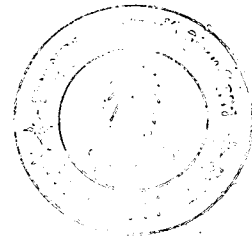


บทที่ ๒

วรรณคดี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่างกัน ดังนี้ คือ

พจน์ สะเพียรชัย กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมของคนที่ แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

๑. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็น ทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

๒. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้ หรือ ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษา เครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรจะรู้วิธีการ รักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของ เครื่องมือด้วย

๓. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือ วัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถ ถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมายและจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจน แจ่มแจ้งปราศจากอคติ

๔. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มา จัดระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจจะเป็นการย่อข้อมูลดิบ จัดหมวดหมู่ ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ หรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้

๕. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการ ตีความ ขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

๖. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

๗. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแบบแผน การทดลอง และความคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ดีเหมาะสมสะดวก ในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการ ตลอดทั้งประหยัด เวลา กำลัง และเงินทองด้วย ผู้ที่มีทักษะ ในการเลือกแบบแผนการทดลองนี้ จะใช้การทดลองที่ง่าย ประหยัดและได้ผลมาก

๘. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในทางวิทยาศาสตร์นั้น มักจะเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียน จะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มา ซึ่งคำตอบ หรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

๙. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น^๑

นิพนธ์ จิตต์ภักดี กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริม ทักษะต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ทักษะที่สำคัญ คือ

- ๑. ทักษะในการสังเกต
- ๒. ทักษะการอธิบาย
- ๓. ทักษะการทำนาย
- ๔. ทักษะการสร้างสมมติฐาน
- ๕. ทักษะการออกแบบการทดลอง
- ๖. ทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน^๒

ประยัด จันทร์ขมภู และ ประสพสันต์ อักษรมิต ได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์

^๑พจนัน สะเพียรชัย, "การวัดทักษะขบวนการทางวิทยาศาสตร์, พัฒนาการวัดผล ๑๐, (๒๕๑๗) : ๔๔ - ๕๑.

^๒นิพนธ์ จิตต์ภักดี "การใช้คำถามในการเรียนวิทยาศาสตร์," ประชาศึกษา (ธันวาคม ๒๕๑๗) : ๓๐ - ๓๓.

และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ ๒ ประการ คือ

๑. ทักษะในการทำ หรือ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้
สิ่งต่อไปนี้

๑.๑ ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และ
ปลอดภัย

๑.๒ ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

๑.๓ ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

๑.๔ ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลอง
ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

๑.๕ ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

๒. ทักษะในการแก้หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถในเชิง
สติปัญญา และการใช้ความคิด เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่
ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ มี

๒.๑ การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

๒.๒ การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

๒.๓ สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

๒.๔ รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

๒.๕ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

๒.๖ มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการ
ปฏิบัติการทดลอง

๒.๗ ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

๒.๘ สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงาน หรือเขียนได้^๑

^๑ประหยัด จันทรขมภู และประสพสันต์ อักษรมัต, วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม

(กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๘) : ๒๓ - ๒๔.

โรเบิร์ต บี. ซันด์ และ เลสลีย์ คัมบริว. โทรวบริดจ์ (Robert B. Sund and Leslie W: Trowbridge) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ดังนี้ คือ

๑. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)

- ๑.๑ การฟังอย่างตั้งใจ และถามเมื่อสงสัย
- ๑.๒ การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจ และคิดอย่างเป็นระบบ
- ๑.๓ การค้นหาแหล่งข้อมูล และใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่งมาร่วมพิจารณา
- ๑.๔ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยการสัมภาษณ์ หรือ การเขียนจดหมายติดต่อ

สอบถาม

- ๑.๕ การตั้งปัญหา
- ๑.๖ การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการบันทึกเป็นข้อความ เป็นตาราง หรือ

จำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

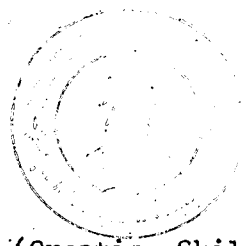
- ๑.๗ การค้นหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้โดยทำการทดลองวิเคราะห์ผลการทดลอง

แล้วสรุปผล

๒. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

๒.๑ การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ เป็นระเบียบและสมบูรณ์ โดยรายงานเป็น ตาราง หรือ เป็นแผนผัง

- ๒.๒ การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้
- ๒.๓ การเรียงเรียงข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อแสดงลำดับ
- ๒.๔ การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้
- ๒.๕ การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่
- ๒.๖ การกำหนดเค้าโครงร่างออกเป็นหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อย
- ๒.๗ การแสดงหัวข้อที่สำคัญ และความสัมพันธ์ของข้อมูล
- ๒.๘ การประเมินผล และหาวิธีปรับปรุงแก้ไข
- ๒.๙ การวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้



๓. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

- ๓.๑ การวางแผนล่วงหน้า โดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ รวมถึงการตั้งสมมติฐาน
- ๓.๒ การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือระบบใหม่
- ๓.๓ การคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ
- ๓.๔ การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ ๆ

๔. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

- ๔.๑ การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ
- ๔.๒ การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดี
- ๔.๓ การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ และการทำงาน
- ๔.๔ การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง
- ๔.๕ การซ่อมแซมเครื่องมือ
- ๔.๖ การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการแสดงและทดลอง
- ๔.๗ การจัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เครื่องจับเวลา

เป็นต้น

๕. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

- ๕.๑ การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี
- ๕.๒ การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- ๕.๓ การอภิปรายที่ชัดเจน
- ๕.๔ การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียน หรือครูโดยเน้นเนื้อหาที่สำคัญทาง

วิทยาศาสตร์

- ๕.๕ การเขียนรายงานการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และ

สรุปผลการทดลองได้

- ๕.๖ การวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์ เพื่อประเมินค่าผลที่ได้
- ๕.๗ การเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง และแปลความหมายจากกราฟได้

๔.๔ สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้ แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน^๑

วอลเตอร์ อาร์. บราวน์ (Walter R. Brown) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ ด้ให้หมายความเฉพาะให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎี มโนคติ (Concept) และข้อเท็จจริงทาง วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังมีความหมายรวมไปถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science) ด้วย Brown ได้แบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น ๕ ประการ คือ

๑. การใช้หลักเกณฑ์นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Application of Generalizations to New Situations)

๑.๑ ความสามารถในการนำหลัก เกณฑ์มาใช้กับประสบการณ์เฉพาะ

๑.๒ ความสามารถที่จะทำนายผลนอกขอบเขตของข้อมูล

๒. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)

๒.๑ ความสามารถในการระบุปัญหา

๒.๒ ความสามารถในการจำกัดขอบเขตของปัญหา

๒.๓ ความสามารถในการอ่านและ เข้าใจข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

๒.๔ ความสามารถที่จะเลือกวิธีหาข้อมูล โดยพิจารณาด้วยว่า ข้อมูลใดจำเป็น

ในการใช้แก้ปัญหา

๒.๕ ความสามารถที่จะเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุด

๓. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data)

๓.๑ ทักษะในการตั้งสมมติฐาน

๓.๒ ความสามารถในการจัดรายการของสมมติฐาน


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

- ๓.๓ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเหตุและผล
- ๓.๔ ทักษะในการทดสอบสมมติฐาน
- ๔. การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthesis of Data)
 - ๔.๑ ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นเป็นหลักฐาน
 - ๔.๒ ความไม่รีบร้อนตัดสินใจจนกว่าจะมีข้อมูลเพียงพอ
- ๕. การประเมินผลจากข้อมูล (Evaluation of Data)
 - ๕.๑ ความสามารถในการประเมินผลหลักฐานโดยพิจารณาจากความเชื่อถือได้ (Reliability) และความเที่ยงตรง (Validity)
 - ๕.๒ ทักษะในการประเมินผลข้อสรุปโดยไม่ลำเอียง
 - ๕.๓ ทักษะในการจำแนกกระหว่างข้อตกลงเบื้องต้น, สมมติฐาน ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่แน่นอน^๑

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่ามีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบ และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อย่างไรบ้าง และพบว่า 'วิธีการหรือทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มี ๑๓ ทักษะ ทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น ๒ กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

- ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่
 - ๑. การสังเกต (Observing)
 - ๒. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships)
 - ๓. การจัดจำพวก (Classifying)
 - ๔. การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
 - ๕. การวัด (Measuring)

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

- 
๖. การสื่อความหมาย (Communicating)
 ๗. การทำนาย (Predicting)
 ๘. การสรุปอ้างอิง (Inferring)
- ข. ทักษะกระบวนการขั้นผสม (The Integrated Process Skills) ได้แก่¹
๑. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
 ๒. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
 ๓. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 ๔. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 ๕. การทดลอง (Experimenting)

เจมส์ อาร์ โอเค และโรนัลด์ แอล ฟิเอล (James R. Okey and Ronald L. Fiel) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสรุปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ควรจะมี ๑๐ ประการคือ

๑. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดได้ว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables)
๒. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) หมายถึง ความสามารถที่จะสร้างตารางข้อมูลจากกราฟ จากข้อความหรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง
๓. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) หมายถึง ความสามารถในการเขียนกราฟ จากคำอธิบายสั้น ๆ หรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลอง

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

๔. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

๕. การเก็บและรวบรวมข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองได้ และสามารถนำข้อมูลนั้นมาสร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

๖. การวิเคราะห์ขบวนการทดลอง (Analyzing Investigation) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ควบคุมตัวแปรภายนอก และบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบโดยการทดลองได้

๗. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) หมายถึง ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้ เมื่อกำหนดปัญหามาให้ ซึ่งก่อนการตั้งสมมติฐาน จะต้องพิจารณาว่า มีตัวแปรอะไรบ้างที่เกี่ยวกับการทดลอง โดยจะต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวแปรเดียว แล้วจึงตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบ และควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด

๘. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การกำหนดนิยามปฏิบัติการ ก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

๙. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบการทดลอง ตามสมมติฐานที่กำหนดมาให้ได้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

๙.๑ การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

๙.๒ การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

๙.๓ การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

๑๐. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูล สำหรับการพิสูจน์

สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดมาให้^๑

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ ESLI (Elementary Science Learning by Investigating) กล่าวว่าในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น เด็กจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใดก็ตาม และการประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่า ๆ กับความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ESLI ประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

๑. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้
๒. การจัดกระทำต่อข้อมูล (Data Treatment) หมายถึง การรายงาน การบันทึก การวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้อัตโนมัติด้วยตนเอง หรือกลุ่มหรือในชั้นเรียน
๓. การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน (Prediction and Hypothesis Formation) หมายถึง แนวคิดที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น
๔. การจัดจำพวก (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูจากความแตกต่างและคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาคุณสมบัติที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย
๕. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถบอกสมาชิกภายในกลุ่มได้ โดยดูจากคุณสมบัติและลักษณะซึ่งผิดแผกไปจากกลุ่ม
๖. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้อง โดยใช้ระบบการวัดที่เป็นมาตรฐาน สามารถบอกได้ว่าอะไรมากกว่าหรือน้อยกว่า นอกจากนี้ทักษะด้านนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณที่พอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง
๗. การพัฒนาเทคนิควิธีปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Techniques) หมายถึง ความสามารถในการสร้าง และใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ และ

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

และรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

๘. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (Analysis and Synthesis) หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิด หรือมโนคติ (Concept) และรวมถึงการนำข้อมูลย่อย มาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์ต่าง ๆ

๙. การสื่อความหมาย (Communications) หมายถึงความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่จะแสดงออกถึงความรู้สึกรู้สึกนึกคิดทั้งด้านนามธรรมและรูปธรรม^๑

สมาคม NAEP (The National Assessment of Educational Progress) ได้กล่าวถึงความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ๑๐ ทักษะ คือ

๑. ความสามารถในการนิยามปัญหาทางวิทยาศาสตร์
๒. ความสามารถบอกหรือทราบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์
๓. ความสามารถเสนอหรือเลือกกระบวนการทดสอบความเที่ยงตรง ทั้งทางด้านเหตุผลและการปฏิบัติ

๔. ความสามารถเก็บข้อมูล
๕. ความสามารถตีความข้อมูล
๖. ความสามารถตรวจสอบความสอดคล้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎ

ความจริง การสังเกต หรือการทดลอง

๗. ความสามารถให้เหตุผลทางด้านปริมาณและสัญลักษณ์ได้
๘. ความสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่าง ข้อเท็จจริง สมมติฐานและความเห็น
สิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และรูปแบบจากการสังเกต

¹Nell Garland, Brewer A.C., Thomas F. Edwards, Ann Marshall and Jerome J. Notkin, Elementary Science Learning by Investigation. Teacher's Edition, 2d. ed, (Rand McNally & Company, 1973) : p. 3.

๘. สามารถวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ
๑๐. สามารถใช้กฎทางวิทยาศาสตร์ และหลักการได้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย^๑

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ทำการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๑๓ ทั้งนี้สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ว่าควรให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว จึงเน้นในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ประกอบด้วย

๑. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น ๓ อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
๒. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ
๓. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

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

๒. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

๑. เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะใช้วัด
๒. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดได้
๓. วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ

ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

๓. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่ง หรือ เรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
๒. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือ จำแนกได้
๓. ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับ หรือ จำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือ

จำแนกได้

๔. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี ๓ มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง ๒ มิติ กับ ๓ มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปเป็นเวลา ๑๐ วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. วาดรูป ๒ มิติ จากรูป ๓ มิติ ที่กำหนดให้ได้
๒. วาดรูป ๓ มิติ จากรูป ๒ มิติ ที่กำหนดให้ได้

๓. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ๒ มิติ กับ ๓ มิติได้

๔. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวา

ของกันและกันอย่างไร

๕. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกร่างหนึ่ง

๖. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

๕. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

๖. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ เลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้

เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอ หรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย ฯลฯ

๗. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

๘. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้น มาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว คาคะเนคำตอบ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้

ทดลอง

๒. ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่ได้ทำการทดลองเป็นที่
ยอมรับแล้ว คาคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

๓. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการ
สังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. สรุปคำถามล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต: ความรู้ ประสบการณ์เดิม

๒. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

๑๐. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของ
ตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของ
ตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

๑๑. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมติฐาน
หนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่
ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. ชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

๒. กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

๑๒. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง
การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม จัดกระทำ และสื่อความหมาย
ข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม
๒. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้เหมาะสม
๓. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้
๔. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง
๕. สังเกตผลการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ ไม่หลงความคิดเห็น
๖. จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตได้ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล
๗. บรรยายลักษณะและสมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง

และสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

๑๓. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

๑. บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)
๒. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปรที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)^๑

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น และสามารถวัดได้ ๔ ทักษะ คือ

๑. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป

^๑สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเมียว : ๑ - ๑๒.

๒. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความ หรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

๓. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์ หรือ คาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในรูปปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

๔. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และดำเนินการทดลองพิสูจน์สมมติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

๕. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ สถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ และเวลา

ลักษณะข้อสอบแต่ละทักษะ

๑. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

๑.๑ ให้เขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ในตาราง หรือพิจารณาว่ากราฟในข้อใดเขียนจากข้อมูลที่กำหนดให้

๑.๒ ให้ออกแบบตารางจากคำอธิบายวิธีทำการทดลอง หรือ พิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองใด สอดคล้องกับคำอธิบาย วิธีทำการทดลองที่กำหนดให้

๑.๓ ให้ออกแบบตารางจากกราฟ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกข้อมูลในข้อใดสอดคล้องกับกราฟที่กำหนดให้

๒. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

๒.๑ ให้สรุปและแปลความหมายจากตาราง

๒.๒ ให้สรุป และแปลความหมายจากกราฟ

๒.๓ ให้สรุป และแปลความหมายจากข้อความ

๒.๔ ให้สรุป และแปลความหมายจากรูปภาพ

๓. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน

๓.๑ มีผลการทดลองให้การทดลองหนึ่ง แล้วถามว่า ถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขการทดลองนั้น เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิ น้ำหนักของสารหรือเวลา หรืออื่น ๆ แล้วให้คาดการณ์ว่า ผลการทดลองที่เกิดขึ้น

คืออะไร หรือให้ข้อมูล หรือกราฟ แล้วถามให้คาดการณออกไปจากข้อมูล หรือกราฟที่กำหนดให้

๓.๒ กำหนดคำอธิบายวิธีการทดลอง หรือข้อความ หรือภาพแสดงสถานะการณ การทดลองมาให้ แล้วให้วิเคราะห์หาสมมติฐาน

๓.๓ มีตารางบันทึกผลการทดลอง ซึ่งมีแต่ตัวตารางให้ โดยไม่มีชื่อตาราง และ ไม่มีข้อมูลให้ แล้วถามว่า สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

๔. ทักษะในการออกแบบการทดลอง

๔.๑ มีสมมติฐาน และขั้นตอนในการทำการทดลองต่าง ๆ ให้ แล้วถามว่า ขั้นตอนใด จำเป็น หรือขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

๔.๒ ถามว่าจะต้องควบคุมตัวแปรตัวใดบ้างในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน หรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้

๔.๓ บรรยายการทดลองให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองนี้ สมบูรณ์ หรือไม่ จะต้องเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงตรงไหน ถ้าจะใช้การทดลองนี้ทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้

๔.๔ บรรยายการทดลองด้วยข้อความ หรือ รูปภาพ หรือไดอะแกรมหลาย ๆ แบบ แล้วให้เลือกว่า แบบไหนตรงจุดมุ่งหมายที่สุด

๕. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

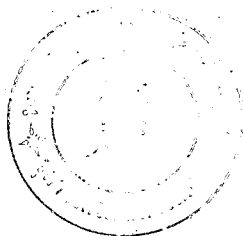
๕.๑ กำหนดภาพวัตถุมาให้ ถ้าตัดวัตถุตามแนวที่กำหนดให้บอกภาพของส่วนที่ถูกตัด

๕.๒ กำหนดรูปร่างของแผ่นกระดาษมาให้ แล้วให้พับตาม เส้นประที่กำหนด ให้ทำ ลักษณะรูปทรงที่ได้

๕.๓ หาทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อมีวัตถุหลาย ๆ อันมาสัมพันธ์กัน

๕.๔ กำหนดรูปภาพหลายรูป แล้วให้หาว่าจะใช้รูปใดบ้างมาประกอบกันให้ได้รูป ทรงตามต้องการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาการวิจัยและประเมินผล, รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว, ๒๕๑๘ :



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สัญญา ทิพย์เสนา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอบแบบสืบสวน สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเต็ม โดยการทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับปีที่ ๑ จำนวน ๖๗ คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน ๓๔ คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมจำนวน ๓๓ คน ใช้วิธีสอนแบบเต็ม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม^๑

อุทัย ชิวะธนรักษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง กับการสอนแบบเต็ม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับปีที่ ๑ จำนวน ๖๗ คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ๓๔ คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม ๓๓ คน ใช้วิธีสอนแบบเต็ม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม^๒

^๑สัญญา ทิพย์เสนา, "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเต็ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับปีที่ ๑" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕๑๗).

^๒อุทัย ชิวะธนรักษ์, "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเต็มในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับปีที่ ๑" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕๑๗).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. ๒๕๑๔ ที่สร้างโดยสถาบัน และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Evaluation of Education Achievement) พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. ๒๕๑๔ มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ดีกว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้ว พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ. ๒๕๑๔ มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี^๑

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๑^๒

^๑สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ IEA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. และนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พ.ศ. ๒๕๐๓," รายงานการวิจัย อันดับที่ ๑๐, ๒๕๑๔.

^๒น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์, "การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๑).

ยูจีเนีย แอนน์ โปโปราด แวนเนค (Eugenia Ann Poporad Vanek) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน ๒ วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชนบท ระดับเกรด ๓ จำนวน ๕๔ คน และระดับเกรด ๔ จำนวน ๕๖ คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยให้ทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน^๑

โจเซฟ ฟิลลิป ไรลีย์ (Joseph Phillip Riley) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู ๒ วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๓ กลุ่ม กลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ ๓ เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ ๑ ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการจริง ๆ กลุ่มที่ ๒ ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ไม่มีการปฏิบัติการ กลุ่มที่ ๓ ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม ๔ ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร ๕ ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์, ที่สนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์, ที่สนใจต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์, และที่สนใจต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

¹Eugenia Ann Poporad Vanek, "A Comparative Study of Selected Science Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classificatory Skills, Science Achievement, and Attitude," Dissertation Abstracts 35 (September 1974) : pp. 1522 - A.

ดีกว่ากลุ่มที่ ๓ แต่ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง ๓ กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน^๑

เคนเนธ กอร์ดอน แจคนิค (Kenneth Gordon Jacknicke) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด ๒ โดยแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม สอนวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบธรรมดา ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลอง^๒

วิลเลียม เอ็ดวาร์ด รอยอัลตี (William Edward Royalty) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของนักเรียน คุณลักษณะของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชั้นประถม ๑, ๒ และ ๓ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ จากโรงเรียน ๒๑ โรงเรียน โดยให้นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ K-3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA) แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรวมกับข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนภายใต้โปรแกรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการสอบถามจากครูผู้สอน และจากตัวนักเรียนเองไปทำการวิเคราะห์ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนภายใต้โปรแกรม

¹Joseph Phillip Riley, "The Effects of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skill Abilities, Understanding of Science, and Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts 35 (February 1975) : pp. 5152-A.

²Kenneth Gordon Jacknicke, "A Comparison of Teacher And Student Outcomes of Science - A Process Approach and An Alternative Program in Selected Grade Two Classrooms" Dissertation Abstracts 36 (November 1975), pp. 3040-A.

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง ๔ ปี ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโปรแกรมนี้ไม่ถึง ๔ ปี^๑

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความแตกต่างระหว่างเพศ

สุมาลี พิตรากุล ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวาจา กับการเรียนรู้ ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ ๑ ผลการวิจัย พบว่า เพศชายและเพศหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๑^๒

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. ๑ กับ ม.๑ ในเขตการศึกษา ๖ ผลการวิจัยพบว่า

๑. นักเรียนชั้น ม.ศ. ๑ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า ชั้น ม.๑
๒. นักเรียน ม.ศ. ๑ เพศหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าเพศชาย แต่ชั้น ม.๑ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเพศหญิง และเพศชายไม่แตกต่างกัน

¹William Edward Royalty, " The Relationship of Selected Student, Teacher Characteristics and Student Achievement in Science Using Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts 40 (January 1980) : pp. 3928 - A.

^๒สุมาลี พิตรากุล, "ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ๒๕๑๘).

๓. นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย^๑

ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕^๒

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับความแตกต่างระหว่างเพศ

จรรยา สุวรรณทัต และดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยพบว่า

๑. การให้การบ้านในวิชาวิทยาศาสตร์มากเกินไป ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะยิ่งสูงขึ้น

๒. คะแนนรวมวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีความสัมพันธ์เชิงนิเสธ (-) กับการทดลองในห้องปฏิบัติการของนักเรียน

๓. เด็กชายไทยทำคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่าเด็กหญิง^๓

^๑บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล, "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. ๑ กับ ม.๑ ในเขตการศึกษา ๖," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒).

^๒ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์, "ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔," (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๓).

^๓จรรยา สุวรรณทัต และดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ และคณะ, "ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยระดับชั้นต่าง ๆ," (รายงานการวิจัย ฉบับที่ ๖ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก, ๒๕๑๖) : ๑๖๐ - ๑๖๕.

จรัญ สวัสดิถาวร ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในเขตการศึกษา ๓ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชาย และนักเรียนหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๑^๑

ชัยสงคราม เครือหงส์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้น ม.ศ. ๑ ในจังหวัดสงขลา จำนวน ๒๕๖ คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย^๒

เจ. ฮาโรลด์ โอเวนส์ (J. Harold Owens) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ความสามารถในการจำ และการนำไปใช้ ของนักเรียนเคมี ๑๑๖ คน และนักเรียนชีววิทยา ๑๐๘ คน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕^๓

^๑จรัญ สวัสดิถาวร, "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เขตการศึกษา ๓," (วิทยานิพนธ์ปริญญา-มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๐).

^๒ชัยสงคราม เครือหงส์, "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑," (วิทยานิพนธ์ปริญญา-มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒).

^๓J. Harold Owens, "The Ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Situation : An Experimental Investigation in High School Biology and Chemistry," Science Education 35 (October 1951) : pp. 207-213.

สแตนเลย์ บี. บราวน์ (Stanly B. Brown) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ จำนวน ๑,๔๕๑ คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ จำนวน ๑,๔๐๑ คน โดยสุ่มจากโรงเรียนในเมือง ๑๔ โรงเรียน ในชานเมือง ๘ โรงเรียน และในชนบท ๑๔ โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชายสูงกว่าเด็กหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕^๑

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑. การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น
๒. ผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยของ วิลเลียม เอ็ดวาร์ด โรยัลตี้ (William Edward Royalty), สัญญา ทิพย์เสนา และอุทัย ชิวะธนรักษ์ พบว่า มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ ยูจีเนีย แอนน์ โปโปราตแวนเนค (Eugenia Ann Poporad Vanek) และ โจเซฟ ฟิลลิป ไรลีย์ (Joseph Phillip Riley) พบว่า ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนโดยวิธีธรรมดา
๓. ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความแตกต่างระหว่างเพศ ผลการวิจัยยังขัดกันอยู่ เช่น สุมาลี พิตรากุล และ ชำนาญ เขาวงกิตพงศ์ พบว่า นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน แต่ บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล พบว่า นักเรียน ม.ศ. ๑ เพศหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย
๔. ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับความแตกต่างระหว่างเพศ ผลการวิจัยทั้งหมดพบว่า นักเรียนหญิง และนักเรียนชาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

^๑Stanley B. Brown, "Science Information and Attitudes Possessed by Selected Elementary School Pupils," Science Education 39 (February 1955) : pp. 57 - 59.

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผู้ใดศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัย จึงเห็นสมควรที่จะศึกษาว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดี จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีด้วยหรือไม่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรของนักเรียนในเรื่องเพศด้วย.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย