หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวจากเอกสารต่าง ๆ ดังเสนอเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมการสอนและการสังเกตพฤติกรรมการสอน
   - 1.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน
   - 1.2 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน
   - 1.3 จุดมุ่งหมายของการสังเกตพฤติกรรมการสอน
   - 1.4 ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอน
   - 1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   - 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   - 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   - 2.3 พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครู
     - 3.1.1 งานวิจัยภายในประเทศ
     - 3.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ
   - 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
     - 3.2.1 งานวิจัยภายในประเทศ
     - 3.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. พฤติกรรมการสอน

1.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน

แฟลนเดอร์ส (Flanders 1970:1) ได้กล่าวถึง ความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า "เป็นการกระทำของครูที่เกิดขึ้น ในระหว่างการปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน"

เสรี บุญกุย (2524:24) ได้สรุปความหมายของ พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "หมายถึง กิจกรรมหรือการแสดงออกของครูที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นการแสดงออกทางวาจาหรือไม่ได้แสดงออกทางวาจาในขณะทำการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เด็กได้รับความรู้ เจตคติและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์"

ธีระยุทธ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา(2525:125)ได้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า "เป็นการกระทำหรือกิจกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกมา เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ เจตคติและทักษะ ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ถ้าครูแสดงออกเรียกว่าพฤติกรรมของครู ถ้านักเรียนเป็นผู้แสดงออกเรียกว่า พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน"

1.2 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน

ลักษณะของพฤติกรรมการสอนที่ครูแสดงออกนั้น อาจแบ่งได้หลายประเภทดังนี้

เบลแลค (Bellack 1963 อ้างถึงใน สุจิตรา แสงหิรัญ 2531:11) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนระหว่างครูและนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมทางวาจา (Verbal behavior) หมายถึงพฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกเพื่อสื่อความหมายระหว่างกัน โดยการพูดหรืออ่านออกเสียง

2. พฤติกรรมที่ไม่ใช้วาจา (Nonverval behavior) หมายถึงพฤติกรรมที่ครูและนักเรียนไม่ได้แสดงออกทางวาจาแต่เป็นการแสดงออกทางท่าทาง

1.3 จุดมุ่งหมายของการสังเกตพฤติกรรมการสอน

การสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดซึ่งทำให้การสอนประสบความสำเร็จตามความมุ่งหมายของการศึกษา

แฟลนเดอร์ส (Flanders 1970:1)ได้สรุปถึง การสังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียนมาจากรากฐานของความคิดที่ว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้น สามารถรับรู้ได้ในรูปของเหตุการณ์ที่ปรากฏต่อเนื่องกัน และเป็นเหตุการณ์ในช่วงสั้น ๆ ซึ่งครูประจำการ นักเรียนฝึกหัดครูและผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนที่ได้รับการฝึกฝน จะสามารถจำแนกและวิเคราะห์พฤติกรรมของตนได้

แฟลนเดอร์ส (Flanders 1971:5-7) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมในห้องเรียน สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้ครูพัฒนาพฤติกรรมและสามารถควบคุมพฤติกรรมการสอน ของตนเองได้

2. เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน

3. เพื่อให้นักเรียนปรับตัวได้ดีขึ้น

แมคเนอร์กนี่ (McNergney 1981:73)ได้สรุปถึงการสังเกตพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนอย่างมีระบบว่า เป็นสิ่งที่จำเป็นมากเพราะพฤติกรรมการสอนของครูจะเป็นเครื่องชี้วัดถึงความสามารถของครูในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ การสังเกตพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนอย่างมีระบบยังจะช่วยทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนได้ทราบข้อมูล เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของตนเองทำให้ได้ปรับปรุงการเรียนการสอน

2. ครูสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับการสอนของตนเอง ไปเปรียบเทียบกับคนอื่นเพื่อที่จะสามารถตัดสินได้ว่า จะต้องปรับปรุงพัฒนาตนเองจุดไหนอย่างไร

3. เป็นประโยชน์ในการที่จะจัดอันดับพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ในห้องเรียน

1.4 ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอน

ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอนอย่างมีระบบนั้น ธีระชัย ปูรณโชติ (2515:56) ได้กล่าวไว้ว่า

1. สามารถนำไปใช้ในการนิเทศการศึกษาได้เพราะช่วยให้ผู้สอนได้ทราบพฤติกรรมของตนเองในห้องเรียนได้ชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถปรับปรุงตนเองได้ง่ายขึ้น

2. ถ้าหากแนะนำหรือฝึกครู หรือนิสิตฝึกสอนเกี่ยวกับวิธีการนี้แล้ว จะช่วยให้ครู หรือนิสิตฝึกสอนสามารถช่วยตนเองและเพื่อนร่วมอาชีพได้ ในการปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นของตน

3. สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน

ระบบที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการสอน

คาร์ทไรท์และคาร์ทไรท์ (Cartwright and Cartwright อ้างถึงใน ศิริพร ฉันทานนท์ 2532:143-145) ได้สรุปถึงระบบที่ใช้ในการสังเกตและบันทึกข้อมูล เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนนั้น โดยทั่วไปมี 2 ระบบ ดังต่อไปนี้

1. ระบบเครื่องหมาย (Sign System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ใช้ระบบนี้ประกอบด้วยรายการพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สังเกตก็ได้ ผู้สังเกตจะบันทึกข้อมูล โดยทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งลงในแบบสังเกตเพื่อแสดงว่ามีพฤติกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้น การบันทึกข้อมูลด้วยระบบนี้จะไม่คำนึงถึงความถี่ของการเกิดพฤติกรรมกล่าวคือจะสนใจว่ามีพฤติกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้างเท่านั้น แต่ไม่สนใจว่าเกิดขึ้นกี่ครั้งหรือเกิดขึ้นบ่อยเพียงใด ดังนั้นผู้สังเกตที่ใช้เครื่องมือระบบนี้จะมุ่งความสนใจไปที่พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้มากเพราะไม่ต้องกังวลกับการบันทึกจำนวนความถี่ด้วยตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ แบบสังเกต

พฤติกรรมของคอร์เนล

2. ระบบแยกประเภท (Category System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ใช้ระบบนี้จะจำแนกพฤติกรรมที่จะศึกษาออกเป็นประเภท ๆ แต่ละประเภท จะใช้หมายเลขหรือตัวอักษรเป็นระหัสแทนประเภทของพฤติกรรมนั้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการบันทึกข้อมูลการสังเกต และการบันทึกข้อมูลจะคำนึงถึงความถี่ของพฤติกรรมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นด้วยเช่น บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำทุก 3 วินาที ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ เครื่องมือวิเคราะพฤติกรรมทางวาจาของ แฟลนเดอร์ส

เครื่องมือสำหรับสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนนั้น มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเป็นจำนวนมากได้สร้างและพัฒนาให้มีคุณภาพและมีความเที่ยงตรงตามระเบียบวิธีการที่แตกต่างกันออกไปซึ่งผู้วิจัยได้เลือกนำมาเสนอเพียงบางส่วนดังต่อไปนี้

วิทฮอล (Withall 1967:47-64) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ พฤติกรรมทางวาจา (Verbal Interaction) ซึ่งแสดงบรรยากาศทางอารมณ์และสังคมของชั้นเรียน โดยจัดคำพูดของครู ออกเป็น 7 ประเภทดังนี้

1. ข้อความที่สนับสนุนการเรียนรู้ ให้กำลังใจเด็ก
2. ข้อความที่เป็นการยอมรับหรือแสดงว่าครูเข้าใจความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนแสดงความคิด
3. ข้อความที่แสดงออกในรูปคำถาม เพื่อให้เด็กเห็นปัญหาต่าง ๆ
4. ข้อความที่ครูแสดงออกในเชิงเป็นกลาง บางทีก็ย้ำในสิ่งที่นักเรียนได้พูดออกมาแต่ไม่แสดงออกมาว่าเห็นด้วยหรือไม่
5. ข้อความลักษณะคำสั่ง
6. ข้อความที่เป็นคำ ตำหนิ ติเตียน
7. ข้อความที่ครูแสดงออกเพื่อแสดงให้ทราบว่าการกระทำของครูถูกต้อง และอยู่ในฐานะเหนือกว่านักเรียน

อัตราส่วนระหว่างผลรวมของพฤติกรรมในข้อ 1, 2 และ 3 กับผลรวมของ

พฤติกรรมที่ 5,6 และ 7 จะเรียกว่า ค่าดัชนีบรรยากาศในชั้นเรียน (Climate Index) และอัตราส่วนนี้เป็นข้อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการเรียนการสอนแบบที่ครูใช้อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมกับนักเรียน

วิทฮอลได้ตั้งข้อสังเกตว่าถ้าคำพูดส่วนใหญ่อยู่ในประเภทพฤติกรรมข้อ 1,2 และ 3 สภาพอารมณ์และสังคมในชั้นเรียน จะจัดอยู่ในสภาพที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง และถ้าพฤติกรรมประเภทข้อ 5,6 และ 7 มาก สภาพอารมณ์และสังคมในชั้นเรียนก็จัดอยู่ในสภาพที่ครูเป็นศูนย์กลาง

วิทฮอล ได้สรุปว่า ในการเรียนการสอนทั่วไปนั้นคำพูดของครูจะมีเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

1. ครูมีเป้าหมายที่จะสนับสนุนคำพูดของครูเอง ดังนั้นครูจึงเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน หรือ

2. ครูมีเป้าหมายที่จะสนับสนุนคำพูดของนักเรียนดังนั้นนักเรียนจึงเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนหรือเนื้อหาวิชาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

ดังนั้นในการวิเคราะห์ลักษณะของคำพูดทั้งสองลักษณะนี้ จะทำให้ทราบได้ว่าพฤติกรรมทางวาจาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้น จะเป็นการสนับสนุนครู หรือสนับสนุนนักเรียน

ผลการวิจัยทำให้มีวิธีการบรรยายสภาพบรรยากาศทางอารมณ์ สังคมในชั้นเรียน (Climate Index) ที่แน่นอนมากขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษานี้ ทำให้เห็นปัญหาในเรื่องต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศทางอารมณ์-สังคม และคุณภาพของการสอน

2. การใช้ดัชนีบรรยากาศในชั้นเรียนสำหรับการวิเคราะห์การสอนด้วยตนเอง

3. การใช้ดัชนีบรรยากาศในชั้นเรียนในการแนะนำพฤติกรรมของคำพูดของครู

แฟลนเดอร์ส (Flanders 1970:34) ได้สร้างเครื่องมือสำหรับบันทึกพฤติกรรมของครูและนักเรียน เครื่องมือนี้มุ่งวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ทางวาจาระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญ โดยถือว่าเป็นการประเมินประสิทธิภาพทางการสอน จะกระทำได้โดยอาศัยวิธีการ

สังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาที่เกิดขึ้น ในขณะที่การเรียนการสอนยังดำเนินอยู่ ระบบสังเกตนี้เรียกว่า Flander's Interaction Analysis Categories หรือเขียนย่อ ๆ ว่า FIAC โดยแบ่งพฤติกรรมของครูและนักเรียนออกเป็น 10 พฤติกรรม มีพฤติกรรมของครู 2 ประเภทใหญ่ ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 พฤติกรรมย่อยและพฤติกรรมของนักเรียน มี 2 ประเภทและพฤติกรรมที่เป็นความเงียบหรือวุ่นวายสับสน ดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมของครู

1.1 พฤติกรรมทางอ้อม (Indirect Behaviors) ได้แก่

ก. ครูยอมรับความรู้สึกของนักเรียน

ข. ครูชมเชยหรือสนับสนุนให้กำลังใจ

ค. ครูยอมรับหรือนำความคิดเห็นของนักเรียนมาใช้

ง. ครูถามเพื่อให้นักเรียนตอบ

1.2 พฤติกรรมทางตรง (Direct Behaviors) หมายถึง พฤติกรรมที่ครูแสดงโดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมในแนวทางที่ครูประสงค์ ได้แก่

ก. ครูบรรยาย

ข. ครูแนะนำหรือให้แนวทางแก่นักเรียน

ค. ครูวิจารณ์หรือตำหนินักเรียน หรือแสดงวาจาที่แสดงว่าครูเป็นใหญ่ในการเรียนการสอน

2. พฤติกรรมของนักเรียน

ก. นักเรียนพูดเพื่อตอบคำถามของครู

ข. นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นพูด

3. พฤติกรรมที่เป็นการเงียบหรือสับสนวุ่นวาย

การสังเกตและการบันทึกข้อมูลใช้วิธีการบันทึกเป็นระหัสตัวเลขคือ ใช้ตัวเลขตั้งแต่ 1-10 แทนพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้ง 10 รายการที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและใช้เวลาเป็นตัวกำหนดคือบันทึกทุก ๆ 3 วินาที ในกรณีที่ช่วง 3 วินาที่มีพฤติกรรมหลายประเภทเกิดขึ้นก็

018695 I 15649118

ให้บันทึกหมายเลขระหัสของทุกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีพฤติกรรมใดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก็ให้บันทึกซ้ำอีก 3 วินาที ตัวอย่างเช่นใน 3 วินาทีแรกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นคือครูถามคำถามนักเรียนตอบ แล้วครูชมเชยนักเรียนจะบันทึกด้วยหมายเลข 4-8-2 ถ้าในช่วง 3 วินาทีถัดไปครูบรรยายก็ให้บันทึกหมายเลข 5 และในช่วง 3 วินาทีถัดไป ครูยังคงบรรยายก็บันทึกหมายเลข 5 อีกครั้งหนึ่งเป็นต้น

แมทธิวส์ (Matthews,sited in Shymansky,1979:254) ได้เสนอแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างมีระบบ ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบจำแนกประเภทของพฤติกรรม (Categories System) เครื่องมือของแมทธิวส์นี้ เหมาะสำหรับใช้บันทึกพฤติกรรมในห้องเรียนที่มีกิจกรรมเป็นแกน (Activity-centered) เช่น วิชาวิทยาศาสตร์

แบบวิเคราะห์พฤติกรรมของแมทธิวส์ใช้ได้ทั้ง พฤติกรรมทางวาจา (Verbal Behavior) กับพฤติกรรมที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจา (Non Verbal Behavior)

แบบบันทึกพฤติกรรมของแมทธิวส์ มีชื่อว่า ระบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (The Science Curriculum System) จำแนกพฤติกรรมต่าง ๆ ออกเป็น 2 ประเภท โดยทั้งมีพฤติกรรมของนักเรียนและพฤติกรรมของครู

แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

เกี่ยวกับบทเรียน (L)		ไม่เกี่ยวกับบทเรียน (N)
L_0	พฤติกรรมทั่ว ๆไป	N_0
L_1	นักเรียนสังเกตครูหรือนักเรียนทำการสาธิต	N_1
L_2	ปฏิบัติตามแนวทางหรือคำแนะนำของครูในการทำกิจกรรมนั้น ๆ	N_2
L_3	ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความคิดของนักเรียนเอง มิได้ปฏิบัติตามคำแนะนำของครู	N_3

L_4	ตอบคำถามของครูโดยการอธิบายหรือการแสดง	N_4
L_5	นักเรียนเป็นผู้แสดงความคิดริเริ่มกับครู	N_5
L_6	นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มพฤติกรรมต่าง ๆ กับนักเรียน	N_6
L_7	นักเรียนเป็นผู้ได้รับแนวความคิดจากเพื่อนนักเรียน (ไม่รวมถึงการได้รับแนวความคิดจากการสาธิตของเพื่อนนักเรียน)	N_7
L_8	จดบันทึกข้อมูลจากเพื่อนนักเรียนอื่น ๆ	N_8
L_9	เสนอแนะแนวทางความคิดต่อเพื่อนนักเรียน (มิได้ถูกบังคับหรือขอร้องจากครู)	N_9

แบบบันทึกพฤติกรรมสำหรับครู

Category	
1	มิได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
2	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่มิได้ตอบสนองพฤติกรรมของนักเรียน
3	ยอมรับพฤติกรรมของนักเรียนแต่มิได้ประเมินพฤติกรรมนั้น
4	ยกย่องพฤติกรรมของนักเรียน และการแสดงความคิดของนักเรียน
5	วิจารณ์หรือไม่ยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน
6	ตำหนิ ว่ากล่าวพฤติกรรมที่ไม่พึงปรารถนาของนักเรียน
7	ถามปัญหานักเรียน
8	บรรยายข้อมูลต่าง ๆ หรือให้ข้อมูลต่าง ๆ แก่นักเรียนแต่มิได้ร่วมกับการแนะแนวเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตามในกิจกรรมนั้น ๆ
9	แนะแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมนั้น ๆ
10	พฤติกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

ชีแมนสกีและเพ็นนิค (Shymansky and Penick 1979:195-198) ได้ทำการปรับปรุงแบบการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวเสียใหม่ โดยมีชื่อว่า Science Laboratory Interaction Categories(SLIC)จำแนกเป็นพฤติกรรมของครูกับของนักเรียนซึ่งสามารถใช้ได้กับพฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจา และพฤติกรรมที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจามีรายละเอียดดังนี้

แบบบันทึกพฤติกรรมของครู

สัญลักษณ์	ลักษณะของพฤติกรรม
X	การถามในแนวกว้าง คำถามที่นักเรียนต้องสังเคราะห์แนวคิดเพื่อตอบคำถามเพื่อการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอธิบาย การประเมินค่า
Q	การถามในแนวแคบ คำถามเกี่ยวกับความจริง นักเรียนตอบโดยไม่ต้องสังเคราะห์ความคิด เช่น คำถามว่าเกิดอะไรขึ้น
D	กระบวนการสาธิต ครูกระทำการใด ๆ ที่จะแสดงให้นักเรียนรู้ว่าจะทำอะไร รวมทั้งคำถามทางอ้อมที่ควบคุมพฤติกรรมทางอ้อมของนักเรียน
G	ให้คำแนะนำ แนะแนวทาง พฤติกรรมทางวาจาที่บอกนักเรียนว่าจะทำอะไร รวมทั้งคำถามทางอ้อมที่ควบคุมพฤติกรรมทางอ้อมของนักเรียน
S	แสดงออกหรือใช้ภาพประกอบ ครูกระทำหรือแสดงเพื่อวัตถุประสงค์จะสื่อสารรายละเอียดที่ต้องถ่ายทอดทางอ้อม (ไม่มีจุดมุ่งหมายที่จะบอกนักเรียนว่าควรจะทำอะไร หรืออย่างไรเกี่ยวกับกิจกรรม)
T	การถ่ายทอดง่าย ๆ ทางวาจา เพื่อให้ความรู้หรือรายละเอียดทางอ้อมโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย
P	การชมเชย การประเมินค่าการกระทำของนักเรียนในทางบวก
N	การตำหนิ การประเมินค่าการกระทำของนักเรียนในทางลบ
B	การสังเกต การรับข้อมูลจากนักเรียน รวมทั้งการกระทำโดยตรงหรือการอ้างอิงถึงสิ่งของและวัตถุต่าง ๆ

A	การยอมรับพฤติกรรมนักเรียน ไม่ได้ตัดสินด้วยท่าทางหรือคำพูดแต่รวมถึงการกระทำซ้ำของผู้เรียนที่ตอบสนองออกมา
L	การฟังนักเรียน การรับข้อมูลจากนักเรียน โดยการสนทนาโดยตรงกับครูผู้สอน
O	การสังเกตเพียงอย่างเดียว การเฝ้ามอง หรือการฟังผู้เรียนในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยครูมิได้เข้าไปเกี่ยวข้องโดยตรง
R	การอ่านหรือบทเรียนต่าง ๆ ที่เป็นการอ่านหรือเขียนของครูโดยเฉพาะหรือโดยที่นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย
M	การจัดหาอุปกรณ์ การได้มาซึ่งวัสดุ เพื่อมาใช้ในห้องทดลอง
Z	พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน พฤติกรรมของครูที่ไม่ทำให้เกิดความเข้าในในกิจกรรมหรือการสอน

แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

สัญลักษณ์	ลักษณะของพฤติกรรม
S	การแสดง การเตรียมอุปกรณ์เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะกระทำเพื่อแสดงให้ครูหรือนักเรียนได้รับทราบรวมทั้งการกระทำต่าง ๆ ให้เห็นชัดเจนเหมือนการสาธิต
E	จัดเตรียมเครื่องมือต่าง ๆ การสังเกตการทดลอง ทำการทดลองการจัดเตรียมเครื่องมือ การสังเกตการทดลองทุกขั้นตอน รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียน
T	การถ่ายทอดอย่างง่าย ๆ การก่อให้เกิดความคิดต่าง ๆ ความนึกคิดรวมทั้งการให้คำแนะนำถึงหน้าที่ต่าง ๆ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่จุดหมายปลายทาง รวมทั้งคำตอบเชิงวาทศิลป์ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ทดลองที่พร้อมมูล
Q	ถามปัญหา พยายามรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจากครูและนักเรียน

L การฟัง พฤติกรรมรายวิชา หรือการฟังคำตอบจากครูและนักเรียน

O การสังเกต นักเรียนสังเกตการกระทำของครู หรือนักเรียนทั้งหลาย รวมทั้งการฟังคำสนทนาในเนื้อหาวิชาที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง

R ศึกษาบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา ศึกษาโดยการอ่านจุดมุ่งหมายของบทเรียน รวมทั้งการอ่านบันทึกย่อของนักเรียนคนอื่น หรือตำราเรียนหรือคู่มือประจำห้อง

W บันทึกย่อหรือจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ การตอบปัญหาหรือการจดบันทึกจากบทเรียนโดยตรง

M การเตรียมอุปกรณ์เปลี่ยนตำแหน่งการทดลองไปยังตำแหน่งต่าง ๆ แยกจากวัตถุอื่น ๆ เพื่อความปลอดภัยหรือพยายามทำให้กิจกรรมทดลองต่าง ๆ ง่ายเข้า

Z พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน พฤติกรรมของครูที่ไม่ทำให้เกิดความเข้าใจในกิจกรรมหรือการสอน

ดิลก อุทะนุต (2523:14) ได้ปรับปรุงและดัดแปลงวิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์จาก แบบวิเคราะห์ของฮีแมนสกีและเพ็นนิคนี้ ใช้ในการศึกษากิริยาร่วมในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวิเคราะห์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ ดิลก อุทะนุต สร้างขึ้นใหม่นี้ ประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจาและที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจาทั้งของครูและของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มพฤติกรรมจะกำกับไว้ด้วยเลขระหัส 1 ถึง 20 เป็นพฤติกรรมของครู 13 ประเภท พฤติกรรมของนักเรียน 6 ประเภทพฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ซึ่งไม่อาจจำแนกประเภทของพฤติกรรมได้รวมทั้งความเงียบและความสับสนวุ่นวาย มีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมของครู

1. การถามในแนวแคบ หมายถึงคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ทันทีอาจมีคำว่าที่ไหน อะไร เมื่อไร

2. การถามในแนวกว้าง หมายถึงคำถามปลายเปิด (open ended)นักเรียนสามารถตอบด้วยความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ ได้แก่การถามเกี่ยวกับการพยากรณ์การตั้งสมมุติฐาน เป็นต้น

3. การให้แนวทาง หมายถึง การที่ครูเป็นผู้ออกคำสั่งหรือให้ถ้อยคำแนะแนวทางโดยมีความมุ่งหมาย ให้นักเรียนปฏิบัติตามรวมถึงการที่ครูเรียกชื่อนักเรียนด้วย

4. การยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน หมายถึงการโต้ตอบที่แสดงถึงหรือสนับสนุนพฤติกรรมของนักเรียน ความรู้สึกของนักเรียน ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน

5. การบรรยาย หมายถึง การบรรยายข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือวิธีการต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็นของครู

6. การอ่าน หมายถึง พฤติกรรมของครูโดยครูเป็นผู้อ่านโดยตรงจากตำราหรือจากข้อมูลต่าง ๆ

7. การชมเชย หมายถึงพฤติกรรมของครูที่เป็นการส่งเสริมกำลังใจนักเรียน เช่น กล่าวคำว่าเก่งมาก เก่ง เป็นต้น

8. การตำหนิ หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงว่าครูเป็นใหญ่ในการเรียนการสอนการดุว่านักเรียนการวิจารณ์คำพูด หรือการกระทำของนักเรียน

9. การเตรียมอุปกรณ์ในการสอน หมายถึงพฤติกรรมที่ครูจัดและเตรียมการทดลองอุปกรณ์การทดลองหรือการสอน

10.การสาธิตการทดลอง	หมายถึงการแสดงของครูเพื่อให้นักเรียนทราบว่าจะทำอะไรอย่างไร จะมีอะไรเกิดขึ้นและการทำการทดลองของครูเพื่อแสดงแก่นักเรียน
11.การใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน	หมายถึง การใช้อุปกรณ์อื่น นอกเหนือจากชอล์ค กระดานดำ และอุปกรณ์ในการทดลองอื่น ๆ เช่น รูปภาพ แผนภูมิ
12.การสังเกตการทดลอง	หมายถึง การที่ครูเข้าไปสังเกตการทดลอง ของนักเรียน รวมถึงการที่ครูเข้าไปช่วยจัดอุปกรณ์ในการทดลองให้กับนักเรียน
13.การเขียน	หมายถึงการที่ครูอธิบายโดยใช้กระดานดำ
พฤติกรรมของนักเรียน	
14.นักเรียนตอบคำถาม	หมายถึงการพูดของนักเรียนเพื่อตอบคำถามของครู
15.นักเรียนแสดงความคิดริเริ่ม	หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดริเริ่มโดยเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนหรือกิจกรรมที่ตนสนใจรวมถึงการใช้คำถามต่าง ๆ
16.นักเรียนอ่าน	หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนโดยการอ่านจากตำราที่เกี่ยวกับบทเรียนหรืออ่านข้อมูลจากการทดลอง
17.นักเรียนสาธิตการทดลอง	หมายถึงพฤติกรรมของนักเรียนที่ออกมาสาธิตการใช้เครื่องมือเกียวกับการทดลองต่าง ๆ
18.นักเรียนทดลอง	หมายถึงพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลองสังเกตการทดลอง
19.นักเรียนจดบันทึกข้อมูล	หมายถึงการที่นักเรียนเป็นผู้บันทึกข้อมูลจากครูเสนอให้จากการทดลองรวมถึงการคำนวณของนักเรียน

20. พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียน หมายถึงพฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียนซึ่งไม่อาจจะจำแนกพฤติกรรมในขณะนั้นเข้าอยู่ในประเภทใดได้ รวมถึงความเงียบและความสับสนวุ่นวาย

2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

คัสแลนและสโตน (Kusland and Stone 1968:229) กล่าวไว้สรุปได้ความว่า " ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หมายถึง การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกต การวัด การทดลองและการออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์และการพิจารณาเหตุผล "

ประณีต วิบูลย์ประพันธ์ (2521:46) ได้ให้ความหมายของ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า "เป็นพฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติกัน ซึ่งได้จากประสบการณ์ทางธรรมชาติที่มีมาเป็นศตวรรษ การฝึกทักษะทางความรู้และความคิดอย่างมีระบบ ทักษะดังกล่าวนี้ซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นหาและการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้"

ปรีชา วงศ์ชุติริ (2527:127) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2531:v) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intelectual skill) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ"

จากความหมายและความคิดเห็นเบื้องต้นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้พอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ใช้ช่วยในการแสวงหาความรู้ หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ฟังค์ โอเคย์ เจอัสและสพราคว์ (Funk , Okay , Jaus and Spraque อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า 2531 ก:7-9) ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ทักษะ คือ

1. การกำหนดตัวแปร (Indentifying Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (Independent or Manipulated Variables)และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent or Responding Variables) หรืออะไรที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางข้อมูล(Constructing a Table of Data)หมายถึงความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลองหรือจากข้อความได้

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) หมายถึงความสามารถที่จะเขียนกราฟจากคำอธิบายหรือจากการทดลอง นิยมให้แกน X เป็นค่าของตัวแปรอิสระ แกน Y เป็นตัวแปรตาม

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) คือความสามารถ ที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดได้ถูกต้อง

5. การรวบรวมและการจัดทำข้อมูล (Acquiring and Processing theData) คือความสามารถในการทำการรวบรวมข้อมูลและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการทดลอง(Analyzing the Investigations) คือความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง

การบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบได้เมื่อได้รับคำอธิบายที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น ตัวแปรที่อาจมีส่วนหรือมีผลกระทบกระเทือนต่อผลการทดลองเรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) การทดลองทุกครั้งต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้ามามีส่วนทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อการทดลอง

ตัวแปรภายนอกมี 2 ชนิดคือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ (Explicit) และตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ (Implicit)

หลักในการควบคุมตัวแปรภายนอกคือ ถ้าไม่อาจกำจัดออกจากการทดลองได้ก็ต้องทำให้มีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่าเทียมกัน

7. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) คือความสามารถในการคาดคะเนผลที่จะเกิดเมื่อกำหนดปัญหาก่อนการตั้งสมมุติฐานต้องพิจารณาก่อนว่าอะไรเป็นตัวแปรในการทดลองนั้น อะไรเป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ การตั้งสมมุติฐานแต่ละข้อต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมดแล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงตัวเดียว ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า การตั้งสมมุติฐานหมายถึงการคาดคะเนผลที่ปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ(Defining Variables Operrationally) คือความสามารถที่จะบอกได้ว่า ตัวแปรของการทดลองในการทดลองหนึ่งถูกวัดได้อย่างไร เมื่อให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้นและบอกวิธีวัดตัวแปร

9. การออกแบบการทดลอง (Desigining the Investigation) คือความสามารถที่จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดให้ การออกแบบการทดลองนั้นประกอบด้วย

1. การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ
3. การเลือกจำนวนและค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานการออกแบบการทดลอง และดำเนินการตามแผนการทดลอง เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมุติฐานจากปัญหาที่มีอยู่

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science อ้างถึงในสุวัฒก์ นิยมค้า 2531: 161-252) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตรออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills)

2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills)

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูลนั้น

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึงความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่วัดด้วย

3. ทักษะการใช้เลขจำนวน (Using Numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณและหารตัวเลข ที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งได้จาก การสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ๆ ทั้งนี้ ตัวเลขบวกลบคูณหารนั้นจะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณ จะช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึงความสามารถในการแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน หรือความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปส/สเปส และ สเปส/เวลา (Relationship beetween space/space and space / time) หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสวัตถุกับเวลา ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงที่อยู่วัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

7. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลหรือสื่อความหมายข้อมูล(Communicating)หมายถึงความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ ที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่นการจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นแล้วนำมาเสนอให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยการเสนอด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตารางแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น

8. ทักษะการทำนาย (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะคือ

9. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controling variable) หมายถึงปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งการศึกษาในปรากฏการณ์นั้น ๆ จำเป็น จะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่น ในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นจริงถูกต้องต่อไป สมมุติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้โดยตรงหรือเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมุติฐานกำหนดขึ้นโดยอาศัยการสังเกตประกอบกับความรู้ประสบการณ์เดิม กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Difining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่สังเกตไม่ได้เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติการทดลองต่อไป

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมุติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปของข้อมูล (Interpreting data and making conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา

2.3 พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (มปป.:1-16) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่แสดงว่า นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ

หลายอย่างรวมกันได้แก่ หู ตา ลิ้น จมูก และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง และข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบ

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุที่ได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติของวัตถุโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้

1.4 แยกแยะข้อมูลการสังเกตจากการลงความเห็นจากข้อมูลได้

2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการใช้เครื่องมือวัด รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

2.4 ทำการวัดความกว้างความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและสิ่งอื่นได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดและเลือกหน่วยที่แสดงปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้คำอุปสรรคแทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ

2.6 คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้นโดยตรง

2.7 อ่านค่าที่ได้จากการวัดถูกต้องรวดเร็วและค่าใกล้เคียงกับความจริง

2.8 บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม

2.9 บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือการเรียงวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

3.1 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเอง

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับที่วัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.4.1 ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.4.2 เมื่อเห็นเงา (2มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุต้นกำเนิดเงาได้

4.4.3 เมื่อเห็นวัตถุ(3 มิติ)สามารถบอกเงา(2มิติ)ที่เกิดขึ้นได้

4.4.4 บอกรูปรอยตัด (2มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้โดยใช้ตนเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นด้านซ้ายขวาของกันและกัน

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณ ของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุหรือการนำตัวเลขที่แสดงจำนวณที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หารหรือการหาค่าเฉลี่ยเป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

5.1 การนับได้แก่การนับสิ่งของได้อย่างถูกต้องใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ ตัดสินได้ว่าของแต่ละกลุ่มมีจำนวณเท่ากันหรือต่างกัน ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 หาผลลัพธ์ของการบวก การคูณ การหาร และการลบ หาปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง

5.3 การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณและแสดงวิธีคิดได้อย่างถูกต้อง

5.4 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.4.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.4.2 หาค่าเฉลี่ย

5.4.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.5 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผัน การสร้างสมการ มาสร้างเป็นสูตรได้

5.6 คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีคำอุปสรรคประกอบหน่วยได้อย่างถูกต้อง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

6.1 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจง่ายขึ้น โดยต้องรู้จักการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 ถ้าเสนอข้อมูลในรูปตาราง ปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตารางและค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตารางโดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้ เรียงจากค่าน้อยไปหาค่ามาก หรือจากค่ามากไปหาค่าน้อย

6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้สามารถวิจารณ์เชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลนี้อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจมีการลงความเห็นหรือมีคำอธิบายได้หลายอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์และความรู้เดิมแตกต่างกันแต่อย่างไรก็ตาม การลงความเห็นต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือข้อมูลที่สังเกตได้ การลงความเห็นจากข้อมูลต่างจากการทำนายในแง่ที่ว่าการลงความเห็นข้อมูลไม่ได้บอกเหตุการณ์ในอนาคตแต่เป็นเพียงการหาคำอธิบายหรือความหมายของข้อมูลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษามาแล้วมาช่วยในการสรุปผลการพยากรณ์ จะถูกต้องแม่นยำ เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียดและระมัดระวังและการวัดที่ถูกต้องด้วยการพยากรณ์ที่จะส่งผลได้อย่างมั่นใจที่สุด คือการพยากรณ์ที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมดให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น

การพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟซึ่งทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตที่มีอยู่ (Interpolating)และ

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตที่มีอยู่ (Extrapolating) เช่น การทำนายผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น การทำนายผลที่เกิดจากข้อมูล ที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่นการทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน

การตั้งสมมุติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะมีการทดลองโดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านั้น ยังไม่ทราบหรือยังไม่ใช่หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมุติฐานหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สิ่งที่คำนึงถึงในการตั้งสมมุติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตามและในการตั้งสมมุติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรไหนเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรไหนเป็นตัวแปรตามและตัวแปรที่ควบคุม นอกจากนั้นการตั้งสมมุติฐานควรครอบคลุมถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมุติฐานได้

9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมุติฐานและไม่สนับสนุนสมมุติฐานออกจากกันได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายที่เกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปร ที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการคือ

1. ระบุสิ่งที่จะสังเกต

2. ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ

1. ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม

2. อธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย

3. อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถตรวจสอบหรือวัดได้

2. แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึงการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่งในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งเร้าที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variable) คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปรหมายถึงการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. ชี้บ่งตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะมีผลต่อพฤติกรรมหรือสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบได้

2. บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ควบคุมได้

3. สร้างวิธีการทดลองหาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัวได้

4. บ่งชี้ตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันทุก ๆ กรณี

5. บอกได้ว่าสภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ตัวแปรคงที่

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง หมายถึงกระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นคือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงและใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้องเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นมาจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้คล่องแคล่วและถูกต้องในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่าตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุม ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลองและให้แน่ใจว่าเป็นผลที่เกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลองซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ถูกควบคุม

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสมมุติฐานโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุม

2. ระบุวัสดุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องคล่องแคล่วและปลอดภัย

4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5. จัดกระทำข้อมูลที่สังเกตได้และเลือกวิธีที่เหมาะสม ในการนำเสนอข้อมูล

6. สามารถเขียนรายงานผลการทดลองรวมทั้งอภิปรายผลว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมุติฐานหรือไม่

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึงการสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลของวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง หรือกราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้ครบถ้วนและกระทัดรัดสะดวกต่อการนำไปใช้และการนำเอาข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องตีความหมายข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาพูดหรือภาษาเขียนที่สื่อความหมายกับคนทั่ว ๆ ไปโดยให้เข้าใจตรงกัน

การตีความหมายข้อมูลแบ่งเป็น

13.1 การตีความหมายของข้อมูลจากกราฟ มีรายละเอียดดังนี้

13.1.1 ควรให้รายละเอียดที่ชัดเจนและเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์

13.1.2 รายละเอียดของข้อมูลจากกราฟบางส่วนอาจแปลให้อยู่ในรูปของตารางเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

13.1.3 ผลที่ได้จากการตีความหมายข้อมูลนำไปสู่การลงความเห็นได้

13.2 การตีความหมายข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

13.3 การตีความหมายข้อมูลจากแผนภาพหรือรูปภาพ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้
3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ

3. <u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอนของครู

จากการศึกษารายงานวิจัยพบว่า ได้มีผู้ทำการวิจัยและศึกษาพฤติกรรมการสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศดังต่อไปนี้

3.1.1 งานวิจัยในประเทศ

ธิระชัย ปุรณโชติ (1972:633-A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมทางวาจาของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษากับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เครื่องมือเป็นแบบวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาของแฟลนเดอร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 8 คน และนักเรียนระดับประถมศึกษา 64 คน

ผลการวิจัยพบว่ามีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับ

ก. อัตราส่วนอิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลทางตรง

ข. ร้อยละของเวลาที่ใช้ในการยอมรับความรู้สึก

ค. ร้อยละของเวลาที่ครูใช้ในการชมเชยหรือให้กำลังใจแก่นักเรียน

ง. ร้อยละของเวลาที่ครูใช้ในการยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน

จ. ร้อยละของเวลาที่ครูใช้ในการถามคำถาม

ฉ. ร้อยละของเวลาในการพูดริเริ่มของนักเรียน

ชลอ วงศ์แสวง (2522:59-60)ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างประชากรประกอบด้วยครู 30 คนและนักเรียน 30 ห้องเรียน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 4 โรง แยกเป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนชายและโรงเรียนที่มีนักเรียนหญิงล้วนอย่างละ 2 โรงเรียน โดยใช้แบบวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาของ โอเบอร์ (Ober Interaction Analysis Techniques) และเพิ่มเติมพฤติกรรมทางวาจาอีก 5 ประเภท วิเคราะห์ข้อมูลโดยการ หาค่าร้อยละของพฤติกรรมทางวาจาแต่ละประเภทที่ปรากฏในการเรียนการสอน เปรียบเทียบอัตราส่วนพฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียนตลอดจนพฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านระดับชั้นและเพศของนักเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมทางวาจาที่ปรากฏเป็นพฤติกรรมของครูร้อยละ 78.34 พฤติกรรมของนักเรียน ร้อยละ 17.80 พฤติกรรมความเงียบและความสับสนวุ่นวาย ร้อยละ 3.85

2. พฤติกรรมทางวาจาที่ปรากฏในการเรินการสอนได้แก่การอธิบายครูใช้ร้อยละ 54.90 นักเรียนใช้ ร้อยละ 14.60 คำถามที่นำไปสู่การอธิบาย ครูใช้ร้อยละ 9.15 นักเรียนใช้ร้อยละ 1.34 คำถามที่นำไปสู่การขยายความครูใช้ร้อยละ 5.45 นักเรียนใช้ร้อยละ 0.15 คำถามที่นำไปสู่การสังเกตครูใช้ร้อยละ 4.22 นักเรียนใช้ร้อยละ 0.04

พฤติกรรมที่ไม่ปรากฏ คือ คำถามที่นำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

3. พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นเรียนและในด้านเพศของนักเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เบญจมาศ ธัญญางค์ (2524:50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยในกรุงเทพกับโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 149 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทัศนีย์ พฤกษชลธาร และแบบสำรวจพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการดัดแปลงมาจากแบบสำรวจพฤติกรรมการสอนชีววิทยาของ ลีโอนาร์ด เอช โคเชนเดอร์เฟอร์ (Leonard H.Kochendorfer) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันและค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง กับกลุ่มนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงจะรายงานพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ทองสุข รวยสูงเนิน (2527:63) ได้ศึกษา พฤติกรรมการสอนภาษาไทยของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุรินทร์ ประชากรเป็นครูภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผู้นำการใช้หลักสูตร ปีการศึกษา 2525 สังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดสุรินทร์

จำนวน 30 คน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำค่าความถี่ของคะแนนพฤติกรรมที่ปฏิบัติมาหาค่าร้อยละแล้วนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง และการหาค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. วิธีสอนที่ครูใช้มากที่สุดคือ บอก อธิบายหรือบรรยายเป็นรายละเอียดก่อนแล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ใช้สำนวนภาษาไทยเหมาะสมกับวัย ใช้คำถามแสดงความคิดเห็นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนปฏิบัติจริงทุกคน

2. ด้านการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูปฏิบัติมากที่สุดคือการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการนำสนทนา

3. การใช้สื่อการสอนที่ครูปฏิบัติมากที่สุดคือการใช้บัตรคำ โดยมีการเตรียมสื่อไว้พร้อมและสื่อมีขนาดเหมาะสม ชัดเจนถูกต้อง ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนครูที่มีประสบการณ์ในการสอนต่ำกว่า 10 ปี และครูที่มีประสบการณ์ในการสอนตั้งแต่ 10 ขึ้นไปพบว่าพฤติกรรมการสอนของครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 2 พฤติกรรม คือด้านการใช้เทคนิคการสอน ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองและด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

วราภรณ์ ศิลปพงษ์ (2530:47) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เขตการศึกษา 11 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 577 คนซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 ซึ่งเป็นแบบสอบมาตรฐานของสำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มีความเที่ยง 0.82 และแบบสอบพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและมีค่าความเที่ยง 0.65 และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และทดสอบค่านัยสำคัญด้วยค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

พฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2531:31)ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอน คุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียนกับผลสัมฤทธ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2529

ผลการวิจัยพบว่า

เมื่อใช้นักเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์ คุณภาพของกลวิธีสอนโดยเฉลี่ยและความคงที่ของเวลาที่ใช้ในการเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธาริณี เธียรวัฒนะ (2531:69-74) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศสตร์สูง จำนวน 263 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

พฤติกรรมการสอนของครูที่ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่รับรู้ว่า มีส่วนส่งเสริมการเรียนในระดับมากที่สุดคือ การให้เนื้อหาที่ชัดเจน การยกตัวอย่าง การเฉลยข้อสอบเพื่อให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองทุกครั้ง การให้การบ้าน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเสมอ ครูมีความรู้สึกที่ดีต่อนักเรียนเสมอ ครูเข้าใจความรู้สึกและปัญหาของนักเรียน การสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ครูมีอารมณ์มั่นคง แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล ใจกว้างและโอบอ้อมอารี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เฮดจ์ และ แมคดูกัล (Hedge and Macdougall 1964:59-64) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูในรัฐเวอร์จิเนีย จากโรงเรียน 25 แห่ง โดยอาศัยการสุ่มตัวอย่าง ได้ครูทั้งหมด 151 คน โดยใช้แบบสอบถาม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูส่วนมากเห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และเห็นว่าควรให้ความช่วยเหลือแก่การจัดกิจกรรมโดยการจัดหาวิธีการ เครื่องมือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ตำราและเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ห้องเรียน ตลอดจนหลักสูตรที่กำหนดไว้ ควรให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย

2. ครูส่วนมากเห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ควรเข้าร่วมการสัมนาทางวิชาการเพื่อให้การเรียนการสอนได้รับผลอย่างเต็มที่ ตลอดจนทำให้ครูได้รับความรู้ในด้านวิธีการสอนและการใช้อุปกรณ์การสอนได้ดีขึ้น

แม็คคอร์แม็ค (McCormack 1985:3650-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูในวิทยาลัยพลศึกษา ตัวอย่างประชากรคือครูผู้สอนพลศึกษาชาย 2 คน และหญิง 2 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสังเกตพฤติกรรมที่เชฟเฟอร์ดัดแปลงมาจากแบบสังเกตของแฟลนเดอร์ส เรียกว่า Cheffer's Adaptation of Flanders Interaction Analysis

ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการสอนที่พบมากได้แก่ปฏิสัมพันธ์ของครูในด้านการให้ข้อมูล และนักเรียนการตอบสนองครูโดยการเสนอความคิดเห็นและการคาดคะเนตามการให้ข้อมูลของครู

2. ครูไม่ได้นำการให้ข้อมูลย้อนกลับของนักเรียน มาปรับปรุงการสอน

3. ครูผู้ชายและครูผู้หญิงมีพฤติกรรมการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้

ก. ครูผู้ชายพูดมากกว่าครูผู้หญิง

ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนกับครูผู้หญิงมากกว่าครูผู้ชาย

ค. พฤติกรรมการสอนของครูผู้หญิงไม่เคร่งครัดเท่าพฤติกรรมการสอนของครูผู้ชาย

ง. ครูผู้หญิงมีความเครียดในการสอนน้อยกว่าครูผู้ชาย

ชาร์ลส (Charles 1987:891-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาสติปัญญา และกลวิธีการสอนที่สอนนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนที่เรียนชีววิทยาระดับ 9 ในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยเทมเปิล

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้ด้านปฏิบัติการ ระดับการพัฒนาทางสติปัญญาและกลวิธีการสอนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

2. กลวิธีการสอนที่แตกต่างกันทำให้การพัฒนาการทางสติปัญญาต่างกัน

3. กลวิธีการที่เลือกใช้การปฏิบัติการทดลองทำให้เพิ่มความรู้มีความเข้าใจดีขึ้น

เอ็นเซอร์ (Enzor 1991:4079-4080- A)ได้ศึกษากลวิธีการถามและความคิดเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์ในการสอน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ได้นำเอาสิ่งที่ได้เรียนมาบูรณาการจัดลำดับคำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าครูที่ไม่มีประสบการณ์

2. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์จะใช้ลำดับคำถามในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับครูที่ไม่มีประสบการณ์

3. ความคิดเชิงปฏิสัมพันธ์ของครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีประสบการณ์ จะเน้นไปที่จุดประสงค์ของการเรียนการสอนขาดวัสดุในการสอน และมีข้อจำกัดในด้านเวลามากกว่าครูที่มีประสบการณ์

จากการค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอน ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมการสอนของครูจะพบทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางวาจา และไม่ใช่พฤติกรรมทางวาจา วิธีดำเนินการวิจัยมีทั้งแบบสังเกตพฤติกรรมการสอน แบบสอบถาม แบบทดสอบพฤติกรรมที่ทำการศึกษามีหลายลักษณะ เช่นการสังเกตภาพรวมของพฤติกรรมการสอนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์ทางวาจาของครูวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3.2.1.งานวิจัยภายในประเทศ

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2522:73-75)ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนในกรุงเทพมหานครจำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมาหาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและ ทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 0.01

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

กมล หลีกภัย (2524:78-79) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผลการวิจัยพบว่า

ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละคนสามารถพยากรณ์ได้ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก และคะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2524:66) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดกาฬสินธุ์

ผลการวิจัยพบว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนะศักดิ์ ตรีสุทธิวงษา (2528:ง) ได้ศึกษาสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากร เป็นหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ จำนวน 46 คน และครูวิทยาศาสตร์ 184 คนซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษาทั้งหมดของแต่ละจังหวัด ในเขตการศึกษา 10 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์อย่างมีแบบแผนและแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน พบว่าครูส่วนใหญ่ใช้วิธีสอนโดยการอภิปรายซักถามและให้นักเรียนทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนได้ทำการทดลองเกือบทุกการทดลองที่มีในแบบเรียนโดยใช้วิธีการทดลองตามที่กำหนดในแบบเรียน ครูส่วนใหญ่เห็นว่านักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การวัด การคำนวณ และการลงความเห็นจากข้อมูล มีครูจำนวนน้อยที่เห็นว่านักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการจัดจำแนก การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ในการอภิปรายผลการทดลองครูส่วนใหญ่จะเป็นผู้นำอภิปรายและนำให้นักเรียนสรุปผลการทดลอง กิจกรรมส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ครูส่วนใหญ่ให้นักเรียนทำ ได้แก่ การทำแบบฝึกหัด การค้นคว้าและการเขียนรายงาน

จิต นวนแก้ว (2532:45) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมที่นำไปทดลองใช้ นักเรียนสามารถปฏิบัติและบรรลุวัตถุประสงค์

ของทุกกิจกรรมได้ตามเกณฑ์การประเมินผลรายการกิจกรรม และผ่านการประเมินผลสรุปรวมทุกกิจกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เนื้อหาสาระกิจกรรมการเรียนและอุปกรณ์ที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม นักเรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์

สุชิน เล้าอรุณ (2532:51-52)ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และศึกษาความนิยมชมชอบของนักเรียน ที่มีต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมจำนวน 92 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนกลุ่มละ 46 คน

ผลการวิจัยพบว่า

กลุ่มทดลองที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.001 นั่นคือนักเรียนที่เข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความนิยมชมชอบต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ในระดับชอบอย่างมากร้อยละ 100

ณัฐจรี เลขะวัฒนพงษ์ (2533:ง) ได้ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ได้รับรางวัลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดีเด่น ตัวอย่างประชากรเป็นหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 203 คน และครูที่ปรึกษากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จำนวน 59 คน

ผลการวิจัยพบว่า

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูมีการทำแผนการสอน การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกลุ่มโรงเรียน ให้นักเรียนใช้หนังสือเรียนของสสวท. ดำเนินการสอนตามแนวทางที่กำหนดไว้ในคู่มือครูของ สสวท. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเกือบทุกการทดลอง ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการอภิปราย ใช้โสตทัศนูปกรณ์และนวัตกรรมต่าง ๆ ช่วยในการเรียนการสอน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ฝึกให้แก่นักเรียนในระดับมาก ได้แก่ ทักษะกาสังเกต ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ศุภชัย ทวี (2533:84) ได้ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 7 ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 168 คน . เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาแจกแจงความถี่ และคำนวณค่าร้อยละ

ผลการวิจับพบว่า

สภาพการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 7 มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญคือมีการจัดการเรียนการสอนทั้งแบบให้เรียนในโรงเรียนเต็มเวลาและแบบให้เรียนในโรงเรียน 3 วัน เรียนด้วยตนเอง 2 วัน ต่อสัปดาห์ โดยที่ครูวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสอนหลายวิธี มีการบรรยาย การอภิปราย การสาธิต ส่วนการให้การศึกษาด้วยตนเองนั้นให้ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองบางเรื่องการสอนเน้นการส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การสอนซ่อมเสริมครูสอนด้วยตนเอง ส่วนการประเมินผล ครูส่วนใหญ่วัดผลด้วยข้อสอบ ตรวจผลงานและสังเกตการปฏิบัติ

อรุณี ลึกนุช (2534:55) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยการสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียนห้องละ 40 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มแล้วแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บันทึกการสอนโดยการสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และบันทึกการสอนแบบปกติเรื่องระบบนิเวศน์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมของ อดิศร สุมโนจิตราภรณ์ (2529) และสมศักดิ์ ศรีประสิทธิ์(2532)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับกลุ่มการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยกลุ่มที่สอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการขั้นผสมของนักเรียนที่สอน โดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยกลุ่มที่สอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

3.2.2. งานวิจัยต่างประเทศ

ยูเร็ตต์ และ ซินเดอร์ (Euerett and Synder 1977:39-44) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียน ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ที่มีการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นหลัก กับหลักสูตรเก่าแบบที่ไม่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นหลัก โดยศึกษาจากครูครูวิทยาศาสตร์ที่สอน

หลักสูตรใหม่ จำนวน 23 คน นักเรียนหลักสูตรใหม่ จำนวน 178 และครูวิทยาศาสตร์ที่สอนหลักสูตรหลักสูตรเก่าจำนวน 25 คน นักเรียนหลักสูตรเก่าจำนวน 165 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. เวลาที่ครูใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าในหลักสูตรใหม่และหลักสูตรเก่าต่างกันในเรื่อง การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของครู การให้คำแนะนำของครู และการตอบคำถาม การใช้คำถามยั่วยุให้นักเรียนทำกิจกรรม

2. การใช้คำถามยั่วยุให้นักเรียนทำกิจกรรม พบว่าครูวิทยาศาสตร์ที่สอนหลักสูตรใหม่ใช้ร้อยละ 16.3 ของการสอนในชั้นเรียน ที่ช่วยนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการทดลอง แต่ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนหลักสูตรเก่า ใช้เวลาในเรื่องนี้เพียงร้อยละ 7.8 และกิจกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนตามหลักสูตรเก่าคือการบรรยาย

เฮาคูส์ และ เพ็นนิค (Haukoos and Penick 1983:630-635) ได้ทำการศึกษาเรื่องบรรยากาศในชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และด้านเนื้อหาวิชา ของนักศึกษาวิทยาลัยชุมชน ตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยชุมชน รัฐอิลลินอยส์ จำนวน 78 คนแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 มีนักเรียน 25 คน

กลุ่มที่ 2 มีนักเรียน 19 คน

กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เรียนวิชาชีววิทยาในบรรยากาศแบบค้นพบที่ครูกำหนดแนวทางให้ทุกขั้นตอน เป็นเวลา 10 สัปดาห์

กลุ่มที่ 3 มีนักเรียน 11 คน

กลุ่มที่ 4 มีนักเรียน 23 คน

กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 เรียนวิชาชีววิทยาในบรรยากาศแบบค้นพบที่ครูไม่กำหนดแนวทางเป็นเวลา 5 และ 10 สัปดาห์ โดยทดสอบหลังการเรียน ด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีอิสระในการคิดและการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองในบรรยากาศการเรียนแบบค้นพบที่ครูไม่กำหนดแนวทาง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักศึกษาที่เรียนในบรรยากาศแบบค้นพบ ที่ครูกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวคือนักศึกษากลุ่มที่มีอิสระในการคิดและการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองในบรรยากาศการเรียนแบบค้นพบ ที่ครูไม่กำหนดแนวทางจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนในบรรยากาศแบบค้นพบที่ครูกำหนดแนวทางให้

แพดดิลลา โอเคย์ และ การ์รารด์ (Padilla,Okay and Garrard 1984: 277-287) ได้ศึกษาผลของการสอนที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจำนวน 329 คน

กลุ่มที่ 1 มี 168 คน ซึ่ง 2 สัปดาห์แรกเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเวลา 2 สัปดาห์ โดยเน้นการออกแบบการทดลอง ต่อจากนั้นเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ผสมผสานกันกับเนื้อหาไปในหลักสูตร

กลุ่มที่ 2 มี 85 คนซึ่ง 2 สัปดาห์แรกเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ต่อจากนั้นเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อีกโดยเน้นการทดลอง แต่เรียนน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 โดยสอดแทรกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย

กลุ่มที่ 3 มี 76 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้เรียนเนื้อหาตามหลักสูตรใช้เวลาในการทดลอง 14 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนทุกกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มควบคุม

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในแต่ละระดับของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เฮลเซ็ธ (Helseth 1984:482-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ตัวอย่างประชากรคือนักศึกษาฝึกหัดครูที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นนามธรรมของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สตรอวิทซ์ และ มาโลน (strawitz and Malone 1987:56-60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับและความคงทนของความรู้ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมที่ได้รับ จากการเรียนรู้โดยครูสอนและการเรียนด้วยตนเอง โดยศึกษานักศึกษาวิทยลัยครูเพศหญิง จำนวน 32 คนอายุเฉลี่ย 22 ปี ที่ลงทะเบียนเรียนกับผู้วิจัย โดยสุ่มเข้ากลุ่ม 2 กลุ่ม ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยดังนี้

กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้วิธีการเดิม คือการบรรยาย อ่านหนังสือ กิจกรรมเสริมแต่ไม่มีการให้ลงมือปฏิบัติ

กลุ่มที่ 2 ให้เรียนด้วยตนเองและให้ลงมือปฏิบัติจากตำราเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ผลปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเดิมที่ไม่มีการลงมือปฏิบัติและพบว่ามีความคงทนของความรู้ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

สิงห์ยัม (Singham 1987:365-A) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในโครงการวิทยาศาสตร์พื้นฐานซึ่งจัดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และที่ปฏิบัติจริงในสิงคโปร์ การเก็บข้อมูลใช้วิธีการสังเกตในชั้นเรียนอย่างมีระบบร่วมกับการจดบันทึกของผู้สังเกตและสัมภาษณ์ครูผู้สอน ซึ่งส่วนหนึ่งประกอบด้วยการใช้วิดีทัศน์การทำงานของเด็กเกี่ยวกับทักษะ

กระบวนการวิทยาศาสตร์และมีการออกแบบสอบถามครูเพื่อยืนยันการจัดลำดับการสอนของครู

ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูรับรู้จุดมุ่งหมายของโครงการ ในฐานะที่โครงการเน้นการปฏิบัติจริง ให้เด็กมีโอกาสร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

2. มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วนเท่านั้นที่ได้รับการฝึก การค้นพบดังกล่าวบอกให้ทราบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กตามระดับอายุและระดับชั้นเรียน

3. ครูเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันตามที่กำหนดไว้ในโครงการ

4. เด็กชาวสิงค์โปร์มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อความคิดของตนเมื่อได้รับโอกาสแสดงออกทำให้มีแนวโน้มในการประเมินความสามารถของเด็กต่ำกว่าความเป็นจริง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวก กับตัวแปรต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นผลสัมฤทธิ์ในด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก พัฒนาการทางสติปัญญาและเกรดเฉลี่ย นอกจากนี้จะเห็นว่าการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้นก็มีหลายรูปแบบ เช่นการเข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การใช้ชุดฝึกกิจกรรมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น