

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลการใช้บทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร วารสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ความตระหนักและหลักการสร้างความตระหนัก
3. บทปฏิบัติการ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517, หน้า 49-50) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย การจัดกระทำข้อมูล การออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลอง การคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ ”

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานุเคราะห์ (2524, หน้า 76) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาความจริงโดยทำการพิสูจน์ทดลองปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ทำการทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ และการพัฒนาความคิดควบคู่ไปอย่างมีระบบ ”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 164) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills) ฉะนั้นจึงเป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหา ”

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 14) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills) ”

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 3) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) หรือเป็นทักษะ การคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ”

Kuslan และ Stone (1969, p.229) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ”

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากกิจกรรมการทดลอง ด้วยตนเอง และการใช้ความสามารถด้านความคิดในการสืบเสาะหาความรู้ การคิดค้น ตลอดจน เป็นทักษะทางปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญและส่วนประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญและส่วนประกอบของทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2529, หน้า 48) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบผลสำเร็จหรือ ล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ แต่ละคน ”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 260-261) กล่าวไว้สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ของธรรมชาติเป็นทักษะ ทางปัญญาที่ดีที่สุดเท่าที่มนุษย์มี ทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้นถ้าวัตถุประสงค์ของ การศึกษาของชาติต้องการให้คนคิดเป็น คิดเก่ง คิดรอบคอบและแก้ปัญหาเป็น การสอน วิทยาศาสตร์จะต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 14) กล่าวไว้สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง เพราะในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2542, หน้า 7) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครูได้พยายามให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ด้วยตนเอง โดยหวังให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกให้นักเรียนวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในขณะที่ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการทำการทดลองทำให้ผู้ทดลองมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดจึงทำให้เกิดการพัฒนาทางปัญญาและเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ โดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1976 pp. 33-176) ได้เสนอให้มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วย

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using Space Time Relationship)
3. การจำแนกประเภท (Classifying)
4. การใช้ตัวเลขและการคำนวณ (Using Number)

5. การวัด(Measuring)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การพยากรณ์ (Predicting)
8. การสรุปอ้างอิง (Inferring)

ข. ทักษะกระบวนการขั้นผสม ได้แก่

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533, หน้า 1-68) ได้พิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของสมาคม เอ เอ เอ เอส. (AAA'S) พบว่าจำเป็นที่จะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำแนกไว้ 13 ทักษะ สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ

- 1) บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง
- 2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ
- 3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ

- 1) เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับการวัด
- 2) เลือกเครื่องมือเหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 3) วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการ

ที่ถูกต้อง

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร และ

การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละประเภท โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ

- 1) เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ ได้
- 3) ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือ

จำแนกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมีรูปร่างเป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุที่มีรูปร่าง 2 มิติ กับวัตถุที่มีรูปร่าง 3 มิติ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาว่าอยู่ทางด้านซ้ายหรือด้านขวาของกันและกันได้อย่างไร การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ก็คือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 10 วัน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1) วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 2) วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 3) บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ กับรูป 3 มิติได้
- 4) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งอยู่หน้ากระจกเงา และเงาในกระจกเงาว่าอยู่ทางด้านซ้ายหรือด้านขวาของกันและกันได้
- 5) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 6) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุและเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด และการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ เลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมานำเสนอ หรือ แสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดียิ่งขึ้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ สามารถเขียนตาราง ผลการทดลอง แผนภูมิ แผนภาพ วงจรไดอะแกรม กราฟ สมการ เขียนบรรยาย ฯลฯ

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วยอธิบาย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ อธิบายหรือสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ สามารถใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว หรือใช้ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้ยอมรับแล้ว มาคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ ยังไม่ได้ทำการทดลอง หรือเรื่องที่ยังไม่เกิดขึ้นได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้าไม่ได้เป็นกฎ หลักการ หรือทฤษฎี เพราะยังไม่ได้ทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริง ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะ คือ

1) สรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2) บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขต ของตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เป็นที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะ คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร ให้สามารถทำการทดลองได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการ ทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ ชีbungตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองและการใช้อุปกรณ์ทดลองได้อย่างถูกต้อง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต การวัดได้อย่างคล่องแคล่ว ในรูปของตารางหรือกราฟ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

2) เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

4) ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

5) สังเกตการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าและไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกต

6) จัดกระทำข้อมูลที่สังเกตได้และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

7) บรรยายลักษณะ สมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ คือ

- 1) บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- 2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดต่าง ๆ ของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่มีการใส่ความคิดของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ข้อมูลที่บอกถึงรูปร่างของสิ่งที่สังเกต และคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ต้องบอกปริมาณ เช่น สี กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกต่อผิวหนัง

ข้อมูลเชิงปริมาณ หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวกับความยาว น้ำหนัก ปริมาตร และค่าต่าง ๆ ของสิ่งที่สังเกต ข้อมูลที่ได้จะเป็นตัวเลขซึ่งได้จากการประมาณด้วยประสาทสัมผัสของผู้สังเกต เช่น ดินสอยาวประมาณ 12 เซนติเมตร

ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง หมายถึง ข้อมูลที่บอกให้ทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเกิดขึ้นบ้างกับสิ่งที่สังเกต เช่น การเปลี่ยนแปลงของเทียนไขขณะจุดไฟและการเปลี่ยนแปลงของเทียนไขขณะที่ไฟดับ

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือสำหรับวัดหาปริมาณที่แน่นอนของสิ่งที่สังเกตหรือสิ่งที่ต้องการวัดออกมาเป็นเลขจำนวนที่มีหน่วยกำกับและรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. การคำนวณ หมายถึง การนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเพื่อให้เกิดค่าใหม่และมีความหมายต่อการนำไปใช้ต่อไป การจัดกระทำกับตัวเลขอาจจะเป็นการนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร และการหาค่าเฉลี่ย

4. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมีรูปร่างเป็น 3 มิติ คือ มีความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาว่าอยู่ ทางด้านซ้ายหรือด้านขวาของกันและกันได้อย่างไร การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับ เวลา ก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป เช่น ความสูง ของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 10 วัน

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุที่มี รูปร่าง 2 มิติกับวัตถุที่มีรูปร่าง 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับ อีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไป กับเวลา

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วมาเสนอหรือ แสดงเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เช่น การเขียนบรรยาย การแสดงเป็นตาราง แผนภูมิ กราฟ ไดอะแกรม สมการ

7. การลงความคิดเห็น หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยใน การสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดย อาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ไม่ได้เป็นกฎ หลักการหรือทฤษฎี เพราะยังไม่ได้ผ่านการทดสอบหรือยืนยันว่าเป็นความจริง

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของ ตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกต หรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกริวิวดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น และตัวแปรตามในสมมติฐาน หนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลหรือสิ่งที่เกิดจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น เปลี่ยนไป ตัวแปรตามก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจมีผลต่อ ตัวแปรตาม หรืออาจทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกต้องเหมาะสม และการรวบรวม ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

13. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การแปลความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่ได้ จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จาก การทดลอง เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ เช่น ถ้ากราฟเป็นเส้นตรง สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง หรือถ้ากราฟเป็น เส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทางและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทาง

จากแนวคิดต่าง ๆ กล่าวโดยสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น องค์ประกอบที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นเครื่องมือของนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ของธรรมชาติอย่างเป็นระบบและมีวิธีการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคิดรอบคอบ และความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย ทักษะต่าง ๆ 13 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจำนวนจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร และการหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมีรูปร่างเป็น 3 มิติ คือ มีความกว้าง ความยาว และความสูง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด และการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท และการคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมานำเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดียิ่งขึ้น เช่น การเขียนตารางแสดงผล การทดลอง แผนภูมิ แผนภาพ วงจรไดอะแกรม กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วยอธิบาย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม กฎ หลักการ ทฤษฎีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือคำตอบต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้ และเป็นที่น่าสนใจตรงกัน

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่ต้องการศึกษา

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐานที่เริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมือทดลองอย่างถูกต้อง การรวบรวม การจัดกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูล ประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองและการใช้อุปกรณ์ทดลองได้อย่างถูกต้อง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต การวัดได้อย่างคล่องแคล่วในรูปของตารางหรือกราฟ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความตระหนักและหลักการสร้างความตระหนัก

ความหมายของความตระหนัก

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความตระหนักไว้ดังนี้

ชม ภูมิภาค (2516, หน้า 64-65) ให้ความหมายว่า “ ความตระหนัก หมายถึง วิธีที่บุคคล เกิดความรู้สึกต่อบางสิ่งบางอย่าง เช่น บุคคล สิ่งของและอื่น ๆ ทั้งที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม ”

จรินทร์ ธานีรัตน์ (2517, หน้า 64) ให้ความหมายของความตระหนักไว้ว่า “ คือ ความรู้สึกหรือความสำนึกหาเหตุผลในพฤติกรรมที่ได้กระทำไปทุกครั้ง ”

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2520, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของความตระหนัก ว่า หมายถึง “ ความรู้ตัวอยู่แล้ว คือ การที่รู้อยู่ว่า สิ่งนี้มีอยู่หรือเป็นอยู่ แต่ไม่รู้อย่างละเอียด ”

วินัย วีระพัฒนานนท์ (2540, หน้า 36) ได้ให้ความหมายของความตระหนักไว้ว่า หมายถึง “ ความรู้สึกเห็นคุณค่าหรือเห็นความสำคัญ ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การเห็นคุณค่า หรือเห็นความสำคัญการจัดระบบคุณค่า และการนำเอาคุณค่ามาสร้างเป็นลักษณะนิสัยประจำตัว ”

Good (1973, p.54) ได้ให้ความหมายของความตระหนักว่า “ ความตระหนัก หมายถึง การกระทำที่แสดงว่า จำได้ การรับรู้ การมีความรู้ หรือมีการสำนึก ”

Webster (1986, p. 152) ให้ความหมายความตระหนักว่า หมายถึง “ ลักษณะหรือ สถานการณ์ของการรู้สึกตัว ”

จากความหมายของความตระหนักดังกล่าวแล้ว สรุปได้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความรู้สึกที่บุคคลมีต่อบางสิ่งบางอย่างและความสำนึกหาเหตุผลที่ได้กระทำ ตลอดจนเป็นการรับรู้ การยอมรับ หรือความโน้มเอียงที่จะเลือกแสดงพฤติกรรมต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ที่ได้พบเห็นโดยอาจแสดงออกในลักษณะของการรับรู้ การยอมรับ การตอบสนอง การเห็นคุณค่า หรือเห็นความสำคัญการจัดระบบคุณค่า และการนำเอาคุณค่ามาสร้างเป็นลักษณะนิสัยประจำตัว

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 142) ได้กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับความตระหนัก โดยใช้ พฤติกรรมทางด้านจิตพิสัยเป็นสิ่งที่แสดงถึงความตระหนักสรุปได้ดังต่อไปนี้

ความตระหนักพฤติกรรมทางด้านจิตพิสัยมีลำดับขั้นของพฤติกรรมดังนี้

1. การรับรู้เป็นขั้นของการทำความรู้จักและเข้าใจในสิ่งเร้า หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

ได้แก่

- 1.1 การรู้จักสิ่งเร้า
- 1.2 ความเต็มใจที่จะรับสิ่งเร้านั้น
- 1.3 คัดเลือกความสนใจที่มีต่อสิ่งเร้านั้น

2. การตอบสนอง เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจ หรือความซาบซึ้งในสิ่งเร้า หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้แก่

- 2.1 การยินยอมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น
- 2.2 มีความตั้งใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น
- 2.3 มีความพอใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น

3. การเห็นคุณค่า เป็นการสำนึกในคุณค่า มีความเชื่อและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งเร้า หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งจะเป็นค่านิยมของสังคม จนสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณค่าในสิ่งต่าง ๆ ได้แก่

- 3.1 การยอมรับในคุณค่า
- 3.2 เกิดความนิยมชมชอบในคุณค่า
- 3.3 การยึดถือผูกพันในคุณค่า

4. การจัดระบบคุณค่า คือ การจัดระเบียบค่านิยมเข้าเป็นระบบและหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าเหล่านั้น ได้แก่

- 4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับคุณค่า
- 4.2 การจัดลำดับคุณค่าเหล่านั้นให้เป็นระบบ

5. การเอาคุณค่ามาสร้างเป็นลักษณะนิสัยประจำตัว ได้แก่ การเอาคุณค่าต่าง ๆ มาสร้างเป็นคุณลักษณะของแต่ละคน ซึ่งจะกลายเป็นบุคลิกภาพหรือเอกลักษณ์ของบุคคลนั้น ได้แก่

- 5.1 การสรุประบบของคุณค่า
- 5.2 การสร้างลักษณะนิสัย

Bloom (1988, pp. 439-441) ได้กล่าวถึงความตระหนักโดยใช้ระดับของพฤติกรรมด้านความรู้สึกหรือด้านคุณลักษณะ (Affective Domain) เป็นสิ่งแสดงถึง ความตระหนักโดยจำแนกตามลำดับพัฒนาการสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นการรับรู้ (Receiving) จัดเป็นขั้นแรกสุดของพฤติกรรมด้านความรู้สึก ในขั้นนี้บุคคลจะมีการรับรู้ต่อสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบตัว แยกเป็น 3 ขั้น

- 1.1 รับรู้ หมายถึง การรู้จักเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น
- 1.2 ตั้งใจรับ หมายถึง การเต็มใจที่จะยอมรับสิ่งเร้านั้น ๆ
- 1.3 เลือกรับ หมายถึง การควบคุมหรือคัดเลือความสนใจที่มีต่อสิ่งเร้านั้น

2. ขั้นตอบสนอง (Responding) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึกที่พัฒนาต่อจากขั้นแรก กล่าวคือ เมื่อเกิดการรับรู้แล้ว บุคคลจะเริ่มมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า แยกเป็นขบวนการย่อย ๆ จากระดับต่ำสุดของขบวนการดังนี้

2.1 ตอบตามสั่ง ทำเพราะความเชื่อฟังหรือคล้อยตามหรือทำตามคำแนะนำ โดยมีความรู้สึกต่อต้านน้อย

2.2 อาสาตอบ ตั้งใจหรือเต็มใจที่จะตอบสนอง เป็นการอาสาสมัครที่จะทำ โดยมีได้เกิดจากความเกรงกลัวหรือเกรงใจ แต่เป็นเพราะเขาตั้งใจทำด้วยตัวของเขาเอง

2.3 พอใจตอบ เป็นการตอบสนองที่ประกอบด้วยอารมณ์หรือความรู้สึกพึงพอใจ ยินดี สนุกสนาน

3. ขั้นเห็นคุณค่า (Valuing) พฤติกรรมทางด้านความรู้สึก ในขั้นนี้เป็นขั้นที่บุคคลมองเห็นคุณค่าของสิ่งของ ปรากฏการณ์ พฤติกรรม ด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งรวมถึงการเอากฎเกณฑ์ทางสังคมมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ สิ่ง queบุคคลแสดงออกจะมีลักษณะคงเส้นคงวา ซึ่งเป็นคุณลักษณะของความเชื่อหรือทัศนคติ ที่ควบคุมพฤติกรรมของบุคคลหรือการตอบสนองจะเป็นไปตามค่านิยมที่เขายึดถือ ขั้นเห็นคุณค่านี้แยกเป็น 3 ระดับ

3.1 ยอมรับคุณค่า การที่บุคคลเห็นด้วยและยอมรับในความเชื่อ ทัศนคติ หรือค่านิยมด้วยการกระทำอย่างคงเส้นคงวา

3.2 นิยมคุณค่า เป็นการแสดงถึงความนิยมในคุณค่า ด้วยการแสดงความต้องการการยกย่องชมเชย ในสิ่งที่เขายอมรับคุณค่าแล้ว

3.3 ปกป้อง บุคคลจะแสดงออกอย่างชัดเจนว่าเขายึดถือคุณค่าของสิ่งใด มีแรงจูงใจที่จะแสดงออกถึงการสนับสนุน ช่วยเหลือ ทำด้วยความศรัทธา ด้วยความเชื่อมั่น ตลอดจนปฏิเสธที่จะกระทำในสิ่งที่ขัดแย้งกับความเชื่อของตน

4. ขั้นจัดระบบ (Organization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นขั้นที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของค่านิยมกับบุคคล โดยการจัดลำดับความสำคัญของค่านิยม จะมีการพัฒนาระบบไปทีละน้อย โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นการสร้างควมเข้าใจในคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ด้วยการเข้าร่วมกลุ่มอภิปรายเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นความพยายามที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ของค่านิยมที่เขายึดถืออยู่ จนอาจกลายเป็นค่านิยมใหม่ขึ้น

5. ขั้นสร้างคุณลักษณะจากค่านิยม (Characterization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นการพัฒนาถึงขั้นของการประพฤติปฏิบัติของบุคคลตามระบบค่านิยมที่เขายึดถือ มีการแสดงออกในรูปแบบที่คงเส้นคงวา และเป็นอัตโนมัติ โดยมีได้มีอารมณ์มาเกี่ยวข้อง (ยกเว้นในสภาพการณ์ที่มีความตึงเครียดอยู่ด้วย)

จากรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ข้างต้นจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมด้านจิตพิสัยเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความตระหนัก ซึ่งสิ่งที่แสดงถึงความตระหนักจำแนกตามลำดับพัฒนาการ จะเริ่มจากขั้นของการรับรู้ ไปสู่ขั้นการตอบสนอง

การเกิดค่านิยม การจัดคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัยตามแบบค่านิยมที่ยึดถือตามลำดับ ลักษณะนิสัยจะเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นที่จะต้องสร้างความเข้าใจในคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลนั้นก่อน เมื่อบุคคลนั้นมีพฤติกรรม ขั้นพื้นฐานแล้วจึงจะพัฒนาไปสู่พฤติกรรมที่สูงขึ้นต่อไปได้

การสร้างความตระหนัก

มนัส สุวรรณ (2532, หน้า 1-11) ได้กล่าวถึง การสร้างความตระหนักในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า การสร้างความตระหนักต้องอาศัย องค์ประกอบที่สำคัญ คือ (1) ผู้ให้ (2) สิ่งที่จะให้ (3) วิธีที่จะให้ (สื่อ) (4) ผู้รับ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. ผู้ให้หรือผู้ที่จะสร้างความตระหนัก ควรมีคุณลักษณะที่สำคัญและจำเป็น คือ
 - 1.1 เป็นผู้ที่มีปัญญา หมายถึง เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ มีความคิดในเรื่องที่ตนจะสร้างความตระหนักให้แก่ผู้อื่น
 - 1.2 เป็นผู้มีสติ หมายถึง เป็นผู้ที่มีความรู้สึกผิดชอบ ระลึกในหน้าที่พลเมืองดี ที่พึงมีต่อสังคมและประเทศ
 - 1.3 เป็นผู้มีความสามารถ (ที่จะให้) หมายถึง การเป็นผู้ที่มีความรู้และความสามารถจะถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นได้ ในขณะเดียวกันก็สามารถรับฟังความรู้และความคิดจากผู้อื่นได้
 - 1.4 เป็นผู้มีโอกาส หมายถึง ผู้ที่จะสร้างความตระหนักเรื่องใดก็ตามผู้นั้นต้องมีโอกาสที่จะสร้างด้วย
 - 1.5 เป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบ (จริงจัง/ตั้งใจ) หมายถึง เป็นผู้ที่มีความตั้งใจและจริงจังกับงานในหน้าที่โดยมุ่งหวังจะให้งานสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
2. สิ่งที่จะให้ ได้แก่ ความรู้ ความเข้มข้นของเนื้อหาสาระประกอบด้วยเรื่องต่าง ๆ ดังนี้
 - 2.1 แนวคิดและหลักการเบื้องต้นที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - 2.2 ธรรมชาติและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์
 - 2.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับมนุษย์ ความเสียหายที่เกิดขึ้นแก่สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ และผลกระทบต่อนมนุษย์ อันเนื่องมาจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.4 สาเหตุและความรุนแรงของปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.5 แนวทางในการป้องกัน/แก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมาตรการในการอนุรักษ์และการพัฒนา

ข้อควรพิจารณาที่อาจช่วยให้การสร้างความตระหนักเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ

1. สิ่งที่จะให้ควรเป็นสิ่งที่ยังไม่รู้ หรือรู้แต่ยังไม่กระจ่างชัด
2. สิ่งที่จะให้ต้องเป็นสิ่งที่ดี มีความถูกต้องและที่สำคัญ คือ ต้องมีประโยชน์ต่อส่วนรวม
3. สิ่งที่จะให้ต้องง่าย ไม่ซับซ้อนและไม่ยากแก่การเข้าใจ
4. สิ่งที่จะให้ควรมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
5. สิ่งที่จะให้ควรมีความสอดคล้องกับสภาพการณ์ของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

สิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

3. วิธีที่จะให้ (สื่อ) สื่อเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมโยงระหว่างผู้ให้กับผู้รับ ซึ่งทำให้การถ่ายทอดความรู้หรือการติดต่อระหว่างสองฝ่ายเป็นไปอย่างสะดวกและมั่นคงมีหลายวิธี ดังนี้

3.1 การสร้างประสบการณ์ตรงให้ผู้รับได้มีโอกาสสัมผัสกับของจริง ความรู้ชัดหรือความซาบซึ้งในสิ่งนั้นๆ ย่อมเกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว

3.2 การสร้างสถานการณ์จำลอง ในหลาย ๆ กรณีจะทำให้ผู้รับได้มีโอกาสได้สัมผัสของจริงในคราวเดียวกันทำได้ยากเพราะมีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจและทางกายภาพ ตัวอย่างการสร้างสถานการณ์จำลอง เช่น การพังทลายของดิน

3.3 การใช้สื่อการสอน เช่น ภาพยนตร์ วีดิโอเทป และภาพสไลด์ เป็นต้น

ข้อควรพิจารณาสำหรับวิธีที่จะช่วยทำให้เกิดความตระหนักมีดังนี้

1. พยายามใช้สื่อที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพที่สุด
2. สื่อบุคคลควรสอดแทรกในทุกโอกาส สื่อประเภทนี้อาจทำในลักษณะของการบรรยาย การอภิปราย การเสวนา และการประชุมชี้แจง
3. การเล่นเกมพื้นบ้าน หรือรายการทางสื่อมวลชนที่เยาวชนสนใจควรได้รับการส่งเสริมให้นำมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด
4. ควรเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วม

4. ผู้รับ ขึ้นอยู่กับความพร้อมสองลักษณะ คือ (1) ความพร้อมภายใน (2) ความพร้อมภายนอก มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความพร้อมภายใน ประกอบด้วย

- ความรู้ของผู้รับ หมายถึง ระดับความรู้ในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่
- ความสามารถที่จะรับ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งแต่ละคนมีไม่เหมือนกันและไม่เท่ากัน บางคนสามารถรับรู้และเข้าใจได้เร็ว แต่บางคนมีปัญหาทั้งด้านสติปัญญาและการใช้ภาษา
- ความพร้อมทางด้านร่างกาย หมายถึง อวัยวะทุกส่วนของร่างกาย รวมทั้งประสาทสัมผัสเป็นปกติ
- มีทัศนคติที่ดีที่จะรับ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้รับที่จะรับความรู้จากผู้ให้โดยผู้รับอาจมีความคิดเห็นที่ดีต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากผู้ให้

4.2 ความพร้อมภายนอก ประกอบด้วย

- ความพร้อมทางเศรษฐกิจ หมายถึง ความสามารถในการรับภาระค่าใช้จ่ายโดยไม่มีผลกระทบต่อการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าอุปกรณ์ และค่าเดินทาง เป็นต้น
- ความพร้อมทางสังคม หมายถึง มีสภาพของครอบครัว ภาระหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบภายในครอบครัว เวลา และโอกาสที่อำนวยให้

จากองค์ประกอบการสร้างความตระหนัก ข้อความพิจารณาถึงวิธีสร้างความตระหนักอย่างมีประสิทธิภาพและวิธีช่วยให้เกิดความตระหนักสรุปได้ว่า การสร้างความตระหนักประกอบด้วยผู้ให้ สิ่งที่จะให้ วิธีที่จะให้(สื่อ) ผู้รับ ทั้งนี้สิ่งที่จะทำให้การสร้าง ความตระหนักเกิดประสิทธิผลได้นั้นสิ่งที่จะต้องเป็นสิ่งที่ดี ง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่ยากแก่การเข้าใจ และควรเป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับสภาพการณ์ของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น สำหรับวิธีที่จะให้เกิดความตระหนักนั้นพยายามใช้สื่อที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น และควรเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วม ตลอดจนการสร้างประสบการณ์ตรงให้ผู้รับได้มีโอกาสสัมผัสกับของจริงให้มากที่สุด

จากรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างความตระหนักในทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ดังกล่าวแสดงได้ดังแผนภูมิ

ภาพ 1 แผนภูมิแสดงการสร้างความตระหนัก



	เนื้อหา	วิธีการ	ความพร้อมภายใน
- มีปัญหา - มีสติ - มีความสามารถ - มีโอกาส - มีความรับผิดชอบ (จริงใจ/ตั้งใจ)	- ความคิดและหลักการเบื้องต้น - ธรรมชาติและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อม - สาเหตุและความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม - การป้องกัน/แก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม	- การสร้างประสบการณ์ตรง - การสร้างสถานการณ์จำลอง - การใช้สื่อหรือเทคโนโลยีอย่างอื่นและสไลด์	- ความรู้ - ความสามารถ - ร่างกาย - ทักษะ
	ข้อควรพิจารณา การเลือกเนื้อหา - เป็นสิ่งที่ยังไม่รู้หรือรู้แต่ไม่กระจ่างชัด - คิ/มีประโยชน์ - ง่าย/ไม่ยากที่จะให้และเข้าใจ - เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน - สอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่น	ข้อควรพิจารณา การเลือกวิธีการ - พยายามใช้สื่อที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น - สอดคล้องกับบุคคล - ใช้การเล่นพื้นบ้านหรือสื่อที่เยาวชนสนใจ - เน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วม - ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ตามความเหมาะสม	ความพร้อมภายนอก - เศรษฐกิจ - สังคม

บทปฏิบัติการ

ความหมายของบทปฏิบัติการ

ในการกล่าวถึงบทปฏิบัติการจะมีการใช้คำที่หลากหลายแตกต่างกันไปตามนักการศึกษาแต่ละท่าน เช่น การสอนแบบปฏิบัติการ การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง การสอนปฏิบัติการแบบสืบเสาะ แต่ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า บทปฏิบัติการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ปฏิบัติการ ตามความหมายในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531, หน้า 494) หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี

น้อมฤดี จงพยุหะ (2523, หน้า 45-56) ให้ความหมายของวิธีปฏิบัติการ สรุปได้ว่า หมายถึง การสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ความหมายของการสอนบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนบทปฏิบัติการ สรุปได้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2523, หน้า 81) กล่าวว่า “ การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้กระทำด้วยตนเอง เพื่อค้นหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการนั้น อาจจะปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ ”

เบญจมา โสทรโยม (2523, หน้า 59) กล่าวว่า “ การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทดลอง ค้นคว้าหาเหตุผลด้วยตนเอง ”

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524ก, หน้า 140) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการว่า หมายถึง “ กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกต และการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ”

สุวิมล เขียวแก้ว (2527, หน้า 83) กล่าวว่า “ วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองเป็นวิธีสอนที่ใช้กันมาก และเหมาะสมกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีเสรีภาพทางความคิด ได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมให้บรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ”

บุญชม ศรีสะอาด (2528, หน้า 278) ได้ให้ความหมายการสอนวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า “ เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติ และฝึกการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เป็นทฤษฎี โดยผ่านการสังเกต การทดลองภายใต้สภาพที่ควบคุมไว้ ”

Cooney (อ้างใน สุนทรี คิชฐลักษณ์, 2529, หน้า 8) กล่าวว่า “ การสอนแบบปฏิบัติการ เป็นการสอนที่จัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นรายบุคคล โดยมี ใบคำสั่ง ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนปฏิบัติตาม หลังจากนั้นให้นักเรียน ตอบคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้และ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ บทเรียนกิจกรรม (Activity Card) และบทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson) ”

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 157-159) ได้ให้ความหมายการสอนแบบค้นพบว่า “ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตัวของ นักเรียนเอง โดยได้รับคำแนะนำจากครูบ้างหรือไม่ได้รับเลย ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาของ ตนเอง โดยอาศัยข้อเท็จจริง ซึ่งกระบวนการค้นพบส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการใช้คำถามของครู ”

Kuslan and Stone (1969, pp. 138-140) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะว่า “ เป็นการสอนที่ครูให้นักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำกัดว่าต้องทำในห้องปฏิบัติการทุกครั้งไป ”

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า

การสอนแบบการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำปรึกษาและเป็นการสอนที่เน้น ให้นักเรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้อง ทำในห้องปฏิบัติการหรือห้องเรียนเท่านั้น

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จัดเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา แสวงหาและค้นพบ ความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

วัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้เสนอไว้หลายแนวด้วยกัน ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524ข, หน้า 86) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการ ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ ดังนี้

1. เรียนรู้ด้านวิธีการ (Learning a Technique) ดังนั้นในการสอนครูอาจจะสาธิตวิธีการ เฉพาะอย่างให้นักเรียนสังเกต แต่ต้องให้นักเรียนมีโอกาสดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย

2. ฝึกทักษะ (Practicing Skill) การปฏิบัติการชนิดนี้จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับให้นักเรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่วเพื่อนำไปใช้

3. อธิบายหลักการ (Lustrating a Principle) การทำปฏิบัติการในแนวนี้นี้เป็นการขยายความสิ่งที่ได้ขึ้นด้วยการให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับประสบการณ์จริง

4. รวมข้อมูลและแปลความ (Gathering Data and Gaining Experience in Its Interpretation) ให้นักเรียนมีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แล้วสรุปผลหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

5. ปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Performing Creative Work) เปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองเทคนิคต่าง ๆ จากการเรียน

Okebukola และ Ogunniyi (1984, p. 875) ได้เสนอวัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เสริมสร้างให้เกิดเจตคติ ความพอใจ การมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิทยาศาสตร์

2. พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ส่งเสริมการคิดอย่างวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาย่างวิทยาศาสตร์

4. พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้สติปัญญา

5. พัฒนาความสามารถในการปฏิบัติงาน เช่น การออกแบบการทดลอง การทำการทดลอง การสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และการประเมินผล

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก็เพื่อต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้านวิธีการ ฝึกทักษะ ฝึกใช้เครื่องมือ ตลอดจนอธิบายหลักการและสามารถปลูกฝัง เสริมสร้างเจตคติที่ดี ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ เกิดการพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา การใช้สติปัญญา การทำการทดลอง เป็นต้น

รูปแบบการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ในการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น สามารถจัดทำได้ 2 รูปแบบ Spears และ Zollman (1977, pp. 34-35) สรุปได้ คือ

1. ปฏิบัติการแบบกำหนดแนวทาง (Structured Laboratory) เป็นปฏิบัติการที่ได้กำหนดขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำปฏิบัติการให้กับนักเรียน นักเรียนทุกคนจะทำปฏิบัติการตามขั้นตอนที่เหมือนกัน และสรุปคำตอบของปัญหาจากข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน การทำปฏิบัติการในลักษณะนี้

ได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิดของกานเย ซึ่งกล่าวว่า “การกำหนดรูปแบบหรือแนวทางบางส่วนในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ เพื่อให้นักเรียนจะได้ค้นพบคำตอบที่เหมาะสม”

2. ปฏิบัติการแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) เป็นปฏิบัติการที่ไม่ได้กำหนดขั้นตอนให้กับนักเรียน นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง ซึ่งแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มอาจมีแนวทางที่แตกต่างกันไป และสรุปคำตอบของปัญหาจากข้อมูลที่แตกต่างกัน การทำปฏิบัติการในลักษณะนี้ได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิดของบรูเนอร์ ที่เสนอว่า “นักเรียนจะต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการสืบเสาะด้วยตนเอง เพื่อจะได้เข้าใจธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ครูจะชี้แนะหรือให้แนวทางเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่นำเสนอให้กับนักเรียน”

สำหรับขั้นตอนการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบนั้น สุวิมล เขียวแก้ว (2527, หน้า 85-86) เสนอไว้สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทาง มีรูปแบบดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้ ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนอาจคาดหมายผลการศึกษาได้ล่วงหน้า
2. ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล หรือใช้วิธีการตามที่ได้ระบุไว้ในแบบเรียน
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
4. นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูล เขียนกราฟ ตามที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
5. นักเรียนตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
6. นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบ เพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือเนื้อหา

สิ่งที่ศึกษา

ขั้นตอนการทำปฏิบัติการแบบไม่กำหนดแนวทาง มีรูปแบบดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้หรืออาจจะให้นักเรียนเลือกปัญหาที่อยากจะศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการศึกษาได้ล่วงหน้า

2. นักเรียนช่วยกันนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

3. นักเรียนเสนอวิธีการทดลอง โดยอาจจะใช้ระยะเวลาหนึ่งในการค้นคว้าเพื่อวางแผนการทดลอง ซึ่งอาจจะกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ประมาณ 2-3 วิธี

4. นักเรียนทำการทดลองโดยสามารถปรับระยะเวลาได้

5. นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งผลการทดลองอาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ

6. การทดลองอาจก่อให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบต่อไปนอกชั้นเรียน

7. นักเรียนปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองกับเพื่อน ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของเขา

8. ครูอาจตั้งคำถามในตอนท้าย เพื่อให้ให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้ และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 แบบดังกล่าวมีความแตกต่างกัน โดยในการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทางนักเรียนจะได้รับคำแนะนำหรือบอกให้ทราบถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำกับข้อมูล ส่วนการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบไม่กำหนดแนวทางนักเรียนจะได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อย หรืออาจจะไม่ได้รับคำแนะนำเลย นักเรียนจะมีเสรีภาพที่จะศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ หรือปัญหาที่นักเรียนมีความสนใจตามแนวทางของตนเอง และในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทาง โดยในการปฏิบัติกิจกรรมครูผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดแนวทางการศึกษา เพื่อให้ นักเรียนได้ปฏิบัติตาม โดยได้เลือกศึกษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนสองแคววิทยาคม เพราะสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมที่มีในบทปฏิบัติการทั้ง 13 บทปฏิบัติการ

ประโยชน์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หรือการสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

วรภรณ์ ชัยโอภาส (2521, หน้า 51) กล่าวว่า “ ... การปฏิบัติการเป็นการช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้พบปัญหา ได้แก้ปัญหา ได้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และการสอนโดยวิธีนี้จะมีคุณค่ามาก ถ้านักเรียนจะได้เป็นผู้ออกแบบการทดลอง ประเมินผลการทดลองด้วยตนเอง...”

สุภาพ วาดเขียน (2523, หน้า 10) กล่าวไว้สรุปได้ว่า การสอนด้วยการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้เด็กได้มีโอกาสเรียนรู้ มิใช่เป็นความรู้ที่ได้จากการบอกเล่าของครูแต่ฝ่ายเดียว เป็นวิธีสอนที่ดีวิธีหนึ่งตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามหลักการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เด็กสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์ และข้อเท็จจริงที่อยู่รอบ ๆ ตัวได้อย่างลึกซึ้งและรวดเร็ว

น้อมฤดี จงพยุงะ (2523, หน้า 45-56) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. เรียกร้องความสนใจและความตั้งใจของนักเรียนได้ดี
2. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนอย่างแจ่มแจ้ง
3. นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ
4. นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง
5. นักเรียนสนุกสนานและพอใจในการเรียน
6. ส่งเสริมทักษะในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
7. ส่งเสริมการทำงานเป็นหมู่
8. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต
9. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนมีความคิด มีเหตุผล
10. ส่งเสริมให้เชื่ออย่างมีเหตุผล มีการพิสูจน์ทดลอง

สุเทพ อุดสาหะ (2526, หน้า 68) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบทดลอง สรุปได้

ดังนี้

1. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน
2. นักเรียนได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เป็นการฝึกการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. เป็นการเรียนรู้จากของจริง ทำให้จำได้นานกว่าการเรียนรู้จากสัญลักษณ์
6. เป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 69) กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบปฏิบัติการ สรุปได้

ดังนี้

1. ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนอาจปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ก็ได้
3. ผู้เรียนอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติ จากสื่อที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้
4. เป็นเทคนิคที่เป็นรากฐานของการแก้ปัญหา
5. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้การสรุปได้ถูกต้อง
6. เป็นวิธีการเรียนที่ผู้เรียนจะทำการสืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้
7. ผู้เรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมี

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฝึกการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสนุกสนานและสนใจในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

บทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา

ความหมายของบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา ไว้ดังนี้
 ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2539, หน้า4-5) ให้ความหมายสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นบทปฏิบัติการใช้ในการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมภาคสนาม (Field Study) โดยที่ครูจะเป็นผู้นำนักเรียนออกไปศึกษานอกห้องเรียน

วราพร ศรีสุพรรณ (2542, หน้า 187) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเอง และให้ความหมายของบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ว่า หมายถึง แผนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งมีข้อกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะต้องกำหนดแผนกิจกรรมไว้ล่วงหน้า

จากรายละเอียดดังกล่าวสรุปได้ว่าบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา คือ แผนการสอนที่เน้นการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและมีการนำนักเรียนออกไปศึกษานอกห้องเรียน โดยครูจะเป็นผู้กำหนดแผนกิจกรรมไว้ล่วงหน้า

หลักการพัฒนามบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา

ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2539, หน้า 30-32) ได้เสนอการสร้างบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา

1. จุดประสงค์

จุดประสงค์ หมายถึง จุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ ผู้เขียนบทปฏิบัติการควรจะต้องคำถามถามตัวเองก่อนว่า บทปฏิบัติการฉบับนี้จะนำไปใช้ศึกษาอะไร ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางด้านใด และผู้เขียนจะต้องกำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน เพราะว่าบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีจุดประสงค์ต่างกัน จะมีลักษณะที่แตกต่างกันด้วย

2. สถานที่ที่ใช้เป็นแหล่งศึกษา

เนื่องจากสถานที่แต่ละแห่งมีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น บริเวณโรงเรียน บริเวณอุทยานแห่งชาติ บริเวณชายหาดหินชายฝั่งทะเล บริเวณเหล่านี้มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นบทปฏิบัติการที่จะนำไปศึกษาแต่ละสถานที่ย่อมมีความแตกต่างกัน

3. ระดับของผู้เรียน

บทปฏิบัติการสำหรับนักเรียนแต่ละระดับควรจะแตกต่างกัน ทั้งทางด้านของความยากง่ายในเนื้อหา ภาษา และทักษะ ที่จะนำมาใช้ในการปฏิบัติการภาคสนาม ตลอดจนคำถามที่ใช้ ทั้งนี้เพราะนักเรียนระดับอนุบาล ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาจะมีความสามารถในการเรียนรู้ และการทำความเข้าใจได้ไม่เท่ากัน

ขั้นตอนการจัดทำบทปฏิบัติการ

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปซึ่งเป็นจุดประสงค์กว้าง ๆ ของบทปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 ศึกษาสำรวจสถานที่หรือแหล่งที่จะน่านักเรียนไปศึกษาภาคสนาม โดยให้ศึกษาสถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อมทั่วไป โดยสำรวจว่ามีสิ่งใดที่น่าสนใจ สมควรที่จะให้นักเรียนได้ศึกษา พร้อมทั้งกำหนดแหล่งศึกษา

ขั้นที่ 3 กำหนดจุดประสงค์เฉพาะ โดยให้กำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใน 3 ด้านด้วยกันคือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ จุดประสงค์เฉพาะจะกำหนดได้เมื่อทราบว่าจุดศึกษาแต่ละจุดมีอะไรที่น่าจะศึกษาได้บ้าง

ขั้นที่ 4 กำหนดกิจกรรมแต่ละบริเวณที่ศึกษา กิจกรรมควรจะสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นจัดลำดับกิจกรรมว่ากิจกรรมใดควรจะศึกษาก่อนหลังอย่างไร

ขั้นที่ 5 ลงมือร่างบทปฏิบัติการ

ขั้นที่ 6 นำบทปฏิบัติการฉบับร่างนี้ไปทำการทดลองใช้กับนักเรียน เพื่อหาความเป็นไปได้ และข้อบกพร่อง เพื่อนำมาปรับปรุง

ขั้นที่ 7 แก้ไขปรับปรุง เป็นฉบับที่สมบูรณ์ให้สามารถนำไปใช้ได้

ลัดดาวัลย์ กัมมสุวรรณ (2539, หน้า 35-36) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของบทปฏิบัติการ สรุปได้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการจะมีลักษณะที่ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง (Inquiry Approach) จะเน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทปฏิบัติการจะมีคำถามชี้แนะให้สังเกต ให้แปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนจะค้นพบแนวความคิดหลังจากการศึกษาสำรวจภาคสนาม และการอภิปรายหลังปฏิบัติการ

2. นักเรียนจะได้ฝึกชี้บ่งปัญหาและแก้ปัญหา โดยกิจกรรมบางตอนจะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม (Problem Approach) นักเรียนจะต้องคิดค้นและสำรวจหาสาเหตุของปัญหาเหล่านั้นเพื่อหาทางแก้ปัญหา

3. กิจกรรมในบทปฏิบัติการ เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการใช้ประสาทสัมผัส (Sensory Awareness) ซึ่งเป็นวิธีการที่จะนำไปสู่ความเข้าใจ และซาบซึ้งในธรรมชาติ ทั้งจะช่วยให้เกิดจิตสำนึกและค่านิยมในการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

4. ภาษาที่ใช้ในบทปฏิบัติการ พยายามใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และหลีกเลี่ยงคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เข้าใจยากเพื่อต้องการให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณทุกคนสามารถเรียนจากบทปฏิบัติการนี้ได้ มิใช่เฉพาะนักเรียนที่เรียนเก่งเท่านั้น

5. กิจกรรมที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ พยายามให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เช่น การ สังเกต การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การบันทึกข้อมูล การสื่อความหมาย และการจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลเหล่านี้ เป็นต้น

6. กิจกรรมหลังจากปฏิบัติการภาคสนาม นักเรียนจะได้รับการฝึกให้วางแผนในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ฝึกการแก้ปัญหา และฝึกการจัดการกับสิ่งแวดล้อม โดยการยกเหตุการณ์ที่กำลังเป็นปัญหาขึ้นมาให้คิด เช่น ปัจจุบันป่าชายเลนกำลังถูกทำลายและถูกเปลี่ยนไปเป็นนาุ้ง นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อเหตุการณ์นี้ และถ้าต้องการให้มีทั้งนาุ้งและป่าชายเลน นักเรียนคิดว่าควรจะมีวิธีการจัดการอย่างไร

7. อุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการปฏิบัติการภาคสนาม พยายามให้ใช้อุปกรณ์ที่หาง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการใช้

จากรายละเอียดดังกล่าวพอสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษามุ่งให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง (Inquiry Approach) และฝึกชี้บ่งปัญหาและแก้ปัญหา นอกจากนี้กิจกรรมในบทปฏิบัติการ ควรเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการใช้ประสาทสัมผัส (Sensory Awareness) ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจ และความซาบซึ้งในธรรมชาติ ช่วยให้เกิดจิตสำนึก และค่านิยมในการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ตลอดจนพยายามให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสความเป็นจริงของธรรมชาติหรือสภาพปัญหาด้วยตนเอง ควรเน้นกิจกรรมในสถานที่ที่ให้นักเรียนเข้าไปศึกษา และควรเป็นบทปฏิบัติการที่ต้องนำนักเรียนออกไปศึกษานอกห้องเรียน ในการเขียนบทปฏิบัติการ สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ จุดประสงค์ สถานที่ และระดับของนักเรียน ดังนั้นลักษณะของบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงเป็นรูปแบบของแผนกิจกรรมที่ประกอบด้วย ชี้อบทปฏิบัติการ

แนวคิด จุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ เวลาที่ใช้ดำเนินการทำบทปฏิบัติการ สื่อการเรียนการสอน วิธีดำเนินการทำบทปฏิบัติการ การประเมินผล แหล่งศึกษา และภาคผนวก ซึ่งเป็นบทปฏิบัติการ ที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่จัดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มเป็นการศึกษาค้นคว้าให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพทั่วไปภายในโรงเรียนสองแคววิทยาคมเป็นแหล่งศึกษา สำหรับในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นแนวทางในการสร้างบทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งบทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสองแคววิทยาคม กิ่งอำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีทั้งหมด 13 บทปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

- | | |
|----------------|---|
| บทปฏิบัติการ 1 | การสังเกต
ส่งเสริมทักษะการสังเกตและความตระหนักในการอนุรักษ์พืชสมุนไพร |
| บทปฏิบัติการ 2 | การวัด
ส่งเสริมทักษะการวัดและความตระหนักในการอนุรักษ์ป่าไม้ |
| บทปฏิบัติการ 3 | การคำนวณ
ส่งเสริมทักษะการคำนวณและความตระหนักในการอนุรักษ์สัตว์ |
| บทปฏิบัติการ 4 | การจำแนกประเภท
ส่งเสริมทักษะการจำแนกประเภทและความตระหนักในการอนุรักษ์ดอกไม้ |
| บทปฏิบัติการ 5 | การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลา
ส่งเสริมทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลาและความตระหนักในการอนุรักษ์น้ำ |
| บทปฏิบัติการ 6 | การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
ส่งเสริมทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและความตระหนักในการอนุรักษ์ต้นไม้ |

- บทปฏิบัติการ 7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
ส่งเสริมทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและความตระหนัก
ในการอนุรักษ์ดินและการอนุรักษ์อากาศ
- บทปฏิบัติการ 8 การพยากรณ์
ส่งเสริมทักษะการพยากรณ์และความตระหนักในการอนุรักษ์ดิน
- บทปฏิบัติการ 9 การตั้งสมมติฐาน
ส่งเสริมทักษะการตั้งสมมติฐานและความตระหนัก
ในการอนุรักษ์น้ำ
- บทปฏิบัติการ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
ส่งเสริมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและความตระหนัก
ในการอนุรักษ์น้ำ
- บทปฏิบัติการ 11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
ส่งเสริมทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรและความตระหนัก
ในการอนุรักษ์อากาศ
- บทปฏิบัติการ 12 การทดลอง
ส่งเสริมทักษะการทดลองและความตระหนักในการอนุรักษ์ดิน
- บทปฏิบัติการ 13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
ส่งเสริมทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและ
ความตระหนักในการอนุรักษ์สัตว์

บทปฏิบัติการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักใน
การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทุกบทมีส่วนประกอบที่สำคัญ 9 ส่วน คือ

- 1.) ชื่อบทปฏิบัติการ
- 2.) แนวคิด
 - (2.1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - (2.2) ความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
- 3.) จุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ
 - (3.1) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - (3.2) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
- 4.) เวลาที่ใช้ดำเนินการทำบทปฏิบัติการ
- 5.) สื่อการเรียนการสอน

6.) วิธีดำเนินงานทบทปฏิบัติการ ตามขั้นตอนดังนี้

(6.1) ขั้นนำ

(6.2) ขั้นสอน

(6.3) ขั้นทำบทปฏิบัติการ

7.) การประเมินผล

8.) แหล่งศึกษา

9.) ภาคผนวก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมน เชื้อบางแก้ว (2532) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์ อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้วเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติและความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย พบว่า

1. ชุดกิจกรรมที่นำไปทดลองใช้ นักเรียนสามารถปฏิบัติและบรรลุวัตถุประสงค์ของ ทุกกิจกรรมได้ตามเกณฑ์การประเมินผลรายกิจกรรม และผ่านการประเมินผลสรุปรวมทุกกิจกรรม ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และวัสดุอุปกรณ์ที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม นักเรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมสำหรับในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

อรทัย วิเศษสกุล (2533) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของบทปฏิบัติการเสริมความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โรงเรียนโพนทองวิทยายน จังหวัดร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ทำบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ทำบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนกนารถ ศรีอาจ (2538) ได้ทำการศึกษาผลของการปรับแผนการเรียนการสอน วิชาชีววิทยา “ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสภาวะแวดล้อม ” ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสภาวะแวดล้อมของกลุ่มที่ใช้แผนการเรียนการสอนที่ปรับแล้วสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แผนการเรียนการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มที่ใช้แผนการเรียนการสอนที่ปรับแล้วสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แผนการเรียนการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วิบูลย์ สุรินทร์ธรรม (2538) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความตระหนักและพฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในอำเภอเมืองลำพูน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนมีความตระหนักเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระดับมาก ทั้ง 5 ด้าน คือ ดิน น้ำ อากาศ ป่าไม้ และเสียง

2. นักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในด้านดินอยู่ในระดับมาก ส่วนในด้านที่เกี่ยวกับน้ำ อากาศ ป่าไม้ และเสียงอยู่ในระดับน้อย

3. พฤติกรรมที่นักเรียนระบุว่าได้ปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คือ ไม่ทิ้งขยะประเภทพลาสติก น้ำมัน และกระป๋องในที่สาธารณะและบ้านเรือน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปลูกพืชบำรุงดิน ไม่ทิ้งขยะ สิ่งปฏิกูลและซากสัตว์ลงในแหล่งน้ำสาธารณะ ใช้น้ำอย่างประหยัด ปลูกต้นไม้ในที่สาธารณะและบริเวณบ้าน ไม่ตัดไม้ทำลายป่า ใช้ไฟฟ้าและแก๊สหุงต้มอย่างประหยัด และป้องกันแก้ไขมลพิษของสิ่งแวดล้อมด้วยการไม่เผาขยะให้อากาศเสีย ไม่ส่งเสียงดังในห้องเรียน และสถานที่ที่มีป้ายห้ามให้เสียง นอกจากนั้นนักเรียนได้เขียนเรียงความ คำขวัญ และจัดป้ายนิเทศเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนด้วย

Riley (1975) ได้ศึกษาการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษาคูปีปีที่ 1-4 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้จากการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎี ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 3

2. ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Strawitz และ Malone (1987) ได้ศึกษาความคงทนของความต้องการและความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม โดยเปรียบเทียบการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากครูโดยตรงกับเรียนด้วยตัวเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงจำนวน 32 คน จากห้องเรียนที่เรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยจอร์เจียเทค โดยได้รับการสอนจากผู้สอน 2 คน ผู้สอนคนหนึ่งสอนนักศึกษาห้องหนึ่งโดยการบรรยายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและไม่แนะนำการปฏิบัติทักษะแก่นักศึกษา ส่วนผู้สอนอีกคนหนึ่งสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกห้องหนึ่งโดยให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง โดยมีแบบฝึกปฏิบัติและทดสอบการปฏิบัติทักษะด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง ส่วนในด้านความคงทนของความตั้งใจนั้นวิธีสอนทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน