บทที่ 2

วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมวรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งต่างประเทศและในประเทศ เสนอไว้ตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ความหมายและประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   - 2.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ความหมายและประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายความถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ
2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลองตลอดทั้งรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรรู้จักวิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเองและความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือวัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความแคล่วคล่องว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดทั้งสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมาย และจัดระเบียบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายต่อการเข้าใจ อาจจะเป็นการจัดหมวดหมู่ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ แล้วสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุม ถูกต้อง

6. ทักษะการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ความสามารถ ความคิดเห็น เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์ โดยการวิจัย ค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนการทดลอง และควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสมง่ายแก่การดำเนินงานตลอดทั้งประหยัดเวลา กำลัง และเงินด้วย

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง รูปร่าง ขนาด พื้นที่ เวลา เป็นต้น

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2517) ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดแก่ผู้เรียน และทักษะที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะในการอธิบาย
3. ทักษะในการทำนาย
4. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน
5. ทักษะในการออกแบบทดลอง
6. ทักษะในการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมาคม เอ เอ เอ เอส (AAAS) จำแนกไว้ 13 ทักษะ สรุปได้ดังนี้

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space/Time Relationship)
3. การจำแนกประเภท (Classifying)
4. การใช้ตัวเลข (Using Numbers)
5. การวัด (Measuring)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การพยากรณ์ (Predicting)
8. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ข. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ได้แก่

1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
2. การตีความและลงข้อสรุป (Interpreting Data)
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
5. การทดลอง (Experimenting)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. ทักษะในการทำ หรือในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญรวดเร็วและปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์ เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ มีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีเหตุผลพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ คือ

2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้มาพบเห็น มารายงานหรือเขียนได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2518) ได้จำแนกประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ว่าประกอบด้วย 9 ทักษะ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกตปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้องและรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือเครื่องใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นในการทดลองได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็วรวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้อง หรือใกล้เคียง

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกต และการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระเบียบจะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป การให้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กะทัดรัดเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย

4. ทักษะในการจัดการกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือ มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตารางแผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของการคำนวณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้ข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ อาจบอกโดยกะประมาณ อาจบอกโดยใช้หน่วยมาตรฐาน

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ต้องมีหน่วยกำกับเสมอ ทักษะในการวัด หมายถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 ใช้เครื่องมือนั้น ๆ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน ให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ

4. ทักษะในการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถในการกระทำดังต่อไปนี้

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นลมมาตรของรูป 2 มิติและรูป 3 มิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และ รูป 3 มิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาในกระจก

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ ขนาดของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกตการวัด การทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบเช่น

7.1 คำพูดหรือคำบรรยาย

7.2 สัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความบางอย่างเพื่อให้สะดวก ง่ายต่อการเข้าใจ

7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์

7.4 ไดอะแกรม

7.5 แผ่นภาพหรือรูปภาพที่เกิดจากการวาด ถ่ายจากของจริง

7.6 แผนภูมิแท่ง และแผนภูมิกง กราฟ

7.7 ตาราง

7.8 แผนที่

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยการทำนายอาจทำนายได้ในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตของข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัดทดสอบหรือ จากการทดลองถ้าคำนิยามไม่มีคุณสมบัติ 2 ประการนี้ถือว่าไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ ตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาอิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

018056

12. ทักษะการทดลอง การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความข้อมูลและสรุปผล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ส่วนการสรุปผลเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

เบอร์เมสเตอร์ (BURMESTER, 1953) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดโดยวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดเงื่อนไขการทดลอง และการลงข้อสรุป
2. การพิจารณาข้อจำกัดของปัญหา
3. การเข้าใจวิธีการทดลอง
4. การจัดข้อมูล
5. การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงต่าง ๆ กับปัญหา
6. การตีความจากข้อมูลและการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
7. การประเมินค่าข้อสรุปในแง่ความเป็นเหตุเป็นผล และความสมบูรณ์ของข้อมูล
8. การสร้างข้อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ และการสร้างข้อยุติ

ซันด์ (SUND, 1967) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องพัฒนาในนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)
   1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้น และถามเมื่อสงสัย
   1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจ และคิดอย่างเป็นระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล และใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่ง มาร่วมพิจารณา

1.4 การสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือการเขียนจดหมายติดต่อสอบถาม

1.5 การตั้งปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นข้อความ เป็นตารางจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้โดยทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง แล้วสรุปผล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบ เป็นระเบียบและสมบูรณ์โดยรายงานเป็นตาราง หรือเป็นแผนผัง

2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้

2.4 การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่

2.5 การเรียบเรียงข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อแสดงลำดับ

2.6 การกำหนดเค้าโครงร่างออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย

2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.8 การประเมินผล และหาวิธีปรับปรุงแก้ไข

2.9 การวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

3.1 การวางแผนล่วงหน้าโดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ รวมถึงการตั้งสมมติฐาน

3.2 การคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ

3.3 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือระบบใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ วิธีทำงาน การปรับการใช้งานให้เหมาะสมและข้อจำกัดของเครื่องมือ

4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยการเก็บและใช้อย่างเหมาะสม การรักษาความสะอาดตลอดจนข้อควรระวังในการเคลื่อนย้าย

4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ

4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง ซึ่งรวมทั้งการวางแผนการใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือนั้น ๆ

4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ

4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการแสดงและทดลอง

4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เครื่องจับเวลา เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดีและเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตัวเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอภิปรายเรื่องให้ตรงประเด็น รู้จักแบ่งเวลาและการยุติ

5.3 การอธิบายเน้นสาระสำคัญให้ชัดเจน

5.4 การรายงานด้านปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือครู โดยเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลองหรือการสาธิต เพื่อชี้แจงปัญหา วิธีการทดลองการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองที่ได้

5.6 การวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลของการทดลอง และแปลความหมายจากกราฟได้

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้

คัสแลนด์ และสโตน (KUSLAN AND STONE, 1968) ได้สรุปเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ข้อ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation)
2. การวัด (Measurement)
3. การทดลองและการออกแบบการทดลอง (Experimentation and Experimental Design)
4. การอธิบาย (Explanation)
5. การสรุปหลักเกณฑ์ (Generalization)

สมาคม เอ เอ เอ เอส (AAAS : AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE 1968) ได้สรุปเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ รวม 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะพื้นฐาน (Basic Skills) ได้แก่
   1.1 การสังเกต (Observing)
   1.2 การวัด (Measuring)
   1.3 การใช้ตัวเลข (Using Numbers)
   1.4 การจำแนกประเภท (Classifying)
   1.5 การสื่อความหมาย (Communicating)
   1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

1.8 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space/Time Relationship)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Skills) ได้แก่

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

2.2 การตีความและลงข้อสรุป (Interpreting Data)

2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.5 การทดลอง (Experimenting)

แอนเดอร์สัน และคณะ (ANDERSON AND OTHERS, 1970) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จะต้องใช้ในการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และได้สร้างแผนภาพแสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ของสมาคม เอ เอ เอ เอส (AAAS) ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1 แสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ของสมาคม AAAS

เนย์ และคณะ (MARSHALL A. NAY AND ASSOCIATES, 1971) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรม หรือ ลำดับการปฏิบัติการ ซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ เรียงเป็นลำดับขั้น ดังนี้

ก. ความคิดริเริ่ม (Initiation)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Identifying and Formulating a Problem)

1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ

1.3 การสังเกตและสร้างข้อตกลงเบื้องต้น

1.4 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. การหาข้อมูลขั้นต้น (Seeking Relevant Background Information)

2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์

2.2 การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ

2.3 ปรึกษาบุคคลอื่น ๆ

3. การทำนาย (Predicting)

4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Design for Collection Data through Field Work and/or Experimentation)

5.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

5.2 การกำหนดขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

5.3 การกำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็น วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค

5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย

5.5 การเลือกใช้วิธีการบันทึกข้อมูล

ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)

6. การปฏิบัติ (Procedure)

6.1 การเก็บรวบรวม การสร้าง และจัดอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

6.2 การทำการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 การกำหนดขอบเขตและตัดแปลงแก้ไข

6.4 การทำการทดลองซ้ำ

6.5 การบันทึกข้อมูล เช่น บรรยาย, ท้าตาราง, แผนภาพ

7. การสังเกต (Observing and Observation)

7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ เช่น วัดอ่านสเกลประมาณขนาด

7.3 การรวบรวมตัวอย่าง

7.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ และแผ่นฟิล์ม

7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมายหรือเกิดขึ้นโดยบังเอิญ

7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

7.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ค. การจัดกระทำข้อมูล (Processing of Data)

8. การจัดข้อมูล (Organizing the Data)

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ดูง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ (Representing the Data Graphically)

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนที่ แผนผัง

9.2 การเติมข้อความลงในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลในทางคณิตศาสตร์ (Treating the Data Mathematically)

10.1 การคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณ

10.2 การใช้สถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่ได้

ง. การสร้างมโนทัศน์จากข้อมูล (Conceptualization of Data)

11. การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting the Data)

11.1 คาดคะเนและอธิบายกลุ่มข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรงของข้อตกลงเบื้องต้น การทำนายและสมมติฐาน

12. การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating Operational Definitions)

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Expressing Data in the form of a Mathematical Relationship)

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่ (Incorporating the New Discovery into Existing Theory)

จ. ปลายเปิด (Opendedness)

15. ค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ (Seeking Further Evidence to)

15.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช่ หรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบสอบความรู้ของ (Indentifying New Problems for Investigation because of)

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่สังเกตพบโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์ และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ (Applying the Discovered Knowledge)

เนลสัน และอับราฮัม (NELSON AND ABRAHAM, 1973) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

นิยามของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) คือ ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า

2. การสรุปลงความเห็น (Inference) คือความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไป โดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน

3. การพิสูจน์ทดลอง (Verification) คือ ความสามารถในการทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น

4. การจำแนก (Classification) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือน ๆ กันจากการสังเกต

การ์แลนด์ และคณะ (GARLAND AND OTHERS, 1973) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของ ESLI (Elementary Science Learning by Investigating) ประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้

2. การจัดกระทำต่อข้อมูล (Data Treatment) หมายถึง การเก็บรายงานการบันทึก การวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเอง หรือกลุ่มหรือชั้นเรียน

3. การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน (Prediction and Hypothesis Formation) หมายถึง แนวคิดที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น การตั้งสมมติฐานนั้นรวมถึง ทักษะในการที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานที่เป็นข้อพิสูจน์ซึ่งรวบรวมมาได้

4. การจำแนก (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูจากความแตกต่างและคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาถึงลักษณะที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย

5. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถบอกสมาชิกภายในกลุ่มได้โดยดูจากคุณสมบัติ และลักษณะซึ่งผิดแผกไปจากกลุ่ม

6. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้อง โดยใช้ระบบการวัดที่เป็นมาตรฐาน และรู้ถึงความแตกต่างกันในด้านปริมาณได้ ความสามารถบอกได้ว่าอะไรมากกว่าหรือน้อยกว่า และกำหนดคุณค่าของปริมาณได้ นอกจากนี้ทักษะในด้านนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณพอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Techniques) หมายถึงความสามารถในการสร้าง การเลียนแบบ และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ การรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในแบบที่ได้รับการสอน

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (Analysis and Sythesis) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิด หรือมโนทัศน์ (Concept) และรวมถึง การนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์กว้าง ๆ

9. การสื่อความหมาย (Communications) หมายถึง ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่จะแสดงออกซึ่งความนึกคิดทั้งในรูปของนามธรรมและรูปธรรม

โอเค และฟิลด์ (OKEY AND FIELD, 1973) ได้จำแนกประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประเภท คือ

1. กำหนดตัวแปร (Identifying Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรืออะไรที่เป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

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

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

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

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Acquiring and Processing your Own Data) คือ ความสามารถในการรวบรวมและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหรือแสวงหา (Analysis Investigations) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง และการบ่งชี้สมมติฐานที่จะทำสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระอาจจะส่งผลกระทบกระเทือนต่อผลของการทดลอง ตัวแปรเหล่านี้เรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้งจะต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปร

ภายนอกเข้าไป ส่งผลกระทบกระเทือนต่อการทดลอง ตัวแปรภายนอกมี 2 ชนิด คือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ (Explicit Variables) กับตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ (Implicit Variables) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรภายนอก คือ ถ้าหากไม่สามารถกำจัดออกไปจากการทดลองได้ ก็ทำให้มันมีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่า ๆ กัน

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้ ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานต้องพิจารณาดูก่อนว่ามีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรในการทดลองนั้น และมีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปรทั้งสามชนิด และในการตั้งสมมติฐานนั้นต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด แล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงอย่างเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ ดังนั้นการตั้งสมมติฐาน คือ การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระการคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น และประสบการณ์ ฯลฯ

8. การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือการกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองประกอบไปด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมติฐานเพื่อกำหนดปัญหาให้

คลิงค์แมนน์ (KLINCKMANN, 1978) ได้ทำการศึกษาพัฒนาแบบทดสอบของ BSCS (BACE Test Grid Categories) เพื่อใช้ในหลักสูตรของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) และได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การตีความหมายข้อมูลเชิงคุณภาพ (Interpret Qualitative Data)
2. การตีความหมายข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น กราฟ แผนภูมิ (Interpret Quantitative Data)
3. การเข้าใจความเกี่ยวกันของข้อมูลต่อปัญหา (Understand Relevance of Data to Problem)
4. การออกแบบและเลือกวิธีการรวมทั้งการปฏิบัติการทดลอง (Screen and Judge Design and Experiments)
5. การตั้งสมมติฐาน (Screen Hypothesis)
6. ระบุปัญหาและคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ (Identify Problems and Unanswered Questions)
7. การระบุข้อตกลงเบื้องต้นและหลักการในการสืบสอบหาความรู้และขยายการใช้และขอบเขตให้กว้างขึ้น (Identify Assumptions and Principles of Inquiry and Extend their Application and Scope)
8. วิเคราะห์ปัญหาตามวิธีวิทยาศาสตร์ (Analysis Scientific Problems)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลันสตรอม และ โลเวรี (LUNDSTROM AND LOWERY, 1978) กล่าวว่า การศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงวัยของเด็ก ดังความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับระดับชั้นเรียนตามภาพ

