บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสาธิตเงียบกับวิธีสาธิต ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการเสนอผลการค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ตอน คือ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. วิธีสอนแบบสาธิตและสาธิตเงียบ
3. ความคงทนในการเรียนรู้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้ทำให้พฤติกรรมของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน วิธีการเรียนรู้มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การเรียนรู้จากการลองผิดลองถูก การเรียนรู้จากประสบการณ์ แต่มีวิธีการหนึ่งเป็นที่ยอมรับเป็นกระบวนการเรียนรู้หรือการเสาะแสวงหาความรู้อย่างมีระเบียบแบบแผน เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

สมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science (อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2517 : 34) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อการค้นหาคำตอบของปัญหา

วิน เชื้อโพธิ์หัก (2517 : 27) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง วิธีการแสวงหาความรู้พื้นฐาน และมีความคิดที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ การสอนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การสอนให้เด็กรู้ว่าจะเรียนอย่างไร จะคิดอย่างไร เพื่อพัฒนาความถนัดทางปัญญา และจะเป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ชั้นสูงต่อไป

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะ การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 23-24) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้หรือขบปัญหาซึ่งเป็นทักษะในเชิงปัญญา

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49-51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้าน

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือ เพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง และรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรรู้วิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย

3. ทักษะบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบันทึกข้อมูล ตลอดทั้งสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมายและจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแปลความหมายได้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ

4. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายต่อการเข้าใจ อาจจะเป็นการจัดหมวดหมู่ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ

5. ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ แล้วสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือพิสูจน์โดยการวิจัยค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนการทดลอง และควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม ง่ายแก่การดำเนินการตลอดทั้งประหยัดเวลา กำลังและเงินทองด้วย

8. ทักษะการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือแก้ปัญหาของการทดลองได้

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : อัดสำเนา หน้า 1-16) ได้จัดแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

013947

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือ ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

ก. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1) วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

ค. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สมาคม AAAS (American Association For the Advancement of Science ได้ตีพิมพ์เมื่อ ค.ศ. 1970 ในหนังสือชื่อ Science : A Process Approach, Commentary for teacher (อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2517 : 33-135) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ขั้นใหญ่ ๆ คือ ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน และทักษะกระบวนการขั้นผสม ซึ่งแต่ละขั้นยังแบ่งออกเป็นอีกหลายทักษะ คือ

ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (Basis process) ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการจัดประเภทของสิ่งของ (Classifying)
4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา (Using space/time relationships)
5. ทักษะการใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using numbers)
6. ทักษะการถ่ายทอดผลงาน (Communicating)

7. ทักษะการลงข้อวินิจฉัย (Inferring)

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ข. ทักษะกระบวนการขั้นผสม (Integrated process) แบ่งออกเป็นอีก 5 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)

2. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling variables)

3. ทักษะการแปลผลจากข้อมูล (Interpreting data)

4. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงพฤติกรรม (Defining operationally)

5. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สมาคม AAAS ได้กล่าวไว้มีทั้งหมด 13 ทักษะ คือ ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการขั้นผสม 5 ทักษะ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละทักษะดังนี้ คือ

1. ทักษะการสังเกต เป็นการปลูกฝังทักษะในการสังเกตให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน โดยจัดกิจกรรมและประสบการณ์ต่าง ๆ ให้ การสังเกตนั้นมุ่งฝึกหัดทักษะอย่างน้อย 4 ประการ คือ

1.1 ฝึกการใช้ประสาทสัมผัสให้นักเรียนรู้จักการใช้ประสาทสัมผัสให้ครบทั้ง 5 อย่าง คือ การมองเห็น (ตา) การรู้กลิ่น (จมูก) การได้ยินเสียง (หู) การรู้รส (ลิ้น) และการสัมผัส (ผิวหนัง) ปรากฏการณ์บางอย่าง นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสได้เพียงอย่างเดียว บางอย่างใช้สัมผัสได้มากกว่าหนึ่งอย่าง และบางอย่างสามารถสัมผัสได้ครบทั้ง 5 อย่าง ฉะนั้นต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถที่จะรู้ว่าจะใช้ประสาทสัมผัสอะไรตอนไหนอย่างไร

1.2 ฝึกสังเกตเพื่อทราบรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติทั่วไป ฝึกให้นักเรียนสังเกตตลอดมา โดยสามารถบรรยายรูปร่างลักษณะของสิ่งที่พบเห็น คุณสมบัติทั่ว ๆ ไป เช่น การสังเกตมะนาวสุกผลหนึ่ง แล้วบรรยายคุณลักษณะดังนี้ คือ รูปร่างกลม ๆ มีขนาดเล็กกว่าส้มเขียวหวาน แต่โตกว่าลูกลำใย มีสีเหลืองแก่ เมื่อชิมจะมีรสเปรี้ยวมาก ผิวไม่ค่อยเรียบ

1.3 ฝึกสังเกตคู่กับการวัดเพื่อทราบปริมาณ การวัดจะทำให้เราทราบปริมาณการสังเกตที่ควบคู่กับการวัดไปด้วยเรียกว่า การสังเกตเพื่อทราบปริมาณ เช่น ขนาดเท่าใด น้ำหนักเท่าใด มีกี่สี อุณหภูมิเท่าใด เป็นต้น

1.4 ฝึกสังเกตเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลง โดยสังเกตทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น ทำให้กลับเป็นสารเดิมได้โดยวิธีง่าย ๆ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น มีสารใหม่เกิดขึ้น น้ำหนักของสารใหม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง มีความร้อนเกิดขึ้น เป็นต้น

ข้อควรระวังในการสังเกต ในการสังเกตนั้นมีข้อควรระวังอยู่อย่างหนึ่ง คือ อย่านำความคิดเห็นของเราไปปนกับความจริงที่ได้จากการสังเกตเป็นอันขาด เพราะสิ่งที่สังเกตเห็นกับความคิดเห็นของเราต่อสิ่งนั้นมันแตกต่างกัน

2. ทักษะการวัด เนื่องจากการสังเกตอย่างเดียวไม่อาจให้ปริมาณหรือค่าที่ถูกต้องแน่นอนได้ ไม่สามารถตอบคำถามว่าเท่าไรได้ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการวัดควบคู่ไปกับการสังเกต ดังที่ Lord Kelvin นักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงของอังกฤษเคยกล่าวว่า

> ข้าพเจ้าพูดอยู่บ่อย ๆ ว่า ถ้าท่านสามารถวัดสิ่งที่ท่านสนใจจะศึกษาและแสดงผลออกมาเป็นเลขจำนวนได้ แสดงว่าท่านได้มีความรู้ความเข้าใจบางสิ่งในสิ่งนั้นแล้ว แต่ถ้าหากท่านไม่สามารถที่จะวัดมันได้ ไม่สามารถแสดงผลเป็นเลขจำนวนได้ ความรู้ของท่านต่อสิ่งนั้นจะไม่สมบูรณ์ มันเพียงแต่เป็นการเริ่มต้นของการหาความรู้เท่านั้น และอย่าหวังเลยที่จะทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวไปข้างหน้า

ในการวัดนี้เรามีความมุ่งหมายที่จะให้เด็กสามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้องด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ฉะนั้นในการวัดหาปริมาณของสิ่งใดก็ตามเราจะต้องฝึกฝนให้เด็กหาคำตอบอย่างน้อย 4 คำตอบ จากคำถามต่อไปนี้ คือ จะวัดอะไร จะวัดทำไม จะวัดด้วยอะไร และจะวัดอย่างไร

3. ทักษะการจัดประเภทของสิ่งของ ในการสอนวิทยาศาสตร์ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักแบ่งประเภทของสิ่งของให้เป็น และในการแบ่งนั้นจะต้องให้นักเรียนหาเกณฑ์หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของนั้นมีอยู่ 3 อย่างด้วยกัน คือ ความเหมือน ความแตกต่าง และความสัมพันธ์ร่วม เช่น นักเรียนในห้องอาจแบ่งได้ 2

ประเภท คือ ชายกับหญิง การแบ่งอย่างนี้ใช้เพศเป็นเกณฑ์

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา จะต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้ คือ

4.1 เขียนรูป 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ แทนวัตถุที่เราสังเกตได้

4.2 ใช้แกนทั้งสาม (X, Y, Z) เป็นแกนอ้างอิงได้

4.3 มองภาพที่เขียนบนแผ่นกระดาษเป็นภาพ 1 มิติ 2 มิติ หรือ 3 มิติได้

4.4 เขียนเส้นตรงแสดงขนาดและทิศทางของแรงหรือของอื่น ๆ ได้

4.5 นับเวลา และการใช้นาฬิกาจับเวลา หรือสิ่งอื่น ๆ แทนนาฬิกา เช่น เราเดิน 25 ก้าว ใช้เวลาเท่าใด

4.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนย้ายของวัตถุกับเวลาที่ใช้ไป

4.7 หาการเปลี่ยนของวัตถุกับเวลาที่ใช้ไป

5. ทักษะการใช้เลขจำนวนและการคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออันจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับวิทยาศาสตร์ ต้องการให้นักเรียนรู้จักความหมายของเลขจำนวนบวก เลขจำนวนลบ เลขเต็มหน่วย เลขทศนิยม เซท การบวก ลบ คูณ หารทางคณิตศาสตร์ การหาค่าเฉลี่ย การคำนวณจะใช้มากกับการหาค่าต่าง ๆ จากผลของการทดลอง

6. ทักษะการถ่ายทอดผลงาน เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้พบเห็นวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ แล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องบันทึกผลของการค้นพบหรือได้พบเห็นให้คนอื่นเข้าใจ การแจ้งเรื่องราวหรือการถ่ายทอดสิ่งที่ได้พบเห็นนี้อาจทำได้หลายวิธี คือ

6.1 โดยการพูดปากเปล่าหรือการเล่าให้ฟัง

6.2 โดยการเขียนพรรณามาเป็นลายลักษณ์อักษร

6.3 โดยการเขียนเป็นแผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ ไดอะแกรม หรือกราฟ

6.4 โดยการเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์

6.5 โดยการผสมผสานหลาย ๆ วิธีตามความเหมาะสม

ไม่ว่าจะถ่ายทอดโดยวิธีใด ๆ ก็ตาม หลักเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึง คือ ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์ ความถูกต้องแม่นยำ ความไม่กำกวม และความกะทัดรัด

7. ทักษะการลงข้อวินิจฉัย เมื่อเราสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยผ่านประสาททั้งห้าแล้วก็จะได้ข้อมูลออกมาชุดหนึ่ง ข้อมูลนี้เป็นแต่เพียงความจริงล้วน ๆ ยังไม่ได้ให้ประโยชน์อะไรแก่เรามากนัก ถ้าเราอยากจะให้ข้อมูลนี้มีประโยชน์ เราจะต้องใช้กระบวนการทางสมองค้นหาความหมายของข้อมูลนี้ให้ได้ การบอกความหมายเป็นนัยจากข้อมูลนี้เรียกว่า การลงข้อวินิจฉัย คือ เป็นการลงความเห็น การลงข้อยุติ การแปลความหมาย การใช้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่เป็นตัวบอกความจริงที่ยังไม่รู้ ตัวอย่างของการลงข้อวินิจฉัย คือ ต้นไม้ทุกชนิดจะเบนไปหาแสงสว่าง (เราพบเห็นอย่างนี้) การลงความเห็นของเราก็อาจเป็นได้ว่าต้นไม้คงต้องการแสงสว่างในการเจริญเติบโต

การลงข้อวินิจฉัยจากข้อมูลอันเดียวกัน อาจลงได้หลายอย่าง เพราะการลงความเห็นนั้นเป็นการค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จะลงความเห็นไว้หลาย ๆ อย่าง แล้วจึงตรวจสอบว่าการลงความเห็นใดเป็นความจริง เมื่อเป็นความจริงแล้วก็จะกลายเป็นความจริงหลัก กฎ ทฤษฎี ต่อไป การลงความเห็นไม่ใช่เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต เป็นแต่เพียงการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้พบเห็นเท่านั้นเอง

8. ทักษะการพยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าอย่างมีหลักเกณฑ์ การพยากรณ์เป็นการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นข้างหน้าจากข้อมูลที่เรามีอยู่ การทำนายนี้เราทำด้วยความมั่นใจอย่างยิ่ง เพราะเรามีความเชื่อมั่นว่าธรรมชาตินี้มีหลักเกณฑ์และธรรมชาตินี้ไม่มีมายา เมื่อธรรมชาติมีกฎเกณฑ์เราก็สามารถใช้ความสัมพันธ์ตามกฎเกณฑ์นั้นทำนายเหตุการณ์ในอนาคต การที่เราจะทำนายอะไรได้ เราจะต้องมีการสังเกต มีการวัดและมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ แล้วมีการลงความเห็นไว้ จากนั้นจึงนำความสัมพันธ์ที่ได้นั้นไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ตัวอย่างเช่น เราทราบความสัมพันธ์ว่าพืชสีเขียวต้องการแสงสว่างในการปรุงอาหาร (ถ้ามีแสงสว่างจึงจะมีการปรุงอาหาร) ต่อไปถ้ามีคำถามว่า ถ้าปลูกพืชลงในที่มืดตลอดวันจะเป็นอย่างไร เราสามารถใช้ความสัมพันธ์ข้างต้นทำนายได้ว่าพืชจะต้องตาย (เพราะไม่มีแสงสว่างในการปรุงอาหาร)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน สมมติฐานเป็นข้อความจริงชั่วคราวที่เราสมมติขึ้นโดยที่ยังมิได้มีการทดสอบรับรอง และเรามีความเห็นว่าข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ โดยธรรมชาติของสมมติฐานแล้วมันยังเป็นความจริงที่แขวนอยู่ ยังมิได้มีการทดสอบ

ยืนยันว่าเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้น สมมติฐานจึงอาจจะผิดทั้งหมดก็ได้ ถูกทั้งหมดก็ได้ ถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้ สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎี ความจริง หลักหรือกฎวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น เรามีประสบการณ์ว่า น้ำตาลทรายละลายในน้ำได้และจะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าน้ำเย็น ฉะนั้นเราอาจตั้งสมมติฐานดังนี้ คือ "สารทุกชนิดที่ละลายในน้ำได้จะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น"

10. ทักษะการควบคุมตัวแปร ตัวแปรแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรซึ่งเราต้องการดูผลของมัน ตัวแปรตามหรือตัวแปรซึ่งเป็นผลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรที่เราบังคับให้คงที่ ซึ่งแต่ละตัวแปรมีความหมายดังนี้ คือ

10.1 ตัวแปรอิสระ เป็นตัวแปรที่เป็นตัวเหตุไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใด ๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้น หรือใส่ลงไปเพื่อดูผลของมัน ตัวอย่างเช่น ในการทดลองปลูกกุหลาบเพื่อดูการเจริญเติบโต และเราต้องการดูว่าปุ๋ยจะมีส่วนให้ต้นกุหลาบเติบโตเร็วหรือไม่ การใส่ปุ๋ยจะเป็นตัวแปรอิสระ

10.2 ตัวแปรตาม ในกรณีของการใส่ปุ๋ยต้นกุหลาบ การเจริญเติบโตของต้นกุหลาบจะเป็นตัวแปรตาม คือ เป็นตัวแปรซึ่งเป็นผลของตัวแปรอิสระ

10.3 ตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ เป็นตัวแปรซึ่งเราควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลองเพื่อต้องการดูผลของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังตัวอย่างการใส่ปุ๋ยกุหลาบ เราจะต้องควบคุมตัวแปรอื่นให้คงที่ เช่น ต้องควบคุมสภาพดิน ความเข้มของแสง ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ ให้เหมือนกัน ปัจจัยที่กล่าวมาจะเป็นตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่

ในการฝึกทักษะการควบคุมตัวแปร นักเรียนจะต้องรู้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ เมื่อนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง ผลการทดลองก็จะออกมาเป็นจริงหรือใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

11. ทักษะการแปลผลจากข้อมูล เป็นการพิจารณาข้อมูลทุกแง่ทุกมุมแล้วใส่ความคิดเห็นของเราลงไปว่าข้อมูลนั้นมีความหมายอะไรแก่เราบ้าง การแปลผลจากข้อมูลจะใช้ทักษะผสมผสานหลาย ๆ อย่าง คือ เป็นทั้งการลงความเห็น การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน ทักษะนี้ต้องการฝึกให้นักเรียนมองเห็นข้อมูลที่เสนอในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิและรูปภาพต่าง ๆ แล้วสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้นได้ด้วยประโยคสั้น ๆ ลงความเห็น พยากรณ์ สร้าง

สมมติฐานได้ และบอกความน่าจะเป็นได้ ตัวอย่างเช่น การทดลองเรื่องการติดไฟของสาร ผลการทดลอง คือ สารที่ติดไฟ ได้แก่ ไม้ กระดาษ สำลี แอลกอฮอล์ สารที่ไม่ติดไฟ ได้แก่ ไส้ดินสอ ตะปู น้ำ อิฐ จากผลการทดลองนี้แปลผลจากข้อมูลได้ว่า สสารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 จำพวก โดยใช้การติดไฟได้เป็นเกณฑ์ พวกที่หนึ่งติดไฟ พวกที่สองไม่ติดไฟ การติดไฟได้หรือไม่ได้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพของสสารแต่ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร

12. ทักษะการกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งที่เราจะสื่อโดยให้มีความหมายรัดกุมไม่กำกวม สามารถเข้าใจได้ตรงกันทุกคน เช่น จะต้องระบุการกระทำของเราในการที่จะทดลอง (เราจะทำอะไร อย่างไร) และระบุสิ่งที่เราจะสังเกตเห็นได้ด้วย (จะสังเกตอะไร) ตัวอย่างเช่น ความดันหมายถึง พลังงานที่ใช้ในการกด (ยังไม่เป็นนิยามเชิงพฤติกรรม) การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรมจะต้องเขียนดังนี้ คือ ความดัน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างแรงที่กดลงกับพื้นที่ที่รองรับแรง

13. ทักษะการทดลอง การทดลองเป็นทักษะที่รวมหลาย ๆ ทักษะไว้ด้วยกัน นับตั้งแต่การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การวัด การคำนวณ การควบคุมตัวแปร การถ่ายทอดผลงาน การลงความเห็น การแปลผลจากข้อมูล เป็นต้น การทดลองเป็นการพิสูจน์ยืนยันความจริงบางสิ่งหรือเป็นการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะจริงหรือไม่ เป็นการค้นหาคำตอบของปัญหา กิจกรรมที่จะเรียกว่าเป็นการทดลองนั้นจะต้องประกอบด้วย การวางแผนการทดลองและการลงมือปฏิบัติการทดลอง ดังขั้นตอนต่อไปนี้

13.1 กำหนดปัญหา ปัญหาที่ตั้งขึ้นจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้ได้

ก. ปัญหานี้สามารถให้คำตอบด้วยการทดลองหรือไม่

ข. ข้อความที่เขียนชัดเจนและเฉพาะเจาะจงหรือไม่

ค. ปัญหาเป็นที่น่าสนใจหรือไม่

ง. นักเรียนเข้าใจปัญหาดีหรือยัง

จ. ปัญหานี้จำเป็นต้องให้คำตอบด้วยการทดลองด้วยหรือ

ฉ. ข้อความจริงเบื้องต้นที่ไม่ต้องพิสูจน์ที่เกี่ยวกับปัญหานี้มีอะไร

13.2 ตั้งสมมติฐาน สมมติฐานที่ตั้งจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้ได้

ก. เขียนชัดเจนหรือไม่

ข. สามารถทดสอบได้หรือไม่

13.3 กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบสมมติฐาน พิจารณาสมมติฐานเพื่อจะวิเคราะห์ว่าควรประกอบการทดลองอย่างใดจึงจะดี เป็นการแนะแนวทางในการกำหนดแบบการทดลอง

13.4 สร้างแบบการทดลอง เป็นการระบุกระบวนการทดลองว่าในการลงมือปฏิบัติจริง ๆ นั้นจะทำอย่างไร ทำตามลำดับก่อนหลังอย่างไร ติดตั้งเครื่องมืออย่างไร แบบฟอร์มที่จะกรอกข้อมูลจะเป็นแบบไหน จะวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร แล้วจึงลงมือปฏิบัติการทดลอง

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 23-24) ได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้เด็กเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำ หรือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องชำนาญ รวดเร็ว ว่องไว และปลอดภัย

1.2 ใช้แล้วให้รู้จักเก็บรักษา สอนให้รู้จักล้าง ทำความสะอาด เก็บเข้าที่ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

1.3 รู้จักประดิษฐ์ทำเครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 สามารถสังเกตพิจารณาการบันทึกการชั่ง ตวง วัด หรือการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ มีทักษะความสามารถในเชิงปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มี

2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ เพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสมได้ทันท่วงที

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น และสิ่งที่อ่านมารายงานปากเปล่าหรือเขียนได้

2.9 สามารถฟัง ถาม และพูดได้อย่างฉลาดและชัดเจน

จำนง พรายแย้มแข (2529 : 39) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นและสำคัญที่ครูผู้สอนจะต้องฝึกฝนให้เด็กทุกคน และทุกระดับชั้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยจะเริ่มจากทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากและซับซ้อนยิ่งขึ้นตามความสนใจและความสามารถทางสติปัญญาของเด็กในแต่ละระดับชั้น

<u>วิธีสอนแบบสาธิต</u>

การสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถใช้ได้หลายวิธี เช่น การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง การสอนแบบโครงการ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสาธิต ฯลฯ ซึ่งแต่ละวิธีจะส่งเสริมให้เกิดทักษะในแต่ละด้านมากน้อยแตกต่างกัน ครูผู้สอนจะต้องเลือกวิธีสอนให้ตรงกับทักษะที่ต้องการจะเน้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกการสอนแบบสาธิต เพื่อฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป และทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและรายละเอียดของการสอนแบบสาธิตไว้ดังนี้ คือ

มังกร ทองสุขดี (2522 : 50-51) กล่าวว่า การสาธิตเป็นเทคนิคสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้นักเรียนเข้าใจในวิธีการหรือประสบการณ์ในเรื่องราวต่าง ๆ หรือเพื่อต้องการให้เด็กเข้าใจในเรื่องราวที่ยาก เช่น การหักเหของแสง การต่อวงจรไฟฟ้า

จำนง พรายแย้มแข (2529 : 68) ได้อธิบายถึงการสอนแบบสาธิต เป็นวิธีการทำหรือแสดงให้ดูโดยครูผู้สอนเป็นส่วนใหญ่ โอกาสที่เด็กจะลองมาทำดูนั้นมีน้อย แต่ก็นับว่าเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่งที่จะช่วยนำทางให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว และมีผลสัมฤทธิ์ได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับดุลยพินิจและความพร้อมของครูผู้สอน จะพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหาและความมุ่งหมายของแต่ละเรื่อง

รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2523 : 16) ได้กล่าวถึงความหมายของการสาธิต คือ การแสดงให้นักเรียนสังเกต ผู้แสดงอาจจะเป็นครูผู้สอนหรือนักเรียนทำก็ได้ การสาธิตบางครั้งใช้แทนการทดลองได้ ถ้าการทดลองนั้นไม่ปลอดภัยแก่นักเรียนพอ ผู้สอนไม่อาจหาอุปกรณ์ได้เพียงพอ เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง กลวิธีการสาธิตประหยัดกว่าการทดลองทั้งเวลาและวัตถุ

อำนวย รุ่งรัศมี (2525 : 74) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสาธิตไว้ว่า คือ การแสดงบางสิ่งบางอย่างให้ผู้อื่นชมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เช่น การจำหน่ายสินค้าพวกเครื่องใช้ต่าง ๆ เครื่องสำอางค์ ฯลฯ เพื่อให้คนรู้จัก ในด้านการเรียนการสอนการสาธิตก็เป็นที่นิยมแพร่หลาย เช่น การสอนพลศึกษา ศิลปศึกษา นาฏศิลป์ รวมถึงวิทยาศาสตร์ด้วย

<u>ลำดับขั้นของการสอนแบบสาธิต</u> (อำนาจ เจริญศิลป์ 2525 : 13-15)

1. ขั้นเตรียม
   - 1.1 ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนอย่างละเอียด
   - 1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายสำหรับการสาธิตทุกครั้ง
   - 1.3 ซักซ้อมขั้นของการสาธิตมาเป็นอย่างดี
   - 1.4 จัดที่สำหรับการสาธิตให้พร้อม ต้องคำนึงถึงการมองเห็นของนักเรียน เพราะถ้านักเรียนมองไม่เห็นจะทำให้การเรียนการสอนชั่วโมงนั้นไร้ความหมาย นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่าย

1.5 จัดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องให้นักเรียนมีโอกาสมองเห็นอย่างทั่วถึง

2. ขั้นสาธิต

2.1 ครูบอกถึงเรื่องราวที่จะสาธิตให้นักเรียนทราบและเขียนหัวข้อบนกระดานดำด้วย

2.2 ครูแนะนำสื่อการเรียนแต่ละอย่างให้นักเรียน

2.3 ครูทำการสาธิตทีละขั้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้นักเรียนดูได้ทัน

2.4 ครูคอยสังเกตนักเรียนในชั้นว่ามองเห็นทั่วถึงกันหรือไม่

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูให้นักเรียนสรุปจากที่เห็นตามลำดับขั้น

3.2 สนทนาเพื่อให้นักเรียนพิจารณาขั้นต่าง ๆ ถูกต้องหรือไม่ จนเป็นที่ยอมรับของนักเรียนในชั้น

3.3 ครูให้นักเรียนจดลงในสมุด ข้อความที่จดนี้จะต้องเป็นข้อความที่ครูและนักเรียนช่วยกันขัดเกลาภาษาและเนื้อหาอย่างถูกต้องแล้ว

4. ขั้นวัดผล

4.1 ให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งออกมาสาธิตให้ดูถ้ามีเวลา

4.2 ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบที่ครูทำขึ้น และคาดหวังคำตอบนั้นเป็นพฤติกรรมที่บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ในตอนต้นแล้ว

4.3 ครูซักถามปัญหาต่าง ๆ ให้นักเรียนตอบปากเปล่า

นอกจาก อำนาจ เจริญศิลป์ จะเสนอลำดับขั้นของการสอนแบบสาธิตแล้ว ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 35) ยังได้เสนอการเตรียมการสอนแบบสาธิต ซึ่งจะส่งผลให้ครูและนักเรียนประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการสาธิตว่าต้องการสาธิตเพื่ออะไร ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

2. ต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม และแน่ใจว่าอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชิ้นทำงานได้ดี

3. ทำการทดลองก่อนสาธิตจริง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือต่าง ๆ และการทดลองเป็นจริงตามที่วางแผนการทดลองไว้

4. กำหนดระยะเวลาที่จะใช้ในการสาธิตว่าจะต้องใช้เวลาประมาณเท่าไร

5. พิจารณาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนและเขียนลำดับขั้นของการสาธิตบนกระดานดำ เพื่อให้เด็กเข้าใจและติดตามการสาธิตได้

6. ใช้เครื่องมืออื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อประหยัดเวลาในการสาธิต เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ รูปภาพ ฯลฯ

ซันด์ และ ทรอบริดจ์ (Sund, Throwbridge 1967 : 117-118) ได้ศึกษาถึงวิธีการสาธิตและข้อควรระมัดระวังเกี่ยวกับการสาธิตแต่ละแบบ เขาแบ่งการสาธิตออกเป็น 6 แบบ คือ

1. ครูสาธิต เป็นวิธีที่ดีที่สุดเพราะสามารถควบคุมระเบียบในชั้นเรียนได้ดี และนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย

2. ครูและนักเรียนสาธิต เป็นการสาธิตที่ครูและนักเรียนร่วมกันกระทำ ให้นักเรียนปฏิบัติเอง อาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือคนเดียว การสาธิตแบบนี้ดีในแง่ที่นักเรียนได้ปฏิบัติเองและมีส่วนร่วม

3. นักเรียนเป็นกลุ่มสาธิต การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง ควรจะใช้ในบางโอกาสเพื่อเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศเท่านั้น เพราะถ้าใช้กลุ่มที่นักเรียนทั้งชั้นไม่พอใจเป็นผู้สาธิตจะทำให้การเรียนไม่ประสบผลดี

4. นักเรียนคนเดียวสาธิต จะเป็นผลดีถ้าหากนักเรียนผู้สาธิตเป็นคนที่เพื่อนชอบและเขาจะรู้สึกภูมิใจที่ได้เป็นผู้สาธิต

5. วิทยากรสาธิต โดยการเชิญวิทยากรที่มีความชำนาญมาสาธิต เป็นผลดีที่นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้นเพราะได้รับความรู้แปลกใหม่และได้เปลี่ยนบรรยากาศ

6. การสาธิตเงียบ โดยครูจะสาธิตเป็นขั้นตอนอย่างมีระเบียบ นักเรียนจะเป็นผู้ใช้ความสามารถในการสังเกต การบันทึกข้อมูลและการตีความหมายข้อมูลเอง โดยครูจะไม่แนะอะไรให้เลย การสาธิตแบบนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ที่นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง

ประโยชน์ของการสอนแบบสาธิต

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 118) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการสอนแบบสาธิตไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว เป็นการประหยัดเวลา
2. ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย คือมีอุปกรณ์เพียง 1 ชุด ก็จัดการเรียนการสอนได้
3. ช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับนักเรียน เนื่องจากการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนดู
4. ช่วยนักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกัน
5. ช่วยให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น คือ ได้สังเกตเห็นของจริง

นอกจากนั้นแล้ว การสาธิตยังช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการสังเกตอีกด้วย (ประดับ เรืองมาลัย 2524 : 284)

ความสำคัญและความหมายของ "การเงียบ"

"การเงียบ" ในที่นี้ หมายถึง การที่ไม่มีเสียงพูดของครูขณะที่ทำการสาธิตการทดลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจเรียนอย่างเต็มที่ ขณะเดียวกันความเงียบยังช่วยให้สมองทำงานได้ดี ไม่มีสิ่งรบกวนที่ทำให้ความคิดของนักเรียนต้องหยุดชะงักไป ดร.กาเตนโย (Gattegno) เชื่อว่าการที่ครูเงียบนั้น เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ (ดร.กาเตนโย อ้างถึงใน ศรินทิพย์ โอเจริญ, 2523 : 15)

ที่เมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ครู ลาวอนน์ มูลเลอร์ ซึ่งเป็นครูสอนภาษาอังกฤษในระดับชั้นเตรียมอุดมศึกษา ได้ทำการทดลองสอนนักเรียน 2 ห้อง ห้องหนึ่งสอนแบบไม่พูด ส่วนอีกห้องหนึ่งสอนแบบธรรมดาที่เคยสอน โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน สิ่งที่สอน คือ หลักไวยากรณ์ การแต่งประโยค และการสะกดคำ ห้องเรียนที่ไม่พูดครูจะติดต่อกับนักเรียนด้วยการเขียนอยู่ตลอดเวลา ทั้งการสอน การสอบถาม การสั่งงาน และการตอบข้อสงสัย หลังจากที่สอนได้ 9 สัปดาห์ ปรากฏว่าห้องที่ไม่พูดมีผลทางด้านไวยากรณ์ดีกว่า (ครูถึก 2519 : 22-23)

หลักการและความเชื่อของการสอนโดย "วิธีเงียบ"

การสอนโดย "วิธีเงียบ" มีพื้นฐานมาจากหลักการและความเชื่อในเรื่องต่อไปนี้ (ดร. กาเตนโย อ้างถึงใน ศรินทิพย์ โอเจริญ 2523 : 16-18)

1. การสอนเป็นรองการเรียนรู้ คือ ให้ความสำคัญต่อวิธีการเรียนและตัวผู้เรียนมากที่สุด การเรียนรู้จะเกิดจากการศึกษาด้วยตนเอง มีความสำนึก เอาใจจดจ่อต่อสิ่งที่เรียน และเชื่อว่าแต่ละคนมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกันและใช้เวลาเรียนต่างกัน

2. การเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากการเลียนแบบ การฝึกฝน หรือการท่องจำเท่านั้น นักเรียนจะต้องใช้กลไกทางสมองในการฝึกคิดด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนตระหนักและจดจ่อกับสิ่งที่เรียน รับรู้ และมีส่วนร่วมในการกระทำตามความรู้สึกนึกคิดของตัวเองมากกว่าการท่องจำ

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญามากกว่ากระบวนการทางพฤติกรรม ตามความเชื่อของทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม (Cognitive Theory) ที่ว่าสมองคนเป็นหน่วยงานที่ไม่หยุดนิ่ง สามารถคัดเลือกและบันทึกสิ่งต่าง ๆ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ภายในของตนเอง ดังนั้นการเรียนรู้จึงเกิดจากการทดลอง โดยการลองถูกลองผิด การคิดวิเคราะห์ การทดสอบและคงสิ่งที่ถูกต้องไว้เพื่อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ การสอนโดยวิธีนี้จึงยอมรับในความสามารถของนักเรียนและเชื่อว่าแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ของตนเอง การสอนจะเป็นไปโดยพยายามให้นักเรียนดึงความสามารถนั้นออกมาใช้

4. นักเรียนจะเป็นผู้คิดและหาเหตุผลด้วยตนเอง โดยที่ครูไม่เข้าไปสอดแทรกหรือรบกวน การสอนด้วยวิธีเรียนนี้จะมีช่วงที่ครูไม่พูดหรืออธิบายอะไร แต่ครูจะแก้ไขข้อผิดพลาดภายหลังเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกไปแล้ว

ดร.โอบวน (Dr. Obourn) แห่งสำนักงานการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (U.S. office of Education) เป็นผู้เสนอรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์วิธีใหม่ คือ การสาธิตเงียบ (Silent Demonstration) วิธีนี้ครูเป็นผู้ทำการทดลองให้นักเรียนดู โดยไม่มีการอธิบายเลย แต่จะให้ข้อคิดเห็นหลังจากที่สาธิตไปแล้ว ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้คิดตามขั้นตอนการสาธิต และพัฒนาความคิดรวบยอดด้วยตัวของเขาเอง วิธีนี้ไม่ได้เน้นทฤษฎีและเนื้อหาแต่จะเป็นการเรียนที่ให้นักเรียนสังเกต บันทึกข้อมูล ฝึกการประยุกต์สิ่งที่เรียนมาเพื่อไปใช้

กับสิ่งใหม่(Sund, Throwbridge 1973 : 170-171)

ดร.โอบวน ได้เปรียบเทียบวิธีการสอนแบบสาธิตโดยมีครูเป็นผู้บรรยายและการสาธิตเงียบ ซึ่งใช้สอนในระดับมัธยมศึกษาไว้ดังนี้ (Sund, Throwbridge 1973 : 171)

การสาธิตโดยมีครูบรรยาย	การสาธิตเงียบ
1. ครูบอกวัตถุประสงค์ของการสาธิต	1. นักเรียนเป็นผู้ค้นพบวัตถุประสงค์เอง
2. ครูบอกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้สาธิตและอธิบายวิธีใช้	2. นักเรียนสังเกตการใช้อุปกรณ์ โดยครูด้วยตนเอง
3. ครูเป็นผู้ดำเนินการทดลองเอง และบอกถึงผลที่จะได้	3. นักเรียนเป็นผู้สังเกต และบันทึกผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้ทำการทดลอง ถ้านักเรียนติดตามการสาธิตไม่ทันครูต้องสาธิตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง
4. ครูเป็นผู้เขียนบทสรุป นักเรียนเป็นผู้ลอกตาม	4. นักเรียนเป็นผู้เขียนบทสรุปเอง และถ้านักเรียนเขียนบทสรุปไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ ครูจำเป็นต้องสาธิตซ้ำ
5. ครูเป็นผู้บอกถึงความสำคัญของเรื่องที่เรียน และบอกว่าจะนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร	5. นักเรียนจะต้องรู้ว่าจะนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

ผู้ดำเนินการสอนโดยวิธีสาธิตเงียบ จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (Sund, Throwbridge 1973 : 171-172)

1. ทำความเข้าใจให้แจ่มแจ้งถึงวัตถุประสงค์ของการสาธิต
2. เลือกอุปกรณ์และสารที่จะใช้ให้เหมาะสมกับการสาธิต
3. จะต้องเลือกเนื้อหาที่นักเรียนมีพื้นความรู้เดิมมาบ้าง
4. ต้องลำดับขั้นตอนการสาธิตจากง่ายไปหายากเพื่อเป็นไปตามหฤษฎีการเรียนรู้
5. ต้องสาธิตให้นักเรียนทั้งห้องสังเกตและติดตามผลได้อย่างทั่วถึง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาวิธีสอนแบบสาธิตเงียบ แบบสาธิตและการพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของ เปียเจต์ (Piaget) ผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นแผนการสอนสาธิตเงียบและแบบสาธิตเพื่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่วนประกอบของแผนการสอนทั้ง 2 วิธีมีดังนี้ คือ

1. ความคิดรวบยอด
2. วัตถุประสงค์
3. เนื้อหา
4. สื่อการเรียน
5. การดำเนินกิจกรรม
6. การวัดและประเมินผล

การดำเนินกิจกรรมมีลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นนำ ครูจะเสนอสิ่งเร้าเพื่อให้นักเรียนคิดและติดตามว่าเขากำลังจะเรียนเรื่องอะไร และสิ่งที่จะเรียนมีความสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างไร

2. ขั้นสาธิตการทดลอง

2.1 ครูติดแผนภูมิแสดงขั้นตอนการสาธิต การสอนแบบสาธิตเงียบ นักเรียนจะอ่านและศึกษาขั้นตอนด้วยตนเอง ส่วนแบบสาธิตครูจะอ่านและอธิบายขั้นตอนการสาธิตประกอบ ซึ่งจะให้เวลาในการศึกษาขั้นตอนตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจากความมากน้อยของเนื้อหาของแต่ละแผน แล้วเก็บแผนภูมิออก

2.2 ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด ถ้าเป็นวิธีสาธิตเงียบครูจะแนะนำโดยชูอุปกรณ์และชูบัตรคำชื่ออุปกรณ์ประกอบ แต่ถ้าเป็นวิธีสาธิตครูจะเรียกชื่ออุปกรณ์นั้น

2.3 ครูสาธิตการทดลอง การสอนแบบสาธิตเงียบ ครูจะไม่พูดหรืออธิบายอะไรเลย ขณะที่สาธิตการทดลอง ถ้าต้องการจะให้นักเรียนสังเกตอะไรก็จะเขียนบอกในบัตรคำหรือแถบประโยคในกรณีที่คาดว่านักเรียนไม่รู้ว่าให้สังเกตอะไร วิธีนี้นักเรียนจะต้องสังเกตและติดตามผลการสาธิตด้วยตนเอง ส่วนวิธีสาธิตครูจะพูดหรืออธิบายประกอบขณะที่สาธิตการทดลอง การสอนทั้ง 2 วิธีนักเรียนจะต้องบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ลงในแบบบันทึกการสาธิตการทดลองที่ครูแจกให้

3. ขั้นอภิปรายและสรุป หลังจากการสาธิตการทดลองแล้วครูจะแจกแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำ โดยให้ตอบจากแบบบันทึกการสาธิตการทดลองได้ เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกเสร็จแล้ว ครูเก็บทั้งแบบบันทึกการสาธิตการทดลองและแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่อจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกและอภิปรายผลการทดลองในประเด็นต่าง ๆ พร้อมทั้งฝึกตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์ที่ได้ดูการสาธิต ซึ่งจะเป็นปัญหาหรือข้อสงสัยที่นักเรียนต้องการจะรู้ต่อไป แล้วจึงสรุปหลักการที่ได้จากการดูการสาธิต และกล่าวถึงประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

<u>ความคงทนในการเรียนรู้</u>

ความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) คือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์การรับรู้มาแล้วหลังจากที่ได้ทิ้งระยะไว้เวลาหนึ่ง (Adams 1967 : 9)

การที่จะจดจำสิ่งที่เรียนมาแล้วได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ กาเย่ (Gagne' 1974 : 27-46) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำดังนี้

1. ขั้นการจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการชักจูงให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

2. ขั้นทำความเข้าใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า

3. ขั้นการเรียนรู้ (Acquisition Phase) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อตอบสนองผลของสิ่งเร้า เกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น

4. ขั้นเก็บไว้ในความจำ (Retention Phase) ขั้นนี้คือการนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลาหนึ่ง

5. ขั้นการรื้อฟื้น (Recall Phase) ขั้นนี้คือการนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วและเก็บเอาไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของพฤติกรรมซึ่งสังเกตได้

ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 3-20) ได้แบ่งลำดับขั้นของการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับความจำออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการเสนอสิ่งเร้า การเสนอสิ่งเร้าที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. ขั้นกิจกรรมแทรก ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นที่สอดแทรกระหว่างขั้นการเสนอสิ่งเร้าและการทดสอบ

3. ขั้นการทดสอบ ขั้นนี้จะบ่งชี้ว่าผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปได้มากน้อยเพียงใด วิธีทดสอบความจำทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 การจำได้ (Recognition) เป็นการทดสอบความจำโดยการปรากฏสิ่งเร้าที่เคยประสบมาแล้วในอดีตปะปนกับสิ่งเร้าใหม่ ๆ แล้วให้ชี้ว่าสิ่งเร้าใดเป็นสิ่งเร้าเดิมได้ถูกต้อง

3.2 การระลึกได้ (Recall) เป็นการระลึกถึงสิ่งที่เคยประสบมาในอดีตโดยไม่ต้องมีสิ่งเร้าเดิมมาปรากฏให้เห็น

3.3 การเรียนซ้ำ (Relearning) หมายถึง การเสนอสิ่งเร้าซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ และวัดผลของการเรียนรู้ด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

ความจำมี 2 ประเภท คือ ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) และความจำระยะยาว (Long-term Memory) แอทคินสันและชิฟฟริน (Atkinson and Shiffrin อ้างถึงในเสาวณีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ 2517 : 14) เรียกว่า "ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ (Two-process Theory of Memory)" โดยสรุปย่อได้ดังนี้

1. ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว

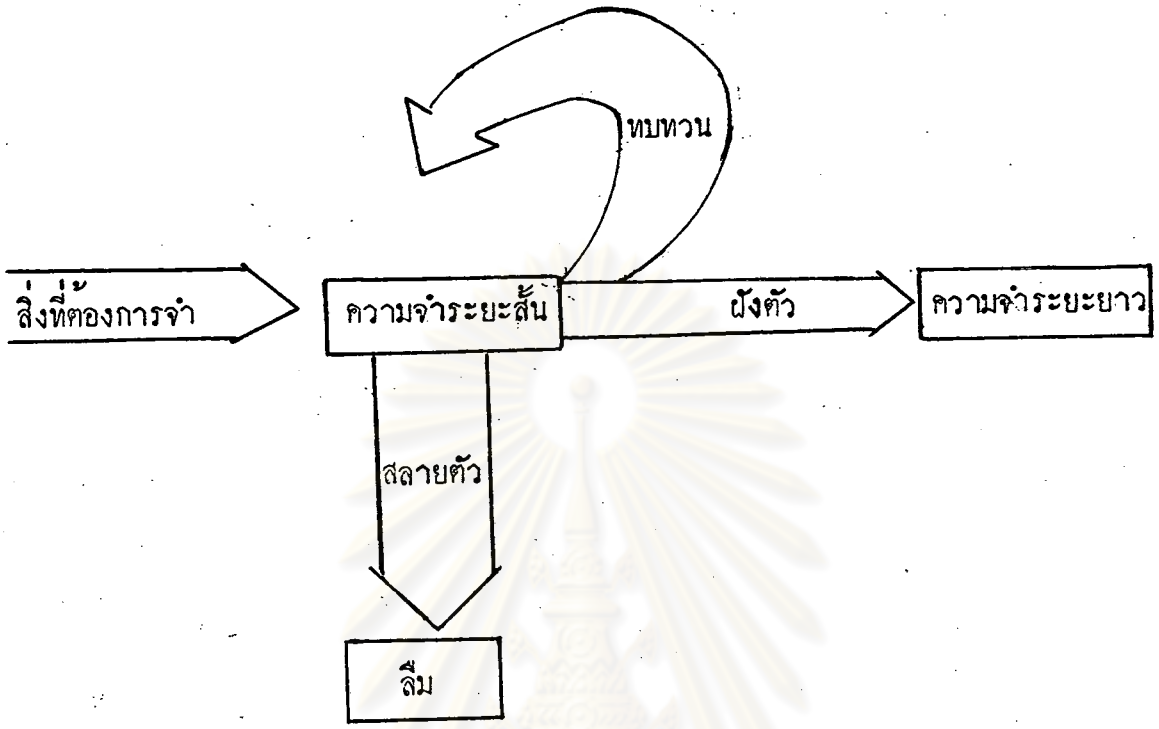
2. สิ่งที่จำไว้ในความจำระยะสั้น ต้องได้รับการทบทวนอยู่เสมอ มิฉะนั้นความจำนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว

3. จำนวนสิ่งของที่รับการทบทวนครั้งหนึ่ง ๆ ในความจำระยะสั้นมีจำนวนจำกัด จะทบทวนได้เพียง 5-9 สิ่งในขณะเดียวกันเท่านั้น

4. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นยิ่งนานเท่าไรก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาวมากเท่านั้น

5. การฝังตัวในความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ต้องการจะจำ

แผนภูมิแสดงกระบวนการจำ (ชัยพร วิชชาวุธ 2520 : 72)



ทั้งความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวจะเกิดหลังจากการเรียนรู้ หรือการรับรู้ผ่านไปแล้ว เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำเพียงชั่วคราว ความจำระยะยาวเป็นความจำที่คงทนกว่าความจำระยะสั้น เราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ในความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาสะกิดใจก็สามารถจะรื้อฟื้นขึ้นมาได้ (ชัยพร วิชชาวุธ 2519 : 125)

ถ้าจะกล่าวโดยสรุปแล้วความจำระยะยาวก็คือ ความคงทนในการจำนั่นเอง ซึ่งหมายถึงการคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความรู้ในช่วงเวลาหนึ่งหลังจากเกิดการเรียนรู้แล้ว

เอนกกุล กรีแสง (2522 : 98-109) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้เกิดความจำระยะยาวแก่ผู้เรียนดังนี้

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) อาจจะทำได้โดยการสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advanced Organization) การจัดเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) และการจัดเข้าเป็นหมวดหมู่

I16584467

(Organization)

2. การจัดสถานการณ์ช่วยต่อการเรียนรู้ อาจจะทำได้โดยการนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ การเรียนเพิ่มขึ้น การทบทวนบทเรียน การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ การท่องจำ และการใช้จินตนาการ

ชาญวิทย์ จรตระการ (2524 : 30) ได้ศึกษาวิจัยความคงทนของความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ และได้เสนอแนวทางในการสอนซึ่งจะส่งผลให้เกิดความคงทนในการจำไว้ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดที่จะนำมาสอนใหม่ จะต้องมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันกับความคิดรวบยอดเดิมเป็นพื้นฐาน

2. การจัดประสบการณ์การสอนแต่ละครั้ง ต้องเป็นประสบการณ์ที่มีอยู่ใกล้ตัวผู้เรียน หรือเป็นสิ่งที่ผู้เรียนเคยพบหรือเคยเรียนรู้มาบ้างแล้ว

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ต้องทบทวนความคิดรวบยอดเดิมที่ได้เรียนผ่านไปแล้วเพื่อเป็นการฟื้นฟูให้เกิดการเชื่อมต่อกับความคิดรวบยอดที่เรียนใหม่

ความคงทนในการจำหรือความคงทนในการเรียนรู้นั้น เป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นแก่เด็ก เพราะจะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

เวเบอร์ (Weber 1971 : 3582-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบวิธีสอน 2 วิธี โดยใช้หลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement Study) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับหลักสูตรที่ใช้สอนตามปกติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา คือ ทักษะการสังเกต การจัดจำแนก การวัด การปฏิบัติการทดลอง การแปลความหมายของข้อมูล และทักษะการทำนาย ใช้ทดลองสอนกับตัวอย่างประชากรในระดับประถมศึกษาจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ซึ่งแต่ละคู่ของทั้ง 2 กลุ่ม จะมีอายุ เพศ ระดับสติปัญญา สภาพสังคมใกล้เคียงกัน ใช้เวลาสอนเป็นเวลาเกือบ 5 ปี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .10

วีดีน (Wideen 1975 : 31-39) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนโดยใช้หลักสูตร SAPA (Science-A Process Approach) กับวิธีสอนตามหลักสูตรเดิม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 3, 4, 5 และ 6 จำนวน 531 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนด้วยหลักสูตร SAPA เป็นนักเรียนโรงเรียนสเปียร์ฟิช (Spearfish) ซึ่งมีระดับ I.Q. เฉลี่ย เท่ากับ 107.01 กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนโรงเรียนสเตอร์กิส (Sturgis) ซึ่งมีระดับ I.Q. เฉลี่ย 108.18 ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร SAPA มีความคิดและการจัดขบวนการดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรเดิม และตัวแปรที่มีผลต่อการวัดความคิดและการจัดขบวนการ คือ ระดับสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับชั้น

ไรลี่ย์ (Riley : 5152-A-5153-A) ได้ศึกษาวิจัยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฝึกฝนครูที่สอนในระดับ 1, 2, 3 และ 4 เพื่อศึกษา

1. ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
3. ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
4. ทัศนคติต่อวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์
5. และทัศนคติต่อวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยวิธีทั่ว ๆ ไปที่เคยสอนอยู่ การวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม

สัญญา ทิพเสนา (2517 : 83-88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์) กับการสอนแบบเดิม โดยศึกษาทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2516 ของวิทยาลัยครูจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน 65 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517 : 81-99) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2522 : 75-77) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการทำนาย และทักษะการสรุปพาดพิง กับความสามารถในการแก้ปัญหา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยไม่ขึ้นกับ

ตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหา คะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานสามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้

นางสาวบุญญรัศน์ ศิริอาชากุล (2522 : 54-55) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ.1 และ ม.1 ชั้นละ 713 คน ซึ่งสุ่มจากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่า ซี (Z-test) ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ.1 และ ม.1 แตกต่างกัน ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 โดยนักเรียนชั้น ม.ศ.1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1

นายสุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 75-76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และเปรียบเทียบพฤติกรรมการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนนาถ่อนพัฒนา อ.ธาตุพนม จังหวัดนครพนม โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนพฤติกรรมการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันในการสอนทั้งสองแบบ

นายพีระศักดิ์ ไพศาลนันทน์ (2525 : 45-47) ได้ศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 344 คน จากโรงเรียนรัฐบาลแบบสหศึกษาจำนวน 9 โรงเรียนในจังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2524 ผลการวิจัยที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ปรากฏว่า

1. ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบรูปธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบรูปธรรม ขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรม และขั้นการคิดแบบนามธรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เชาวนี อะยะวงศ์ (2526 : 57-60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาปีการศึกษา 2525 โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน กลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 42 คน กลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกด้วยผู้วิจัยเอง ผลการวิจัย กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

ภาณี โอภิชากรณ์ (2527 : 66-71) ได้ศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ จำนวน 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้มากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและความสามารถในการเรียนต่ำ

2. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อไม่แยกระดับความสามารถได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และเมื่อวิเคราะห์โดยแยกตามระดับความสามารถในการเรียน พบว่า กลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำได้ผลแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูงได้ผลไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

ดร.นิดา สะเพียรชัย (2520 : 3-8) ได้กล่าวถึงปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์เพราะไม่เพียงแต่หมายถึงความรู้ แต่เป็นกระบวนการที่มีระบบที่นำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ และขยายขอบเขตออกไปในกรอบจักรวาล ดังนั้นจุดมุ่งหมายหลักในการเรียนวิทยาศาสตร์น่าจะเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สะสมไว้ เป็นที่ทราบดีว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมายมหาศาล การจะถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนจดจำนั้นจึงเป็นเรื่องยากและไม่เกิดประโยชน์ ครูจึงควรสอนวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการนี้ก็คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์