) : 1097-1098.

[2] John, K.W., "A Comparisom of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts 4 (October 1966) : 994-995 A.

แอนเดอร์สัน (Anderson) ได้ศึกษาการวิเคราะห์วิธีการปรับปรุงการแก้ปัญหาของนิสิตฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตที่กำลังจะออกฝึกสอนได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองเป็นพวกที่กำลังเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเป็นพวกที่จะเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 เป็นพวกที่เพิ่งเข้าใหม่ กำลังเรียนวิชาการสัมมนาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้สอนวิธีการแก้ปัญหาให้กับกลุ่มทดลอง แล้วทดสอบนิสิตทั้ง 3 กลุ่ม โดยให้ปัญหาวิทยาศาสตร์แก่นิสิตคนละ 1 ปัญหา ให้อ่านแล้วเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมกับบอกวิธีการแก้ปัญหาของตน การให้คะแนนคำนึงถึงจำนวนของวิธีการแก้ปัญหาว่ามีกี่วิธี ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองไม่ได้ดีขึ้น ถึงแม้จะมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นก็ตาม [1]

จากการทดลองของแอนเดอร์สันจะคัดค้านกับการทดลองของมาแฮน และจอห์น ในแง่ที่ว่า การสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา ไม่ได้ช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น

ครอสส์และแกเออร์ (Cross and Gaier) ได้ศึกษาเทคนิคในการแก้ปัญหาที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่แบบสอบเรียกว่า The Balance Problem Test (BPT) ประกอบด้วยปัญหาเป็นชุด ๆ แต่ละชุดของปัญหาสามารถแก้ได้โดยวิธี 2 วิธีคือ แก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ (Principle) กับการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง (Facts) กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 39 คน ดำเนินการสอนโดยให้นักเรียนมีอิสระที่จะเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือทั้ง 2 วิธี ช่วยในการแก้ปัญหาก็ได้ ผลปรากฏว่าวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ มีความสัมพันธ์

---

[1] Anderson, H.O., "An Analysis of a Method for Improving Problem - Solving Skills possessed by College Students Preparing to Pursue Science Teaching as a Profession," Dissertation Abstracts 9-10 (March - April 1967) : 3332- A.

I15912075

กับยลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ [1]

บูสเวลล์ และเคอร์ช (Buswell and Kersh) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบแผนการคิดแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดแยกแยะสิ่งที่จะใช้ในการแก้ปัญหา (Key) 3 ชนิด ได้แก่ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง ข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้อง และรายละเอียดที่จำเป็น กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับนิสิตมหาวิทยาลัย มีการทดสอบโดยการแจกโจทย์ปัญหาให้นักเรียนแต่ละคน ผลปรากฏว่า มีนักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งที่สามารถแยกแยะสิ่งที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ มีนักเรียนจำนวนน้อยมากที่มองเห็นสิ่งจำเป็นที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้ สรุปได้ว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการแยกแยะ เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาโดยเน้นด้านทักษะ [2]

บลูมและโบรเดอร์ (Bloom and Broder) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขบวนการแก้ปัญหาของนิสิต กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยชิคาโก 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่แก้ปัญหาสำเร็จกับกลุ่มที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แบบสอบรวบยอด (Comprehensive exammination) ข้อสอบประเภทนี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียนมาโดยตรง แต่เกี่ยวกับการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วใช้ในการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่า นิสิตกลุ่มที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จจะเป็นกลุ่มที่มีความรู้ แต่นำมาประยุกต์ (Apply) กับปัญหาใหม่ในข้อสอบไม่ได้และไม่พยายามเข้าใจในแนวทางที่แนะไว้ให้ ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า สิ่งที่กำหนดให้นั้นมีรายละเอียดที่จำเป็นเพียงใด ไม่สามารถแยกแยะปัญหาออกเป็นข้อย่อย ๆ นิสิตกลุ่มนี้มัวแต่คิดว่า

---

[1] K. Patricia Cross and Eugene L. Gaier, "Teachnique in Problem Solving as a Predictor of Education Achievement," The Journal of Educational Psychology 46 (April 1955) : 193-206.

[2] G. T. Buswell and B.Y. Kersh, "Patterns of Thinking in Solving Problems," University of California Publications in Education 12 (1956) : 63-148.

ตนแก้ปัญหาไม่ได้เนื่องจากมีรายละเอียดไม่เพียงพอ [1]

งานวิจัยของไทยที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีของ นงนุช วรรธนวหะ ซึ่งได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มประชากรที่ใช้คือ นักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 จำนวน 169 คน เป็นชาย 64 คน หญิง 105 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ดัดแปลงมาจากแบบสอบการแก้ปัญหาของ ครอสส์ และแกเออร์ (Cross and Gaier) ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา(โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยหลักการ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [2]

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น วิธีการเรียนการสอน ตัวครูผู้สอน สื่อการสอน ฯลฯ ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวพันกับเรื่องดังกล่าว โดยเฉพาะจะเกี่ยวพัน กับวิธีการเรียนการสอนมาก งานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

โอเวนส์ (Owens) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการจำ และนำกฎเกณฑ์วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็น

---

[1] B.S. Broom and Lois J. Broder, "Problem-Solving Processes of College Students," Supplementary Educational Monograph (University of Chicago Press 1950) : 1-109.

[2] นงนุช วรรธนวหะ, "ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514), หน้า 79.

นักเรียนเคมี 116 คน นักเรียนชีววิทยา 108 คน ซึ่งมีสติปัญญาและอายุพอ ๆ กันโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนโดยการทดลองปฏิบัติจริง ๆ กลุ่มที่ 2 เรียนโดยวิธีธรรมดา พบว่า

1. พวกที่ได้รับการทดลองปฏิบัติจริง จะสามารถจำและนำสิ่งที่ตนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ดีกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ได้ทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เด็กนักเรียนชายและเด็กนักเรียนหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความสามารถในการจำ และการนำวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน [1]

ผลการวิจัยของ ทูเฮย์ (Toohey) จะสอดคล้องกับของ โอเวนส์ โดยทูเฮย์ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลของการสอนโดยการทดลองกับการบรรยายที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านความจำ และการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเรื่องดิน ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนโดยวิธีบรรยาย อีกกลุ่มเรียนโดยวิธีปฏิบัติการ หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน พบว่ากลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีความสามารถเกี่ยวกับความจำและการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีบรรยาย [2]

---

[1] J. Harold Owens, "The Ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Situations : An Experimental Investigation in High School Biology and Chemistry," Science Education 35 (October 1951) : 207-213.

[2] Jack Vincent Toohey, "The Comparative Effect of Laboratory and Lecture Method of Instruction in Earth Science and General Science Classes," Dissertation Abstracts XXIV (December 1964): 3241.

จากงานวิจัยของ โอเวนส์ และทูเฮย์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการปฏิบัติการทดลองจริง ๆ จะมีผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยการบรรยายหรือวิธีธรรมดา

เบราน์ (Brown) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1951 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 จำนวน 2901 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความเชื่อถือได้ (Reliability) = .90 และมีความเที่ยงตรงพอ ผลการค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนชายจะมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนในชนบท จะมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในเมืองและชานเมืองเล็กน้อย เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนชั้นประถมปีที่ 8 มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 [1]

โนวินสกี้ (Novinsky) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดผลของโปรแกรมการสอนในระดับประถมศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติของนักเรียนระดับเกรด 5 ในสหรัฐอเมริกา โดยแบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จะเรียนโปรแกรมเกี่ยวกับการสังเกต และการทดลองใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เน้นการสืบสวน สอบสวน ส่วนกลุ่มควบคุมจะสอนโดยการปาฐกถา การสาธิตการทดลอง โดยกำหนดตำราเรียนให้อ่าน ผลการศึกษาพบว่ามีแบบสอบย่อย 4 ชุด จากทั้งหมด 7 ชุด ของแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ที่กลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

---

[1] Stanley B. Brown, "Science Information and Attitudes Possessed by Selected Elementary School Pupils," Science Education 39 (February 1955) : 57 - 59.

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [1]

เนเบอร์ (Nabors) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 และปีที่ 6 จำนวน 100 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบ Sequential Test of Educational Progress ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบ Iowa Test of Basic Skill Forms ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้สูงกว่านักเรียนชั้นประถมปีที่ 5

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3. นักเรียนหญิงและนักเรียนชาย มีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน [2]

ส่วนการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของไทยนั้น มีผู้ศึกษาน้อยมาก ดังตัวอย่างเช่น

---

[1] John Edward Novinsky, "A Summative Evaluation of Two programs in Elementary School Science Relative to Measurable Differences in Achievement, Greativity, and Attitudes of Fifth Grade pupils in the United States Dependents School, European Area," Dissertation Abstracts International 35 (December 1974): 3399-A.

[2] Donald Gene, Nabors, "A Comparative Study of Acadamic Achievement and Problem - Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer - Supported Instruction and Self-Contained Instructional Programs," Dissertation Abstracts International 36 (December 1975) : 3241-A.

จิรวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมปีที่ 4 ในภาคศึกษา 1 โดยการสอบวิทยาศาสตร์จากแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คะแนนประมาณร้อยละ 50 จากคะแนนข้อสอบวัดด้านความจำและการนำไปใช้มากกว่าความเข้าใจและเหตุผล [1]

จำนง วิสุทธิแพทย์ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ความพอใจในวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 474 คน นักเรียนชาย 258 คน นักเรียนหญิง 216 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนรัฐบาล 13 โรง พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [2]

จิตนา ราชรองเมือง ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2516 จำนวน 154 คน โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

---

[1] จิรวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์, "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมปีที่ 4 ในภาคศึกษา 1" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2507), หน้า 79.

[2] จำนง วิสุทธิแพทย์, "การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียนระดับประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.3) ในโรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนคร ปีการศึกษา 2512" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2513), หน้า 73.

ที่ระดับ 0.05[1]

บุญส่ง นิยมสิทธิ์ ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 กลุ่มตัวอย่างประชากรมีทั้งหมด 425 คน การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่อาศัยอยู่ในเมืองกับนักเรียนที่อาศัยอยู่ในชนบท พบว่า

1. นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. เด็กที่อาศัยอยู่ในเมืองกับเด็กที่อาศัยอยู่ในชนบทมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01[2]

---

[1] จิตนา ราชรองเมือง, "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516), หน้า 77

[2] บุญส่ง นิยมสิทธิ์, "สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 ในจังหวัดปราจีนบุรี" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2510), หน้า 79.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลงานวิจัยของไทยและต่างประเทศที่กล่าวมาแล้วได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่สอนโดยทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะมีทักษะเกี่ยวกับความคิดสูง และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

2. ทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาทักษะการสื่อความหมายของนักเรียน

3. นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา จะมีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและรู้จักตั้งขอบเขตเพื่อวิเคราะห์ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

4. การแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

5. การเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการแก้ปัญหา จะทำให้นักเรียนสนใจและมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการแก้ปัญหาและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย

6. การเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติทดลองจริง จะช่วยให้นักเรียนสามารถจำและนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีธรรมดา

7. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ผลงานวิจัยดังกล่าวส่วนมากจะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับเด็กต่างชาติ ซึ่งต่างกับเด็กไทย และงานวิจัยเหล่านี้จะเน้นหนักไปทางการทดลองสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนมาก งานวิจัยของไทยเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังไม่ค่อยมีใครศึกษาไว้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานของเด็กไทยนั้น จะมีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการแก้ปัญหาหรือไม่ และจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไรหรือไม่