หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2

## วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

วรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 กับนักเรียนชั้น ม.2 นั้นจะกล่าวในแง่ของจิตวิทยาการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### จิตวิทยาการเรียนรู้

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สุวัฒก์ นิยมค้า [1] ได้กล่าวถึงคำกล่าวของ บรูเนอร์ (Bruner ) ว่า

"หน้าที่ของครูในการสอนคือเป็นผู้แนะแนวทางในการเรียนมากกว่าที่จะเป็นผู้บอก ไม่ว่าเราจะสอนวิชาใดให้แก่เด็กก็ตาม เราสามารถที่จะนำมาสอนให้เข้าใจทุกระดับได้ เพียงแต่ครูผู้สอนต้องรู้จักการจัดเนื้อหาวิชาและวิธีสอนให้เหมาะสมกับวัยโดยมีกิจกรรมในการสอนซึ่งจะมีส่วนช่วยในการเรียนรู้อย่างมาก"

แม้ว่านักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2 จะมีพื้นความรู้ต่างกันและวัยต่างกัน แต่ครูควรจะมีหน้าที่ปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้เดิมให้พอเพียงเพื่อรับความรู้ใหม่ ซึ่งทั้งสองอย่างนี้จำเป็นในเรื่องการเรียนรู้มาก ตามทฤษฎีของเปียเจต์ (Piaget )[2] ได้จัดเด็กนักเรียน ม.ศ.2 และ ม.2 ซึ่งมีอายุเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12–15 ปี อยู่ในขั้นของพัฒนาการทางด้านความคิดและสติปัญญาขั้น Formal Operation ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สามารถ

---

[1] สุวัฒก์ นิยมค้า, "หลักจิตวิทยาในการเรียนการสอน," การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด (วัฒนาพานิช, 2517), หน้า 114.

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 109.

สร้างมโนภาพได้แม้ไม่เคยเห็นของจริง ซึ่งเด็กนักเรียน ม.2 และม.ศ.2 มีอายุต่างกันเพียง 1 ปีเท่านั้น จึงน่าจะมีสัมฤทธิผลทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ไม่เน้นเฉพาะเนื้อหาวิชาอย่างเดียว แต่เน้นทั้งเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ ในการฝึกทักษะแต่ละชนิดควรเริ่มต้นเมื่อใดนั้น เอมเมอร์ ( Emmer )[1] กล่าวว่า "ขึ้นอยู่กับความพร้อมของเด็ก" แกงเย ( Gagne )[2] ได้ให้คำจำกัดความของความพร้อมว่า "คือความสามารถที่ตอบสนองความต้องการด้วยความพยายามที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่ปรารถนา แต่ถ้าไม่พร้อมที่จะเรียนก็ไม่อาจประสพความสำเร็จได้ เช่นไม่พร้อมทางด้านร่างกาย สติปัญญา และวัยเป็นต้น" เมื่อทักษะขึ้นอยู่กับความพร้อมของเด็กซึ่งมีร่างกาย สติปัญญา และวัยเป็นองค์ประกอบสำคัญดังนี้ จะเห็นว่าจิตวิทยาเข้ามามีบทบาทสำคัญในการฝึกทักษะของเด็ก สำหรับนักเรียนชั้น ม.2 และ ม.ศ.2 ซึ่งมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 12-15 ปี ตามทฤษฎีของเปียเจยต์ ( Piaget)[3] จัดอยู่ในขั้นของพัฒนาการทางด้านสติปัญญาความคิดขั้น Formal Operation ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ

---

[1] Edmund T. Emmer, Improving Teaching Through Experimen+ (New Jersey : Prentice-Hall, 1970) : 144.

[2] Robert M. Gagne, The Condition of Learning (N.Y. : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1970) : 277-279.

[3] Jean Piaget, Six Psychological Studies With and Introduction Translation edited by David Elkind (N.Y. : Random house, Inc., 1968) : 60-69.

1. เด็กสามารถคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกวิทยาได้
2. เด็กสามารถสร้างสมมุติฐาน สร้างแผนการทดลองได้
3. เด็กสามารถลงข้อสรุปเป็นความจริงหลักได้จากข้อมูล
4. เด็กสามารถถ่ายทอดความคิดเห็นจากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่งได้
5. เด็กสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้
6. เด็กสามารถคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้

จากทฤษฎีของเปียเจยต์ (Piaget) ข้างต้นจะเห็นว่า การฝึกทักษะจำเป็นต้องคำนึงถึงความพร้อมตามลำดับขั้นพัฒนาการของเด็กด้วย

สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาได้ให้คำอธิบายหรือรวบรวมไว้หลายท่าน อาทิเช่น

โอเค และฟิล (Okey and Fiel )[1] ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประเภทคือ

1. การกำหนดตัวแปร ( Identifying Variables ) หมายถึงความสามารถที่จะบอกว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตามหรืออะไรที่เป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลขึ้น

2. การสร้างตารางจากข้อมูล (Constructing a table of Data ) หมายถึงความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลอง จากข้อความ ฯลฯได้

3. การเขียนกราฟ (Construction a graph ) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟจากคำอธิบาย จากการทดลอง นิยมให้แกน x เป็นค่าตัวแปรอิสระและแกน y เป็นค่าของตัวแปรตาม

---

[1] James R. Okey and Ronald L. Fiel, Science Process Skill Program, Laboratory for Educational Development (Experimental Edition), (Indiana University, Bloomington, Indiana, 1971).

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ( Describing Relati- between Variables ) คือความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดทำข้อมูล ( Acquiring and Processing your Data ) คือความสามารถในการทำการรวบรวมและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ ตามปกติการทดลองเริ่มต้นด้วย "ปัญหา" ซึ่งเกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์แล้วเกิดความสงสัยว่า "ทำไม" ในขั้นต่อมา ก่อนที่จะมีทักษะการทดลองจะต้องมีทักษะด้านการวัดมาก่อน

6. การวิเคราะห์ขบวนการทดลอง ( Analyzing Investigations ) คือความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง การบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบได้เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น ตัวแปรที่อาจมีส่วนหรือมีผลกระทบกระเทือนต่อผลของการทดลอง เรียกว่าตัวแปรที่ต้องควบคุม ( Controlled Variables ) การทดลองทุกครั้งต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้ามามีส่วนทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อการทดลอง ตัวแปรภายนอกมีสองชนิดคือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ ( Explicit ) และตัวแปรที่ควบคุมไม่ให้ส่งผลต่อการทดลองไม่ได้ ( Implicit) หลักในการควบคุมตัวแปรภายนอกมีดังนี้ ถ้าไม่อาจกำจัดออกจากการทดลองได้ ก็ต้องทำให้มีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่าเทียมกัน

7. การตั้งสมมุติฐาน ( Constructing Hypothesis) คือความสามารถที่จะคาดคะเนผลที่จะเกิดเมื่อกำหนดปัญหาให้ ก่อนตั้งสมมุติฐานต้องพิจารณาก่อนว่า อะไรเป็นตัวแปรในการทดลองนั้น อะไรเป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลองแล้วจัดเข้าหมวดหมู่ การตั้งสมมุติฐานแต่ละข้อต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมดแล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงตัวเดียว ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า สมมุติฐานหมายถึงการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Variable Operationally) คือความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการคือการกำหนดลงไปว่าจะจัดตัวแปรอิสระและตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

9. การออกแบบทดลอง ( Designing Investigations) คือความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมุติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดคาตาง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การกำเนินการทดลอง ( Experimenting ) คือความสามารถในการตั้งสมมุติฐานออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามสมมุติฐานที่วางไว้

ซันด์และทรอบริดซ์ ( Sund and Trowbridge )[1] ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 พวกดังนี้

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ ( Acquisitive Skills ) ได้แก่การฟัง การสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวนสอบสวน การรวบรวมข้อมูล การวิจัย

2. ทักษะในการรวบรวม ( Organization Skills ) ได้แก่การบันทึกข้อมูลการเปรียบเทียบ การหาความแตกตาง การจำแนก การรวบรวมหรือจัดลำดับ การเขียนโครงราง การตรวจและวิจารณ์ การประเมินคา การวิเคราะห์ข้อมูล

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ ( Creative Skills ) ได้แก่การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบความคิดใหม่ การคิดวิธีใหม่ การสังเคราะห์

4. ทักษะในการจัดทำ ( Manipulative Skills ) ได้แก่การใช้เครื่องมือ การรักษาเครื่องมือ การสาธิตการทดลอง ระเบียบวิธีการทดลอง การซอมแซมเครื่องมือ การสร้างเครื่องมือ การวัดอย่างถูกต้อง

---

[1] Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School" Method of Science Teaching : Inquiry Through Laboratory Work," (Ohio : Charles E. Merrill Books 1967) : 93-95.

5. ทักษะในการสื่อสารข้อความ ( Communicative Skills ) ได้แก่การถามคำถาม การอภิปราย การอธิบาย การเขียนผลการทดลอง การวิจารณ์ข้อมูล การเขียนกราฟ การรายงาน

สุวัฒก์ นิยมค้า [1] ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง The American Association for the Advancement of Science ได้เขียนไว้ในหนังสือชื่อ Science : A Process Approach, Commentary for Teachers ได้แบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 กระบวนการ คือ

ก. <u>กระบวนการขั้นมูลฐาน</u> (Basic processes)

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา (Using Space/ Time relationships)
3. การจัดประเภทของสิ่งของ (Classifying)
4. การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using numbers)
5. การวัด (Measuring)
6. การถ่ายทอดผลงาน (Communicating)
7. การพยากรณ์ (Predicting)
8. การลงข้อวินิจฉัย (Inferring)

ข. <u>กระบวนการขั้นผสม</u> (Integrated processes)

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling variables)
2. การแปลผลจากข้อมูล (Interpreting data)
3. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating hypothesises)
4. การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม (Defining operationally)
5. การทดลอง (Experimenting)

---

[1] สุวัฒก์ นิยมค้า, "กระบวนการวิทยาศาสตร์," <u>การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด</u> (วัฒนาพานิช, 2517), หน้า 31 – 64.

กระบวนการขั้นการสังเกต (Observing)

การสังเกตเป็นกระบวนการหลักที่ขาดไม่ได้สำหรับการนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์จนมีคำกล่าวติดปากว่า วิทยาศาสตร์เริ่มต้นจากการสังเกต การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของเราเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เรากำลังศึกษา การสัมผัสได้แก่จักษุสัมผัส (การมองเห็น) นาสิกสัมผัส (การรู้กลิ่น) โสตสัมผัส (การได้ยินเสียง) ชิวหาสัมผัส (การรู้รส) และกายสัมผัส (การรู้จักร้อนหนาว แข็ง อ่อน ราบเรียบ ขรุขระ ฯลฯ)

การสังเกตนั้นมุ่งฝึกทักษะอย่างน้อย 4 ประการคือ

1. ฝึกการใช้ประสาทสัมผัสให้นักเรียนรู้จักการใช้ประสาทสัมผัสให้ครบทั้ง 5 อย่าง
2. ฝึกสังเกตเพื่อทราบรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติทั่วไป
3. ฝึกสังเกตคู่กับการวัดเพื่อทราบปริมาณ
4. ฝึกสังเกตเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลง

004891

ในการสังเกตนั้นมีข้อควรระวังอยู่อย่างหนึ่งคือ อย่านำความคิดของเราไปปนกับความจริงเดียว ( fact ) ที่ได้จากการสังเกตเป็นอันขาด เพราะสิ่งที่สังเกตเห็นกับความคิดของเราต่อสิ่งนั้นมันแตกต่างกัน

กระบวนการขั้นการวัด ( Measuring ) การสังเกตอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ทราบถึงปริมาณ หรือค่าที่ถูกต้องแน่นอนได้ไม่สามารถตอบคำถามว่าเท่าไรได้ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการวัดควบคู่ไปกับการสังเกต หากปราศจากการวัดเสียแล้วความหมายทางวิทยาศาสตร์ก็จะไม่มี ในการวัดเรามีความมุ่งหมายให้เด็กสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ในการวัดปริมาณใดก็ตามต้องฝึกฝนให้เด็กสามารถตอบได้อย่างน้อย 4 อย่าง คือ จะวัดอะไร วัดทำไม วัดด้วยอะไร วัดอย่างไร

สเกลของการวัด ( Scales of measurement ) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. วัดออกมาเป็นกลุ่มหรือประเภท (Nominal scales)
2. วัดออกมาเป็นลำดับที่ (Ordinal scales)
3. วัดออกมาเป็นเลขจำนวนจากศูนย์เทียม (Interval Scales)
4. วัดออกมาเป็นเลขจำนวนจากศูนย์แท้ (Ratio scales)

i 1740759X

หน่วยการวัด (Unit of Measurement ) แบ่งออกเป็น 2 หน่วย

1. หน่วยหลักมูล (Fundamental unit) มี 3 ระบบคือ CGS, MKS และ FPS เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณขั้นมูลฐานได้แก่ ความยาว น้ำหนัก เวลา

2. หน่วยอนุพันธ์ (Derived unit ) เป็นหน่วยผสมระหว่างหน่วยหลักมูลตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป หรือผสมกันระหว่างหน่วยเดียวกัน 2 ครั้งขึ้นไป หรือหน่วยทั้งหลายที่ไม่ใช่หน่วยอนุพันธ์ เช่น หน่วยของพื้นที่ ปริมาตร ความเร็ว ความหนาแน่น

แบบของการวัดอาจทำได้ 3 แบบ คือ

1. การนับจำนวน (Counting measurement)

2. การวัดโดยตรง (direct measurement)

3. การวัดโดยอ้อม (Indirect measurement)

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัด (Error ) การวัดแต่ละครั้งย่อมเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ 3 อย่างด้วยกัน คือ

1. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วัด

2. รูปร่างของวัตถุที่เราจะวัด

3. ความสามารถของผู้วัด

<u>กระบวนการขั้นจัดประเภทของสิ่งของ</u> (Classifying ) การจัดสิ่งต่าง ๆ ให้อยู่ในประเภทเดียวกันต้องมีคุณสมบัติร่วมกันตามที่เรากำหนด สิ่งของต่างประเภทกันก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป การจัดแบ่งสิ่งของออกเป็นประเภทอย่างนี้เป็นกระบวนการอีกขั้นหนึ่งซึ่งมีความจำเป็นมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้เกิดความสะดวกในการศึกษา ในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักแบ่งประเภทของสิ่งของให้เป็นและในการแบ่งนั้นจะต้องให้นักเรียนหาเกณฑ์ (Criteria ) หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขั้นเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 อย่างด้วยกันคือ ความเหมือน (Similarities ) ความแตกต่าง (Differences ) และความสัมพันธ์ร่วม (Inter relationships) ซึ่งแล้วแต่นักเรียนจะเลือกใช้เกณฑ์อันไหน และควรสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่าของกลุ่มเดียวกันนั้นอาจจะแบ่งออกได้หลายประเภททั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เราจะใช้และของชิ้นหนึ่งในเวลาเดียวกันจะอยู่ได้เพียงประเภทเดียว จะอยู่ในโน้นก็ได้ในนี้ก็ได้ ไม่ได้เป็นอันขาด

กระบวนการขั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา (Using Space/Time Relationships ) Space โดยทั่วไปแปลว่าอวกาศ แต่ในที่นี้ Space ให้หมายถึงระยะทางพื้นที่ ปริมาตร และรูปทรง ของที่ว่างอันเกิดจากการกระทำของวัตถุ ในเรื่องของ Time คือเวลาต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักการนับเวลา การใช้นาฬิกาจับเวลา หรือสิ่งอื่น ๆ แทนนาฬิกา เป็นต้น จากนั้นพยายามให้หาความสัมพันธ์ให้ได้

กระบวนการขั้นใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Numbers) คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนรู้จักความหมายของเลขจำนวนบวก จำนวนลบ จำนวนเลขเต็มหน่วย เลขทศนิยม เซท สับเซท การบวก ลบ คูณ หารทางคณิตศาสตร์ การหาค่าเฉลี่ย ซึ่งการคำนวณจะใช้มากเพราะเกี่ยวกับการหาค่าต่าง ๆ จากผลการทดลอง

กระบวนการขั้นถ่ายทอดผลงาน ( Communicating ) เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้พบเห็นวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ แล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องบันทึกผลของการค้นพบหรือได้พบเห็นให้คนอื่นเข้าใจ การแจ้งเรื่องราวหรือการถ่ายทอดสิ่งที่ได้พบเห็นอาจทำได้หลายวิธีคือ

1. โดยการพูดปากเปล่าหรือเล่าให้ฟัง
2. โดยการเขียนพรรณนามาเป็นลายลักษณ์อักษร
3. โดยการเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์
4. โดยการเขียนเป็นแผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ ไดอะแกรมหรือกราฟ
5. โดยการผสมผสานหลาย ๆ วิธีตามความเหมาะสม

ไม่ว่าจะถ่ายทอดผลงานโดยวิธีใดก็ตาม หลักเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึงก็คือความชัดเจนหรือความสมบูรณ์ ( Clearness, Completiness ) ความถูกต้องแม่นยำ ( Precise, Accuracy ) ความไม่กำกวม ( Unambiguous ) และความกะทัดรัด ( Conciseness)

กระบวนการขั้นลงข้อวินิจฉัย ( Inferring ) เมื่อสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใดโดยผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้ว ก็จะได้ข้อมูลออกมาชุดหนึ่ง ข้อมูลนี้เป็นแต่เพียงความจริงเดี๋ยวล้วน ๆ ไม่ได้ให้ประโยชน์อะไรมากนัก ถ้าต้องการจะให้ข้อมูลนี้มีประโยชน์ ต้องใช้ขบวนการทางสมองค้นหาความหมายของข้อมูลนี้ให้ได้การบอกความหมายเป็นนัยจากข้อมูลนี้ เรียกว่า การลงข้อวินิจฉัย การลงข้อวินิจฉัยจะมีความหมาย

เท่ากับลงความเห็น การลงข้อยุติ การแปลความหมาย การใช้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่เป็นตัวบอกความจริงที่ยังไม่รู้ การลงข้อวินิจฉัยจากข้อมูลอันเดียวอาจลงได้หลายอย่าง เสร็จแล้วก็มีการตรวจสอบว่าความเห็นอันไหนมีหลักฐานสนับสนุนบ้าง ถ้าอันใดมีการได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วก็จะกลายเป็นความจริงหลัก กฎ ทฤษฎีต่อไป การลงความเห็นนั้นไม่ใช่เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต แต่เป็นเพียงการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้พบเห็นเท่านั้นเอง

<u>กระบวนการขั้นพยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าอย่างมีหลักเกณฑ์</u> ( Predicting ) การพยากรณ์เป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นข้างหน้าจากข้อมูลที่มีอยู่ การทำนายนี้ทำขึ้นด้วยความมั่นใจอย่างยิ่ง เพราะธรรมชาตินี้มีหลักเกณฑ์และไม่มีมายา เมื่อธรรมชาติมีกฎเกณฑ์ก็จะสามารถใช้ความสัมพันธ์ตามกฎเกณฑ์นั้นทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้โดยวิธีอนุมาน การที่จะทำนายอะไรได้ จะต้องมีการสังเกต การวัดและมีการหาความรู้สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ แล้วก็มีการลงความเห็น จากนั้นจึงนำความสัมพันธ์ที่ได้นั้นไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

การพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการขั้นการถ่ายทอดผลงาน เพราะจะต้องนำเอาข้อมูลมาจัดเป็นตารางหรือเขียนกราฟ แล้วจึงทำนายจากกราฟซึ่งมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. วิธีการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating)
2. วิธีการพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating)

ในการสอนวิทยาศาสตร์ครูต้องสอนนักเรียนให้รู้จักพยากรณ์ทั้งจากกราฟและไม่ใช่กราฟ การพยากรณ์โดยไม่ใช้กราฟใช้วิธีอนุมาน การพยากรณ์ทุกครั้งจะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลเสียก่อน ถ้าไม่รู้ความสัมพันธ์แล้ว การพยากรณ์ก็เป็นการเดา นักอุตุนิยมวิทยาเป็นนักพยากรณ์ นักโหราศาสตร์เป็นนักพยากรณ์แต่นักเรียนที่ตอบข้อสอบยกเว้นเป็นนักเดา

<u>กระบวนการขั้นตั้งสมมุติฐาน</u> ( Hypothesizing ) สมมุติฐานเป็นข้อความจริงชั่วคราว ( A tentative general statement ) ที่เราสมมุติขึ้นโดยที่ยังมิได้มีการทดสอบรับรอง และเรามีความเห็นว่าข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างความจริงเดียวทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น

โดยธรรมชาติของสมมุติฐานแล้ว มันยังเป็นความจริงที่แขวนอยู่ ยังมิได้มีการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้นสมมุติฐานจึงอาจจะผิดทั้งหมดก็ได้ ถูกทั้งหมดก็ได้ ถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้ สมมุติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎี ความจริงหลักหรือกฎวิทยาศาสตร์แล้วแต่กรณี การตั้งสมมุติฐานควรจะเขียนขึ้นกว้าง ๆ ให้ครอบคลุมวัตถุทุกชนิดที่มีอยู่ในขอบข่ายเกี่ยวกันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

กระบวนการขั้นการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables ) ในการศึกษาปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ ถ้าสามารถหาตัวแปรได้ หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหลายได้ ก็สามารถที่จะควบคุมปรากฏการณ์หรือสร้างปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ ฉะนั้นการค้นหาตัวแปร การควบคุมตัวแปร จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรรู้ ในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ เราสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรซึ่งเราต้องดูผลของมัน ( Independent Variable or Manipulated Variable)

2. ตัวแปรตามหรือตัวแปรซึ่ง เป็นผลของตัวแปรอิสระ (Dependent Variable or Responding Variable)

3. ตัวแปรที่เรายังคับให้คงที่ (Controlled Variable)

ตัวแปรอิสระ ( Independent Variable ) เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใด ๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้น หรือใส่ลงไปเพื่อดูผลของมัน ดังนั้นบางทีเขาจึงเรียกว่า Manipulated Variable

ตัวแปรตาม ( Dependent Variable ) เป็นตัวแปรซึ่งถูกควบคุมโดยตัวแปรอิสระไม่มีความอิสระในตัวมันเอง ต้องเปลี่ยนไปตามตัวแปรอิสระเพราะมันเป็นผลของตัวแปรอิสระ

ตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ ( Controlled Variable or Variable held Constant) ตัวแปรคงที่ไม่มีในธรรมชาติ มีแต่ตัวแปรที่มนุษย์ควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลองเพื่อต้องการดูผลของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

กระบวนการขั้นการแปลผลจากข้อมูล (Interpreting Data )
เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์แล้ว จะมีการสังเกต การวัด การทดลอง และการใช้กระบวนการต่าง ๆ แล้วมีการบันทึกผลไว้ สิ่งที่บันทึกไว้นี้เรียกว่าข้อมูล (data ) ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปการนำเสนอแบบต่าง ๆ เช่น บทความหรือข้อความ ตาราง กราฟ หรือแผนภูมิเป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการสื่อความหมาย

การแปลผลจากข้อมูล ( Interpreting Data) เป็นการพิจารณาข้อมูลทุกแง่ทุกมุมแล้วใส่ความคิดเห็นของเราลงไปว่าข้อมูลนี้ให้ความหมายอะไรแก่เราบ้าง การแปลผลจากข้อมูลเป็นกระบวนการขั้นผสมผสานหลาย ๆ อัน อาจจะมีทั้งการลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐานก็ได้ การแปลผลจากข้อมูลมีวัตถุประสงค์ที่จะฝึกให้นักศึกษาเมื่อมองเห็นข้อมูลที่เสนอในรูปตารางกราฟ แผนภูมิและแผนภาพต่าง ๆ แล้วสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้นได้ด้วยประโยคสั้น ๆ หรือสามารถลงความเห็นพยากรณ์และสร้างสมมุติฐานขึ้นได้ หรือสามารถแปลความหมายจากแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง สหสัมพันธ์ การกระจาย หรือสามารถบอกความน่าจะเป็น ( probability ) จากข้อมูลนั้น ๆ ได้

กระบวนการขั้นกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม ( Defining Operationally)
ในทางวิทยาศาสตร์นั้น มีเทอมเฉพาะที่ใช้เป็นอันมาก เทอมพวกนี้สร้างไว้ใช้สำหรับเป็นสื่อความหมายในวงการวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดความหมายและขอบเขตของมันให้โดยรัดกุมโดยไม่กำกวม สามารถเข้าใจได้ตรงกันทุกคน การระบุนิยามให้รัดกุมนำได้ 2 วิธี คือ

1. การระบุนิยามเชิงพฤติกรรม ( Operational definition)
2. การระบุนิยามไม่ใช่เชิงพฤติกรรม ( Nonoperational definition)

กระบวนการขั้นทดลอง ( Experimenting ) การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการหลาย ๆ อย่าง มาผสมกันนับตั้งแต่การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด การคำนวณ การควบคุมตัวแปร การถายทอดผลงาน การลงความเห็น การแปลผลจากข้อมูล เป็นต้น การทดลองเป็นการพิสูจน์ยืนยันความจริงบางสิ่งหรือเป็นการพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะจริงหรือไม่ การค้นหาคำตอบของปัญหาวิทยาศาสตร์นั้นบางปัญหาไม่จำเป็นต้องมีการทดลอง เพียงแต่ผ่านการสังเกต การวัด การจัดประเภทสิ่งของ

ก็สามารถบอกคำตอบได้ บางปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้ง่าย ๆ จำเป็นต้องมีการทดลอง กิจกรรมที่จะเรียกว่าเป็นการทดลองนั้น จะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ภาควางแผนการทดลองหรือภาคทฤษฎี ( Experimental planning ) กับภาคปฏิบัติทดลอง (Performing or action )

ประเภทของการทดลองแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial-and-error experiment) เป็นวิธีทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์เท่าใดนัก แต่บางครั้งก็มีความจำเป็นเพราะบางปัญหาไม่รู้จะทำการทดลองอย่างไรดี ไม่สามารถทดลองอย่างมีระบบได้ จึงต้องลองทำเพื่อจะได้คำตอบออกมา

2. การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว เป็นการหาคำตอบจากกลุ่ม มีการทดลองตั้งแต่การทดลองง่าย ๆ ( Simple Experiment ) ไปจนถึงการทดลองที่ยุ่งยากซับซ้อน หรือการทดลองที่มีแบบแผน (Formal Experiment)

3. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม สำหรับคอยเปรียบเทียบหรือคอยตรวจสอบซึ่งกันและกัน แต่ละกลุ่มมีคุณสมบัติและสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ จนถือได้ว่าไม่มีอะไรแตกต่างกัน กลุ่มที่ 1. เรียกว่า กลุ่มควบคุม ( Controlled group ) กลุ่มนี้มีไว้สำหรับคอยเปรียบเทียบหรือคอยตรวจสอบกับกลุ่มทดลอง เราควบคุมให้อยู่ในสภาวะปกติทุกประการ กลุ่มที่ 2 เรียกว่ากลุ่มทดลอง ( Experimental group ) กลุ่มนี้จัดให้เหมือนกันกับกลุ่มควบคุมทุกประการผิดกันแต่เราใส่ตัวแปรที่ต้องการจะดูผลของมันเข้าไปเท่านั้น

การวางแผนการทดลองประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบสมมุติฐาน
4. สร้างแบบการทดลอง
5. การปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ปี พ.ศ. 2507 จิระวัฒน์ สงศ์สวัสดิวัฒน์ [1] ได้ศึกษาสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมปีที่ 4 ในภาคการศึกษา 1 จำนวน 506 คน เพื่อเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย หญิง นักเรียนที่อยู่ในเมือง และนักเรียนที่อยู่ในชนบท ใช้แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองที่มีความเชื่อถือได้ ( Reliability ) = 0.93 และมีความแม่นตรงโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสิน ผลการค้นคว้ามีดังนี้

1. เด็กในเมือง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กชนบทอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชายและเด็กหญิงไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01

ปี พ.ศ. 2510 บุญส่ง นิยมสิทธิ์ [2] ได้ศึกษาสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 จำนวน 425 คน เพื่อเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย หญิง นักเรียนที่อาศัยอยู่ในเมือง และนักเรียนที่อาศัยอยู่ในชนบท ใช้แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ 7 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองมีความเชื่อถือได้ ( Reliability ) = 0.82 และมีความแม่นตรง ( Validity ) โดยใช้อาจารย์วิทยาลัยวิชาการศึกษาเป็นผู้ตัดสิน พบว่า

1. เด็กชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

---

[1] จิระวัฒน์ สงศ์สวัสดิวัฒน์, "สัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้นประถมปีที่ 4 ในภาคการศึกษา 1," (วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2507).

[2] บุญส่ง นิยมสิทธิ์, "สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 ในจังหวัดปราจีนบุรี," (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2510).

2. เด็กที่อาศัยอยู่ในเมืองกับเด็กที่อาศัยอยู่ในชนบทมีสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

ปี พ.ศ. 2512 ไพฑูรย์ สุขศรีงาม [1] ได้ศึกษาสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาชีววิทยาทั่วไปในด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้านรวมกันของนิสิตชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยวิชาการศึกษา จำนวน 273 คน แยกตามเพศ วุฒิ โดยใช้แบบทดสอบชีววิทยาทั่วไปที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองตามหลักสูตร มีความเชื่อถือได้ ( Reliability ) 0.8357 และความแม่นตรง ( Validity ) .5285 ผลการค้นคว้ามีดังนี้

1. นิสิตชั้นปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัยวิชาการศึกษาปีการศึกษา 2510 มีสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาชีววิทยาทั่วไปตามหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ระดับ C ) และมีสัมฤทธิผลในการเรียนด้านการนำเอาไปใช้และการวิเคราะห์สูงที่สุด รองลงมาคือด้านความเข้าใจ และด้านความจำ ตามลำดับ

2. สัมฤทธิผลในการเรียนวิชาชีววิทยาทั่วไป ของนิสิตชายและนิสิตหญิงไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับมีนัยสำคัญ .05 แต่มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่านิสิตชายจะเรียนวิชาชีววิทยาทั่วไปได้ดีกว่านิสิตหญิง

ปี พ.ศ. 2513 อารีย์ พรยุทธพงศ์ [2] ได้ศึกษาเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา จำแนกตามเพศและภาคโดยใช้แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ชุด ที่มีความเชื่อถือได้ไปทดสอบกับนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาในวิทยาลัยครู

---

[1] ไพฑูรย์ ศรีสุขงาม, "สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาชีววิทยาทั่วไปของนิสิตชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2510," (วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2512)

[2] อารีย์ พรยุทธพงศ์, "สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาในภาคต่าง ๆ," (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2514)

เขตภาคเหนือ เขตภาคกลาง เขตภาคใต้ เขตภาคอีสาน และเขตสวนกลาง ภาคละ 60 คน ชาย 30 คน หญิง 30 คน รวม 300 คน นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ( Two-way's Analysis of Variance ) และหาค่าเฉลี่ยทดสอบความแตกต่างแต่ละคู่โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ผลปรากฏว่า

1. โดยเฉลี่ยนักศึกษาวิทยาลัยครูแต่ละภาคมีสัมฤทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยเรียงตามลำดับจากสูงที่สุดไปต่ำที่สุดดังนี้ คือ เขตภาคอีสาน เขตภาคเหนือ เขตภาคใต้ เขตภาคกลางและเขตสวนกลาง

2. นักศึกษาวิทยาลัยครูรวมทุกภาคชายและหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับมีนัยสำคัญ .05

<u>งานวิจัยต่างประเทศ</u>

ค.ศ. 1951 โอเวน ( Owens )[1] ได้ศึกษาเกี่ยวกับสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ความสามารถในการจำ ( Recognize ) และการนำไปใช้ ( Application ) ของนักเรียนเคมี 116 คน และนักเรียนชีววิทยา 108 คน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ( High School ) ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีระดับอายุและสติปัญญาเท่า ๆ กัน เขาได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 พวก พวกหนึ่งให้เรียนโดยวิธีการทดลองและการปฏิบัติจริง ๆ ส่วนอีกพวกหนึ่งเข้าเรียนโดยไม่มีการทดลองและการปฏิบัติจริง หลังจากนั้นวัดผลด้วยแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ พบว่า

---

[1] J.H. Owens, "The Ability to Recognize and Apply Scienctific Principle in New Situation : An Experimental Investigation in High School Biology and Chemistry," <u>Science Education</u> 35(October 1951) : 207-213.

1. เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการทดลองและปฏิบัติจริง ๆ จะสามารถจดจำและนำสิ่งที่ตนได้เรียนรู้ไปใช้ได้ดีกว่าเด็กที่เรียนโดยไม่มีการทดลองและปฏิบัติจริง ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. เด็กชายกับเด็กหญิงมีสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เกี่ยวกับความสามารถในด้านความจำและการนำไปใช้

ค.ศ. 1953 ไมเคิล ( Michael )[1] ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาโดยศึกษานัยสำคัญของตัวแปรเกี่ยวกับเพศความสามารถในทางเลขคณิต และชั้นของเด็กจะมีผลต่อสัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กเพียงไร กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็ก 54 คน เลือกโดยการสุ่มตัวอย่าง ( Random Sampling ) จากนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7, 8 และ 9 ชั้นละ 18 คน ในโรงเรียนประถมศึกษา 5 โรงเรียนของมลรัฐนิวยอร์ค ผลการค้นคว้ามีดังนี้

1. สัมฤทธิผลในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างเด็กชายกับเด็กหญิง เด็กที่เรียนดีกับเด็กที่เรียนไม่ดี (จากผลการเรียนทุกวิชา) และเด็กที่เรียนคณิตศาสตร์ดีกับเด็กที่เรียนคณิตศาสตร์ไม่ดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ถ้าคำนึงระหว่างเพศและผลการเรียนทุกวิชา สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

ค.ศ. 1955 บราวน์ ( Brown )[2] ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมปีที่ 5 จำนวน 1951 คน และชั้นประถมปีที่ 8 จำนวน 2901 คน โดยการสุ่มจากโรงเรียนต่าง ๆ ในแคลิฟอร์เนีย 41 โรง

---

[1] Adragua C. Michael, "Prediction of Achievement in Junior High School General Science," Science Education 39(March 1953) : 108-109.

[2] Stanley B. Brown, "Science Information and Atlitude Possessed by Selected Elementary School Pupils," Science Education 39(February 1953) : 57-59.

เป็นโรงเรียนในเมือง 14 โรง ชานเมือง 9 โรง และชนบท 16 โรง ใช้แบบทดสอบสัมฤทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อถือได้ ( Reliability ) = 0.90 และมีความแม่นตรงพอควร ( Validity ) ผลการศึกษาพบว่า

1. สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชายสูงกว่าเด็กหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เชาสันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ตรงกับความต้องการและความสนใจของเด็กชายมากกว่าเด็กหญิง

2. สัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชนบทสูงกว่าเด็กในเมืองและชานเมืองที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 เด็กในเมืองและเด็กชานเมืองมีสัมฤทธิผลทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับมีนัยสำคัญ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2517 สัญญา ทิพย์เสนา[1] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ( Inquiry ) โดยเน้นทักษะกระบวนการพื้นฐาน ( Basic Process ) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวน–สอบสวน ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที ( t-test ) พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

---

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

อุทัย ชีวะธนรักษ์ [1] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน–สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ( Integrated Process Skill ) กับการสอนแบบเดิมกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวน–สอบสวน แบบครูเป็นผู้สืบสวน (Passive Inquiry ) ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที ( t-test ) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน
2. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

ปีเดียวกัน อุบลพงษ์ วัฒนเสรี [2] ได้ศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) โดยใช้นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.1 ถึง ม.ศ.3) จำนวน 181 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ บทเรียนซึ่งใช้ประกอบการปฏิบัติการและตารางวัดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองนักเรียนในแต่ละระดับจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง (กลุ่มที่มีการอธิบายและแนะนำพร้อมทั้งสาธิตการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ไม่อธิบายใด ๆ ทั้งสิ้นเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์) ผลการวิจัยสรุปได้ว่าทักษะ

---

[1] อุทัย ชีวะธนรักษ์, "การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน–สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา,"(วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,2517)

[2] อุบลพงษ์ วัฒนเสรี, "ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม),"(วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย,2518).

การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 นอกจากนี้ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์จำแนกตามชนิดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองมาเปรียบกันทั้งสามระดับชั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .01

ปี พ.ศ. 2518 สุมาลี พิตรากูล[1] ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกิริยารวมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะขั้นสูงของกระบวนการวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรีชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวิเคราะห์กิริยารวมทางวาจาระหว่างครูและนักเรียนของแฟลนเดอร์ และแบบสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม และการทดสอบค่าที ( t-test) พบว่า เพศชายและหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและหลังจากการสอนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำและปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับสูง

ปีพ.ศ. 2521 บุญรัตน์ ศิริอาชากุล [2] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1

---

[1] สุมาลี พิตรากูล, "ความสัมพันธ์ระหว่างกิริยารวมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518).

[2] บุญรัตน์ ศิริอาชากุล, "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522).

กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6 โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ.1 และม.1 ชั้นละ 713 คน ซึ่งสุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 และ ม.1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1

งานวิจัยในต่างประเทศ

ค.ศ. 1971 บัทโซ ( Butzow )[1] ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนเด็กนักเรียนในเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอน ( pre-test) และภายหลังสอน ( post-test)พบว่าคะแนนจากการทดสอบสองครั้งแตกต่างกัน กล่าวคือ ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การ วิเคราะห์ การวัด การสรุป อ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบด้วยว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ค.ศ.1972 เวบเบอร์ ( Webber )[2] ได้ศึกษาอิทธิพลของหลักสูตร S C I S ที่มีต่อการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 60 คน โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

---

[1] John W. Butzow, "The Process Learning Components of Introductory Physical Science: A Pilot Study," Research in Education 6(October 1971): 85.

[2] Marvin C. Webber. "The Influence of the Science Curriculum Improvement Study on the Learn's Operational Utilization of Science Processer," Dissertation Abstract 33(7)(January 1972): 3582-A.

กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้หลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement Study ) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมใช้หลักสูตรปกติ การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้การทดสอบเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดสอบและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่ยอมรับสมมุติฐานที่ว่า หลักสูตร BSCS ดีกว่าหลักสูตรอื่นในแง่การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ในเดียวกัน วิดเดน ( Widden )[1] ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ( SAPA: Science A Process Approach) โดยกลุ่มทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก ก็อกลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม ครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลของการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอนและหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม พบว่าหลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการดีกว่า

ค.ศ. 1973 คัวร์ ( Kaur )[2] ได้ศึกษาผลของการจัดทักษะในการสังเกตและการจัดจำพวกของนักเรียนเกรด 1 และ 3 และศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทั้ง 2 นี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชายเกรด 1 และ 3 ชั้นละ 40 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในฟิลาเดลเฟีย (Philadelphia ) ใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ

---

[1] Marvin Frank Widden, "A Product Evaluation of Science-A Process Approach," Dissertation Abstract 32(7)(January 1972):3583-A.

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

แบบทดสอบการขั้นทักษะด้านการสังเกต ( Precise Observation Skills) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความสามารถในการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ กันมีความสัมพันธ์กับอายุคือ เด็กชายเกรด 3 มีการใช้ประสาทสัมผัสดีกว่าเด็กเกรด 1 และเด็กเกรด 3 มีทักษะในการสังเกตดีกว่าเด็กเกรด 1 ส่วนทักษะการจัดจำพวกของเด็กเกรด 1 และ 3 ไม่แตกต่างกัน และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างทักษะการสังเกตและการจัดจำพวก

ค.ศ. 1974 วาเนค ( Vanek )[1] ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลของการเลือกวิธีสอนโดยใช้อุปกรณ์และวิธีสอนโดยใช้หนังสือประกอบต่อทักษะการจำแนก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้ทำการศึกษากับเด็กเกรด 3 จำนวน 54 คน และเด็กเกรด 4 จำนวน 56 คน ในแต่ละระดับแบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แบบทดสอบที่ใช้วัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นของ Ralph ทักษะการจำแนกของ Piagetian สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Standford Achievement Primary BatteryIIIผลการวิจัยปรากฏว่าวิธีสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการจำแนกแตกต่างกัน ส่วนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ นอกจากนั้นนักเรียนเกรด 4 จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนเกรด 3

---

[1] Eugenia Ann Poporad Vanek, Ed.D., "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and A Textbook approach on Classificatory Skills, Science Achievement, and Attitudes," Dissertation Abstract 35(3)(September 1974): 1522-A.

ปีเดียวกัน สตอรีย์ ( Story )[1] ได้ศึกษาผลของการสอนหลักสูตร BSCS ใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนโดยมีสไลด์ประกอบตอความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนชีววิทยา ได้ทำการศึกษาโดยใช้กรู 4 คน สอนนักศึกษาจำนวน 489 คน ซึ่งแบงเป็น 2 กลุม คือกลุมทดลองและกลุมควบคุม เด็กกลุมทดลองจะเรียนโดยใช้สไลด์ 10 อาทิตย์ และกลุมควบคุมสอนโดยวิธีบรรยาย ทดสอบ Pretest และ Posttest โดย Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (W-GCTA) และ The Processes of Science Test From A (PST) ผลจากการศึกษา สรุปได้ว่าในด้านการคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนสองกลุมแตกตางกันอย่างมีนัยสำคัญ สวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสองกลุมไมแตกตางกัน และการใช้วิธีสอนแบบสืบสวน–สอบสวนโดยใช้สไลด์ประกอบ จะชวยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ค.ศ. 1975 ไรลีย์ ( Riley )[2] ได้ศึกษาผลของการฝึกขบวนการวิทยาศาสตร์ตอความรู้ความเข้าใจในทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติตอการฝึกแบบสืบสวน โดยแบงกลุมตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุม สองกลุมแรกก็อกลุมทดลอง ซึ่งได้รับการฝึกทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงกลุมหนึ่งและด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอีกกลุมหนึ่ง สวนกลุมที่สามเป็นกลุมควบคุมได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 แบบ เพื่อศึกษาตัวแปร

---

[1] Lloyd Edward Story, "The Effect of The BSCS Inquiry Slide on The Critical Thinking ability and Process Skills of First-years Biology Students," Dissertation Abstract 35(5)(November 1974): 2796-A.

[2] Joseph Philip Riley, "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teachers' Process Skill Abilities, Understanding of Science, Attetude toward Science Teaching," Dissertation Abstract 35 (8)(February 1975) : 5152-A.

ทั้ง 3 หน่วยดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการทักษะวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรที่เหลือทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยชี้เห็นว่าครูก่อนประจำการควรได้รับการอบรมเกี่ยวกับขบวนการวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะออกไปประกอบอาชีพครู และไม่ว่าจะได้รับการอบรมด้วยการให้ปฏิบัติจริง หรือเฉพาะภาคทฤษฎี ก็ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจด้านทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์เท่าเทียม

ปีเดียวกัน บีทีล (Bethel )[1] ได้ศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน-สอบสวนกับการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์คือการจัดจำพวกและการสื่อความหมายทางวาจาในเด็กเรียนช้า โดยใช้เด็กเรียนช้าเกรด 3 จำนวน 56 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ The Goldstein-Sheerer Object Sorting Test (GSOST) และ Test of Oral Communication Skills (TOCS) ผลการวิจัยพบว่าทักษะการจัดจำพวกและการสื่อความหมายทางวาจาของทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และควรใช้วิธีการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนเพื่อใช้ฝึกทักษะขั้นพื้นฐานในเด็กที่เรียนช้า

ปีเดียวกัน ควินและจอร์ส ( Quinn and George )[2] ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมุติฐานของเด็กในระดับประถมศึกษา เครื่องมือ

---

[1] Lowell John Bethel, "Science Inquiry and The Development of Clamification and Oral Communication Skills in Innercity Children," Dissertation Abstract 35(11)(May 1975): 7178-A.

[2] Mary Ellen Quinn and Kenneth D. George, "Teaching Hypothesis Formation." Science Education 59(July-September 1975): 289-296.

ที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตราส่วนวัดคุณภาพของสมมุติฐาน ( Hypothesis Quality Scale) ซึ่งสร้างโดยผู้วิจัย และเครื่องมือนี้มีค่าความเที่ยง 0.94 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาธอลิก ( Catholic School ) ในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และจากโรงเรียนคาธอลิกในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมสูง 2 ห้องเรียน ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมสูงและกลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ ในแต่ละกลุ่มแยกเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้สอนการสร้างสมมุติฐาน และกลุ่มทดลองซึ่งสอนการสร้างสมมุติฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ( Analysis of Covariance) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนการตั้งสมมุติฐาน จะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการตั้งสมมุติฐานมีความสัมพันธ์กับสถานภาพทางสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความสามารถในการอานและเพศกล่าวคือ นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีจะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ นักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง มีความสามารถในการอานสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอานน้อย และพบว่านักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูง จะมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานดีกว่านักเรียนชาย

ค.ศ. 1976 ทีลและจอร์ส ( Thiel and George)[1] ได้ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการพยากรณ์ของเด็กระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนเกรด 3, 4, 5 อย่างละ 30 คน รวม 90 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะการพยากรณ์

---

[1] Robert P. Thiel and Kenneth D. George, "Some Factors Affecting the Use of the Science Process Skill of Prediction by Elementary School Children," Journal of Research in Science Teaching 13 (March 1976): 155-166.

ซึ่งสร้างโดย Thiel จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ) และทดสอบตามวิธีของ Duncan พบว่าระดับชั้นและชนิดของกฎเกณฑ์ในการพยากรณ์ซึ่งได้แก่การจำแนกและการจัดลำดับ ไม่มีผลต่อทักษะในการพยากรณ์ นอกจากนี้ Thiel and George ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าอาจจะเสริมทักษะในการพยากรณ์ให้กับเด็กซึ่งมีความคิดในระดับรูปธรรม ( Concrete Operation ) ได้โดยผ่านกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์

✓ ก.ศ. 1977 เกเบิลและรับบา ( Gable and Rubba )[1] ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสพการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนา ( Indiana University ) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่านักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถจะฝึกให้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ได้ถ้าได้รับการเน้นหนักทางทักษะทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

---

[1] Dorothy L. Gable and Peter A. Rubba, "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Atlitude Towards Science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency," Science Education 61 (October-December 1977):503-511.

ค.ศ. 1978 สตีเวนและแอดวูด ( Stwen and Atwood )[1] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างก็อ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (The Test of Science Process ) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ( Science Interest Inventory ) จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนจากการทดลอง 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย นั่นคืออาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

จากรายงานการวิจัยที่กล่าวมาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะในระดับชั้นใดชั้นหนึ่งเท่านั้น ยังไม่มีผู้ใดที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะของนักเรียนต่างระดับชั้นแต่เรียนแบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่มเดียวกันนอกจากผลการวิจัยของ บุญญรัตน์ ศิริอาชากุลที่ทำการวิจัยในระดับชั้น ม.1กับ ม.ศ.1 เพียงคนเดียว ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.2 กับ ม.ศ.2 ซึ่งใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่มเดียวกัน นอกจากนี้ยังศึกษาความคิดเห็นของผู้สอนต่อการใช้หลักสูตรดังกล่าวเกี่ยวกับการใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ ส.ส.ว.ท. กับนักเรียนในสองระดับชั้น

---

[1] Truman J. Stevens and Ronald K. Atwood, "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance for Junior High Students," Science Education 62(July-September 1978): 307-308.