ซึ่งได้มีนักการศึกษา และ นักวิทยาศาสตร์จำแนก ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กันมากมาย แต่โดยสรุปแล้ว เกณฑ์ในการจำแนกประเภทของทักษะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์ของ เอ เอ เอ เอส (AAAS) จะครอบคลุมสาระสำคัญไว้ได้ทั้งหมด สมาคมส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นผู้จัดทำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ก็จำแนกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยเกณฑ์ในการจำแนกของ เอ เอ เอ เอส เช่นกัน ดังนั้น จึงสามารถสรุปการจำแนกประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะพื้นฐาน
    1.1 การสังเกต (Observing)
    1.2 การวัด (Measuring)
    1.3 การใช้ตัวเลข (Using Numbers)
    1.4 การจำแนกประเภท (Classifying)
    1.5 การสื่อความหมายข้อมูล (Communicatiion)
    1.6 การพยากรณ์ (Inferring)
    1.7 การพยากรณ์ (Predicting)
    1.8 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space/Time Relationship)
2. ทักษะขั้นบูรณาการ
    2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
    2.2 การตีความและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
    2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
    2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
    2.5 การทดลอง (Experimenting)

มีความหมายโดยละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน
    1.1 การสังเกต (Observing)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลจากวัตถุประสงค์หรือสถานการณ์ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบ่งชี้ (Identify) และบอกชื่อ (Name) ของคุณสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง

2. สามารถรายงานผลของการสังเกตออกมาในรูปจำนวน (Quantitative Terms) เป็นการสังเกตเชิงปริมาณ

3. สามารถเขียนบรรยายการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของวัตถุที่ได้จากการสังเกต

1.2 การวัด (Measuring)

การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ศึกษา

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการหาปริมาณของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม

2. สามารถใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ เช่น มวล ปริมาตร ความยาว เป็นต้น ได้อย่างถูกต้อง

3. สามารถคิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้นได้โดยตรง

1.3 การใช้ตัวเลข (Using Numbers)

การใช้ตัวเลข หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มากระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถในการนับ

2. สามารถหาผลลัพธ์โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

3. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลมาสร้างเป็นสูตรได้

1.4 การจำแนกประเภท (Classifying)

การจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่ใช้จัดจำพวกวัตถุหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยสร้างเกณฑ์ในการจัดจำพวก เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบ่งชี้และบอกคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท

2. สามารถจัดจำแนกสิ่งที่ศึกษาออกเป็นประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

3. สามารถบอกเกณฑ์ ซึ่งใช้ในการจำแนกประเภท

4. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของสิ่งที่ศึกษาจากการจำแนกประเภทสิ่งที่ศึกษาตามเกณฑ์ได้

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating)

การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจาแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยอาจทำในรูปของการพูด การเขียน บรรยาย รวมทั้งการสร้างสื่ออื่น ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนบรรยายเปรียบเทียบลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของวัตถุได้

2. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งของวัตถุและระยะระหว่างวัตถุได้

3. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนแผนภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ไดอะแกรม

1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย ซึ่งข้อมูลนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสรุปหรืออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์เดิม

2. บ่งชี้การสรุปอ้างอิงที่ควรจะยอมรับ ไม่ยอมรับหรือควรจะปรับปรุงภายหลังจากที่ได้สังเกตเพิ่มเติม

3. บ่งชี้การสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

การพยากรณ์ หรือการทำนาย หมายถึง การคาดคะเนเหตุการณ์ผล ที่จะเกิดในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งได้จากการสังเกตการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษาแล้ว หลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. สามารถพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลหรือพยากรณ์แบบเพิ่มเติมความ (Interpolation) เป็นพยากรณ์ค่าที่อยู่ระหว่างค่าที่อยู่ในขอบเขตของข้อมูล

2. สามารถพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูล หรือพยากรณ์แบบขยายความ (Extrapolation) เป็นพยากรณ์ค่าที่มากกว่าหรือน้อยกว่าข้อมูล

3. สามารถทดสอบผลการทำนายได้

1.8 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space/Time Relationship)

การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หมายถึง การศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง รูปหนึ่งมิติ สองมิติ สามมิติ และสามารถมองเห็นภาพผ่านตามขวางของวัตถุได้

2. สามารถระบุรูปทรง ขนาด ตำแหน่ง ทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ ได้

3. สามารถจับเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาเป็น นาที วินาที

4. สามารถบ่งชี้และบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ ได้และบอกจำนวนระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้

5. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

2. ทักษะขั้นบูรณาการ

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

ตัวแปรมี 3 ชนิด คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น หมายถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา

2. ตัวแปรตาม หมายถึง ตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรต้น หรือตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรต้น

3. ตัวแปรควบคุม หมายถึง ตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่เราไปสนใจศึกษาอิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรในขณะนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึงความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถในการกำหนดหรือบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ

2. สามารถบ่งชี้ตัวแปรที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือคุณลมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพ

3. สามารถแยกได้ว่า สถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่และไม่คงที่

4. สามารถบ่งชี้หรือบอกชื่อ ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันทุก ๆ กรณี

2.2 การตีความและลงข้อสรุป (Interpreting Data)

การตีความและลงข้อสรุป หมายถึง การนิจารณาข้อมูลซึ่งให้มาในลักษณะต่าง ๆ แล้วสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการตีความและลงข้อสรุป หมายถึงความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถอธิบาย บอกความหมายของข้อมูลซึ่งแสดงอยู่ในรูปของตาราง กราฟ

2. สามารถสร้างข้อสรุป จากข้อสนเทศที่ให้ในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ

3. สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้โดยใช้ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน นิสัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I14557A23.

2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบ ที่อาจเป็นไปได้ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ สมมติฐานอาจตั้งขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูลหลักการ กฎ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดจากผลการสังเกต การสรุปอ้างอิง

2. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

3. สามารถปรับปรุงสมมติฐานภายหลังจากการสังเกตเพื่อทดลองสมมติฐานนั้น

2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งนิยามเชิงปฏิบัติการจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่สังเกต ระบุการกระทำ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง สามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติ ซึ่งอธิบายถึงการปฏิบัติการ (Procedure) มโนทัศน์ (Concept) วัตถุ (Object) หรือ คุณสมบัติของวัตถุได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการ ออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถบ่งชี้คำ หรือตัวแปร ที่ต้องใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เมื่อกำหนดสมมติฐาน การลงความเห็น ปัญหา กราฟ ตาราง ข้อมูลให้

2.5 การทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหา หรือเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการทดลอง หมายถึง สามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถออกแบบการทดลอง
2. สามารถเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองให้รู้ว่าจะต้องใช้อะไรบ้าง จำนวนเท่าไร และใช้อย่างไร
3. สามารถตั้งปัญหาสร้างการทดสอบเพื่อหาข้อมูลมาตอบปัญหานั้น

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

งานวิจัยในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2517 บพิตร เอกะวิภาต ได้สำรวจเนื้อหาแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.1-2-3) 9 เล่ม ว่าแต่ละเล่มประกอบด้วยเนื้อหาประเภทต่าง ๆ คือ ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ทั่วไปเชิงสรุป คำจำกัดความ คำถามที่สามารถตอบได้ทันที เพราะมีคำตอบอยู่แล้วในแบบเรียน คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล ข้อความที่ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปด้วยตนเอง ข้อความที่เป็นแนวทางแนะนำให้นักเรียนทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง คำถามประเภทเร้าให้ค้นหาความจริงต่อไป และคำถามที่หาเหตุผลจากการทดลองในปริมาณเฉลี่ยเท่ากัน หรือแตกต่างกันอย่างไร ผู้วิจัยได้นำตารางวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนของ วิลเลียม ดี โรมีย์ มาใช้วิเคราะห์ประเภทเนื้อหา ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างทุกบท บทละ 10 หน้า แล้วนำความถี่ของเนื้อหาแต่ละประเภทมาเฉลี่ยและเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบเรียนทุกเล่มมีเนื้อหาประเภท "ข้อเท็จจริง" มากที่สุด และแตกต่างกับเนื้อหาประเภทอื่น ๆ มาก จนเห็นได้ชัด เนื้อหาประเภทอื่น ๆ เฉลี่ยแล้วมีน้อย คือ มีปริมาณสูงสุดไม่เกินประเภทละ 1 ข้อความ ต่อ 10 หน้า และแบบเรียนทุกเล่มไม่มีเนื้อหาประเภท "คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล" เลย แบบเรียนส่วนใหญ่เสนอเนื้อหาประเภท

ต่าง ๆ ไว้ในบริเวณเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากแบบเรียนของ ชุลี ชัยพิบัลย์ และคณะ ชั้น ม.ศ. 1 และ ม.ศ. 2 เท่านั้นที่มีในระดับเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

และสัญญา ทิพย์เสนา (2517) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอบแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) โดยเน้นทักษะกระบวนการพื้นฐาน (Basic Process Skills) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) พบว่า กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกันนั้น อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (Integrated Process Skills) กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนลอบสวน แบบครูเป็นผู้สืบลอบ (Passive Inquiry) ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน
2. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

ในปีถัดมา สุมาลี พิตรากูล (2518) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะขั้นสูงของกระบวนการวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวิเคราะห์กิริยาร่วมทางวาจาระหว่างครูและนักเรียนของแฟลนเดอร์ และแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า เพศชาย และหญิง ผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและหลังจากการสอนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำ และปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับสูง

ต่อมา น้อยทิพย์ คัสตรคาสตร์ (2522) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะ-วิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา และสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

บญชูรัตน์ ศิริอาชากุล (2522) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับชั้นมัธยมปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 6 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมปีที่ 1 ชั้นละ 713 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ย ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ ชั้นมัธยมปีที่ 1 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยที่คะแนนเฉลี่ย ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่า นักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 1

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2522) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการะบวนการวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 ตัวอย่างประชากรเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมปีที่ 2 จำนวนชั้นละ 300 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมปีที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่คะแนนเฉลี่ย ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่า นักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2

บรรพต วงค์แสวง (2523) ได้ศึกษาวิเคราะห์แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การจัดรูปเล่ม การพิมพ์ ภาพประกอบ หนังสืออุเทศ แบบฝึกหัด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (Inquiry) ความเหมาะสมกับระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเพื่อสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับลักษณะของหนังสือแบบเรียน ตลอดจนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงแบบเรียน ตัวอย่างประชากรในการศึกษาครั้งนี้เป็นครู อาจารย์ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 ท่าน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูอาจารย์ที่มีต่อแบบเรียน และทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลการวิเคราะห์พบว่า ส่วนประกอบของแบบเรียน ส่วนมากดีแล้ว แต่ยังต้องได้รับการปรับปรุงด้านลภาพกระดาษปกหนังสือ เนื้อหา และภาพประกอบ หนังสืออุเทศ แบบฝึกหัดเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนความเหมาะสมกันระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมบ้างเป็นบางเรื่อง และผลการวิเคราะห์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแบบเรียน และคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ พบว่า แบบเรียนและคู่มือครูมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ โดยมีมากน้อยแตกต่างกัน บางทักษะมีปรากฏในทุกบทเรียน แต่บางทักษะมีปรากฏเป็นเพียงบางบทเรียนเท่านั้น ทักษะที่มีปรากฏในแบบเรียนมากที่สุดคือ ทักษะการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 35.39 ของทักษะทั้งหมด และทักษะการแยกประเภทมีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.20 ของทักษะทั้งหมด

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2523) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 360 คน จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

มาโนช วาทะพุกกณะ (2523) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนานครราชสีมา จำนวน 268 คน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 69 คน โรงเรียนนาถ่อนพัฒนา อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสวนที่ไม่มีคำปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

รุจี โรจนประศาสน์ (2523) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่ำ

อนันต์ จันทรกวี (2523) ได้ทำการศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยม-ปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลาง ปีการศึกษา 2522 จำนวน 1,237 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกับนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนเกี่ยวกับการใช้คำถาม มีผลการเรียนทุกด้านไม่แตกต่างกัน

กิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ (2524) ได้วิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดย สสวท. ด้านความสอดคล้องของเนื้อหาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปี 2521 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การจัดรูปเล่ม การพิมพ์ภาพประกอบ หนังสืออุเทศ รายละเอียดเกี่ยวกับการพิมพ์ แบบฝึกหัด หนังสืออ่านประกอบ และศึกษาความคิดเห็นของครู และนักเรียนที่ใช้แบบเรียนนี้ ตัวอย่างประชากร คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหาคร จำนวน 28 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 300 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครู และนักเรียนที่มีต่อแบบเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ร้อยละ ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบเรียนมีเนื้อหาสอดคล้องกับความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในแบบเรียนน้อยที่สุด คือ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ ผลวิเคราะห์ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบเรียนมีทักษะครบ 13 ทักษะ มากที่สุด คือ การสังเกต และน้อยที่สุดคือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

พัชรา เรืองรัคมี (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพ-

มหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 โรงเรียนรัฐบาล จำนวน 360 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524) ได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กันและพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนไม่แตกต่างกัน

กมล หลีกภัย (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละคน สามารถพยากรณ์ได้โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก และคะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ดวงกมล เหมะรัต (2525) ได้วิเคราะห์ความถี่ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 1-4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และเปรียบเทียบความถี่ของทักษะขั้นพื้นฐานกับขั้นสูง โดยใช้เกณฑ์การจำแนกของ AAAS เป็นหลักในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบเรียนชีววิทยาทั้ง 4 เล่ม มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ ทักษะที่มีมากที่สุด คือ ทักษะการ

สังเกต มีร้อยละ 26.54 รองลงมาคือ ทักษะการตีความและลงข้อสรุป มีร้อยละ 23.80 และทักษะที่มีน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีร้อยละ 0.46 ของทักษะทั้งหมด ส่วนผลการเปรียบเทียบความถี่ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงของแบบเรียนทั้ง 4 เล่ม ปรากฏว่า มีทักษะขั้นพื้นฐานมากกว่าทักษะขั้นสูง ($p < 0.01$)

พีระศักดิ์ ไพศาลนันท์ (2525) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญา การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์ กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดราชบุรี ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 348 คน ปีการศึกษา 2524 ผลการศึกษาพบว่าระดับสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรม และแบบกึ่งนามธรรมกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดรูปธรรมกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วนา ชลประเวส (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 45 คน ใช้วิธีสอนแบบใช้เกม และกลุ่มควบคุม 45 คน ใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบการใช้เกม ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ในทักษะการสังเกตทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการจัดกระทำข้อมูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, 0.05, 0.05, 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ แต่การสอนด้วยปฏิบัติการทดลองได้ผลมากกว่าการสอนโดยใช้เกม ในทักษะความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ มิติกับเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และวิธีสอนทั้ง 2 วิธี ให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านทักษะการทดลอง ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ และทักษะการตีความ และลงข้อสรุป

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหญิง และนักเรียนชาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิกุล รื่นเริงใจ (2527) ได้ศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายและทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบวรมงคล กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน สุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบสวน ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์พบว่า นักเรียนมีความชอบในการเรียนด้วยวิธีนี้มาก และมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านทักษะทั้ง 4 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสวน

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน สุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน ทดลองสอน 18 คาบ ๆ ละ 50 นาที

กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้แผนการสอนใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้แผนการสอนใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้คำถามตามคู่มือครูและแบบเรียน สสวท. ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีความสามารถในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างและสูงกว่าการสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนโดย สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประสานวงศ์ บูรณะนิมพ์ (2528) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันในโรงเรียนสาธิต ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในกรุงเทพ-มหานคร จำนวน 5 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน มีทักษะกระบวนการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จินตนา อามระดิษ (2529) ได้ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์และเข้ารับการอบรมวิธีสอนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดในการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 240 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวอย่างประชากรมีความคิดเห็นว่ามีปัญหาในการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ด้านตัวผู้สอน ด้านตัวนักเรียน ด้านอุปกรณ์การสอน และ ด้านการประเมินผลการเรียนการสอน อยู่ในระดับปานกลาง ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ และการเข้ารับการอบรมวิธีสอนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาในการสอน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 และครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดมากที่สุดในการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะดังนี้คือ ไม่มีเวลาให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองอย่างเพียงพอ ขาดอุปกรณ์การทดลอง และนักเรียนไม่มีประสบการณ์ในการศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอมาก่อน

สมบูรณ์ กมลวรรณ (2530) ได้สำรวจประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 14 เล่ม โดยให้เกณฑ์ในการจำแนกประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของ เอ เอ เอ เอส (AAAS) ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ และได้จำแนกประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จากข้อความในการทดลอง คำถามในหนังสือเรียน อันได้แก่ คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามท้ายเรื่อง ผลการสำรวจพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนทุกเล่มมีเพียง 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การวัด การสื่อความหมาย การพยากรณ์ การลงความเห็นจากข้อมูล และ การตีความ และ ลงข้อสรุปทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏมากที่สุด คือ การสังเกต รองลงมาคือ การวัด และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏน้อยที่สุด คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และหนังสือทุกเล่ม มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มากกว่าขั้นบูรณาการ

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2528 ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน จากโรงเรียนรัฐบาลที่มีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 24 โรงเรียน จำแนกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 179 คน กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ห้องเดียวกับตัวอย่างประชากร กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 ใกล้เคียงกัน จำนวน 179 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยต่างประเทศ

บัทโซ (BUTZOW, 1971) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนนักเรียนในเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนและหลังสอน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีด้วย

วิดเด้น (WIDDEN, 1972) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : SCIENCE A PROCESS APPROACH) ตัวอย่างประชากรในการวิจัย คือ ครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตร SAPA ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรเดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอน จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอนและหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่าหลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี และพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ราจินเดอร์ (RAJINDER, 1973) ได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อวัดทักษะด้านการสังเกตและการจัดจำแนกประเภท และศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะทั้ง 2 ประเภทนี้ ของนักเรียน เกรด 1 และ เกรด 3 ราจินเดอร์ทำการศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาแล้วนิยามทักษะในเชิงพฤติกรรมสร้างแบบสอบทักษะการจำแนกประเภท (Classification Skills test, CST) และแบบสอบทักษะในการสังเกตอย่างถูกต้อง (Precise Observation Skills Test, POST) นำไปหาความตรงโดยการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน จากนั้นใช้ทดสอบบางข้อโดยสุ่มกับนักเรียนเกรด 1, 2 และ 3 ทำการแก้ไขแบบสอบได้ข้อสอบไว้ 13 ข้อ ซึ่งนำไปทดสอบอีกครั้ง โดยวิธีสัมภาษณ์กับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 40 คน และนักเรียนเกรด 3 จำนวน 40 คน ผลปรากฏว่าข้อสอบ พี โอ เอส ที (POST) มีค่าความเชื่อมั่นในเด็กเกรด 1 เท่ากับ 0.86 และในเด็กเกรด 3 เท่ากับ 0.94 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ ซี เอส ที (CST) กับเด็กเกรด 1 เท่ากับ 0.59 และในเด็กเกรด 3 เท่ากับ 0.62 จากผลการวิเคราะห์พบว่า ความพร้อมของเด็กมีอิทธิพลต่อทักษะในการสังเกตเด็กเกรด 3 อธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กเกรด 1 แต่ทักษะในการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

วาเนค (VANEK, 1974) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดจำแนกประเภททัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่ใช้การทดลอง ใช้หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับประถม (Elementary Science Study, Ess) กับแบบที่ใช้ตำราเป็นศูนย์กลางโดยใช้หลักสูตรชุดวิทยาศาสตร์ของเลดลอ (Laidlaw Science Series) ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน เกรด 4 จำนวน 56 คน โดยสอนทั้ง 2 วิธีต่อนักเรียนแต่ละระดับ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของราล์ฟ (Ralph) และข้อสอบการจัดจำแนกประเภทแบบเปียเจท์ ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของสแตนฟอร์ดชุด 3 (Test of the Stanford Achievement Primary Battery) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (Three Way Analysis of Variance) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Analysis) ใช้เกรด วิธีการสอน และเพศเป็นตัวแปรที่ควบคุม ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจแตกต่างกัน แต่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

แจคนิคคี (JECKNICKE, 1975) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไรลีย์ (RILEY, 1975) ศึกษาผลของการฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบสอบ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่ม 2 กลุ่มแรก คือ กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงกลุ่มหนึ่งและด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอีกกลุ่มหนึ่ง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 แบบ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่เหลือนั้นทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยนี้พบว่าครูประจำการควรได้รับการอบรมเกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะออกไปประกอบอาชีพครู และไม่ว่าจะได้รับการอบรมด้วยการให้ปฏิบัติจริง หรือเฉพาะภาคทฤษฎีก็ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ควิน และจอร์จ (QUINN AND GEORGE, 1975) ได้วิจัยเพื่อประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมุติ ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาทอริกในเขตที่มีสภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และเขตที่มีสภาพทางสังคมสูง ห้องเรียน ทำโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และ กลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐาน แต่กลุ่มทดลองสอนการสร้างสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนสร้างสมมติฐาน มีทักษะการสร้างสมมติฐานดีกว่า

เซอลิน (SERLIN, 1977) ได้ศึกษาผลการเรียนโดยใช้ปฏิบัติ การแบบค้นพบเอง (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความสามารถในทางความคิดสร้างสรรค์โดยจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาภาคเรียนที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในหลักสูตรฟิสิกส์ซึ่งใช้สอนอยู่ ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาเกี่ยวกับผลจากความรู้ในการบรรยาย ทำการทดสอบทุกด้าน ผลปรากฏว่า แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมได้แก่ อายุ ระดับชั้นเรียน คะแนนจากส่วนภาษา และคณิตศาสตร์ของแบบสอบเอส เอ ที (SAT) หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบด้านต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่าปฏิบัติการแบบค้นให้พบเอง (Discovery Laboratory) มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ไม่ปรากฏผลแตกต่างในด้านอื่น ๆ

สตีเวนส์ และแอทวูด (STEVENS AND ATWOOD, 1978) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนจากเกรดทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงด้วย ดังนั้นจะให้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

บรูกส์ (BROOKS, 1982) ได้ศึกษาผลของการเพื่อรอบรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจำนวน 90 คน ที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และมีความสามารถทางการเรียนสูงกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนักเรียนที่มีความลามารถในการเรียนปานกลางและความสามารถในการเรียนสูง ส่วนความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นต้น ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงที่เรียนสูง ที่เรียนใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง พบว่า กลุ่มทดลองมีความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทั้งพวกที่มีความสามารถในการเรียนสูง และพวกที่มีความลามารถในการเรียนปานกลาง

ฮอกูส และพีนิค (HAUKOOS AND PENICK, 1983) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิผลทางการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยดูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 78 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยครูสร้างบรรยากาศให้เกิดการศึกษาค้นพบด้วยตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุมและผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

แพดิลา โอเค และเกอรัล (PADILLA, OKEY AND GERALD, 1983) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเปียเจต์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7-12 มีจำนวนทั้งหมด 492 คน จากโรงเรียนนอกเมืองอัตลันตาและจอร์เจียร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

<u>สรุปผลงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์</u>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในประเทศส่วนใหญ่แล้วคล้ายกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรต่าง ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ก็ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนและการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียน

ส่วนงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์สำรวจประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มีผู้ศึกษาวิจัยไว้แล้ว แต่ไม่พบในงานวิจัยต่างประเทศ สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2533) ยังไม่มีผู้ใดทำ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสำรวจประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย