บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำ และไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. โครงงานวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานวิทยาศาสตร์

รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยตามลำดับ ดังนี้

1. ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
2. จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
5. การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์
6. บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
7. คุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ (2526: 356) ได้กล่าวไว้ว่า "โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งของชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้ กิจกรรมนี้มุ่งให้นักเรียนฝึกหัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมความรู้และทักษะในการอ่านหนังสือ และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการหาความรู้โดยอิสระ"

นันทิยา บุญเคลือบ (2528: 46) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า

> โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งปัญหาที่จะศึกษานั้นต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงงาน มีกระบวนการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ทั้งนี้โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้น ๆ เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 13) ให้ความหมายว่า "โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์ และต้องสำเร็จรูปในตัว ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการสังเกตและบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกขั้นการวางรูปของโครงงานควรจะต้องดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม"

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ก: 2) ให้ความหมายว่า

> โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์ในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งที่นักเรียนสนใจ โดยมีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ ระยะเวลา และอุปกรณ์ที่มีอยู่ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 1) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมที่จัดว่าเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีว่าจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ

1. เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี

2. นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถ

3. เป็นกิจกรรมที่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย

4. นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนดำเนินการปฏิบัติทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล หรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ซีมัว เอช โฟว์เลอร์ (Fowler 1964: 91-93) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงงาน เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามแนวที่วางไว้ เพื่อให้โครงงานนี้สัมฤทธิ์ผล

กล่าวโดยสรุป โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักเกณฑ์และสำเร็จรูปในตัว โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดเขียนเป็นโครงงานและปฏิบัติตามแนวที่วางไว้ ซึ่งในการศึกษาจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ประกอบ

2. <u>จุดมุ่งหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์</u>

หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา (2526: 43) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ค้นคว้า และประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ก: 2) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่น

กล่าวโดยสรุป การทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนผู้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ อีกด้วย

3. <u>ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์</u>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 4) ได้แบ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. โครงงานประเภทการทดลอง
2. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. โครงงานประเภททฤษฎี

รายละเอียดโดยสรุปของโครงงานประเภทต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

<u>โครงงานประเภทการทดลอง</u>

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงงานที่มีการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่ง มีขั้นตอนของการดำเนินงานดังนี้ คือ มีการกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์ หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวม

ข้อมูล การแปลผล และการสรุปผล ในการออกแบบการทดลองนั้นผู้ทำโครงงานจะต้องกำหนดตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม และในบางครั้งอาจจำเป็นต้องทำการทดลองศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น (preliminary study) เสียก่อน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจในการกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้าจริงต่อไป ตัวอย่างของโครงงานประเภทนี้ได้แก่ ผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี การสกัดไฮโดรคาร์บอนจากพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ กันเป็นต้น

<u>โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล</u>

โครงงานประเภทนี้แตกต่างจากโครงงานประเภทการทดลองตรงที่ไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา แต่เป็นโครงงานที่มีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะ หรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวอย่างของโครงงานประเภทนี้ได้แก่ การสำรวจพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสัตว์ในธรรมชาติ การสำรวจคุณภาพของดิน หรือในบางครั้งผู้ทำโครงงานอาจใช้วิธีจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วศึกษาจากธรรมชาตินั้น ตัวอย่างเช่น การศึกษาวงจรชีวิตของไหมที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

<u>โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์</u>

โครงงานประเภทนี้แสดงออกมาในรูปของสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งอาจเป็นการประดิษฐ์ของใหม่ ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งนี้โดยอาศัยทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ โครงงานประเภทนี้รวมถึงการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ ด้วย ตัวอย่างของโครงงานประเภทนี้ได้แก่ โครงงานเรื่องกระสวยอัดอากาศ แบบจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน เป็นต้น

<u>โครงงานประเภททฤษฎี</u>

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงงานที่เสนอทฤษฎี หลักการ แนวความคิดใหม่ ๆ หรือจินตนาการของผู้ทำโครงงาน ซึ่งอาจจะไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน หรืออาจจะขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรือเป็นการขยายทฤษฎีแนวความคิดเดิมก็ได้ ผู้ทำโครงงานประเภทนี้จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี จึงจะเสนอโครงงานได้อย่างมีเหตุผลน่าเชื่อถือ โครงงาน

ประเภทนี้มักเป็นโครงงานทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ หรือโครงงานทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง เช่น โครงงานเรื่องการอธิบายอวกาศในแนวใหม่ โครงงานเรื่องทฤษฎีของจำนวนเฉพาะ เป็นต้น

นอกจากนี้ อี จี เชอร์เบิร์น (Sherburne 1975: 8-9) ได้แบ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานที่เสนอในรูปอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่แสดงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ทำโครงงานอาจได้แนวคิดมาจากหนังสือ หนังสือพิมพ์ นิทรรศการต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การแสดงวงจรชีวิตของแมลง หรือกายวิภาคของมนุษย์

2. โครงงานที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองแสดงการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องนั้น ๆ มีความเข้าใจในหลักการของวิทยาศาสตร์มากกว่าผู้ประกอบเครื่องมือจากชุดเครื่องมือสำเร็จรูปทั่ว ๆ ไป

3. โครงงานที่มีลักษณะเป็นรายงานที่ทำโดยตัวนักเรียนเอง ลักษณะของรายงานเป็นการจัดแบ่งประเภทและวิเคราะห์ข้อมูล ตัวอย่างเช่น รายงานเรื่องการสะสมผีเสื้อ โดยบอกรายละเอียดถึงที่อยู่อาศัยของผีเสื้อที่จับมาได้ หรือแผนภูมิที่บันทึกสถิติปริมาณน้ำฝนในท้องถิ่น ซึ่งวัดโดยผู้ทำโครงงานเองในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เป็นต้น

4. โครงงานที่แสดงการทดลองเพื่อแก้ปัญหาบางอย่าง เช่น การเปรียบเทียบอาหารสองชนิดที่มีผลต่อการวางไข่ของไก่ ซึ่งบางกรณีผู้ทำโครงงานจะต้องทดลองโดยควบคุมตัวแปร แต่บางกรณีก็ไม่จำเป็นต้องควบคุมตัวแปร

5. โครงงานที่แสดงการทดลองเช่นเดียวกับประเภทที่ 4 แต่โครงงานประเภทนี้ต้องมีการควบคุมตัวแปรที่สำคัญ ๆ เช่นเดียวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ทำกันอยู่ทั่วไป

สรุปแล้วประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ อี จี เชอร์เบิร์น แบ่งนั้นคล้ายคลึงกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบ่งไว้ กล่าวคือ เมื่อรวมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทที่ 4 และ 5 เข้าด้วยกัน ก็จะตรงกับโครงงานประเภทการทดลองที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งไว้

4. ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

อาร์ เอ็ม คาลาร์ (Kalar 1976: 72) กล่าวถึง ลำดับขั้นของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่ามี 5 ขั้นใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์
2. การเลือกโครงงาน
3. การวางแผน
4. การดำเนินโครงงาน
5. การประเมินผลโครงงาน

ชาร์แวน คูมาร์ กุพตา (Gupta 1981: 29) กล่าวถึง ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ว่ามี 6 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ เป็นการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด เกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา

2. การเลือกโครงงาน เมื่อนักเรียนมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ครูควรให้ความช่วยเหลือ และแนะแนวทางในการเลือกทำโครงงานโดยพิจารณาถึงระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนด้วย

3. การวางแผน เป็นการกำหนดแผนการดำเนินงาน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา และมีการเขียนเป็นเค้าโครงของโครงงาน

4. การลงมือทำโครงงาน นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้

5. การประเมินผล ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบดูว่า โครงงานนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่

6. การบันทึกผล เป็นการบันทึกข้อสรุปอย่างสั้น ๆ ของนักเรียนตั้งแต่เริ่มแรก จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทำโครงงาน รวมทั้งข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 9) ก็ได้กำหนดขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้น เช่นกัน ดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน
4. การลงมือทำโครงงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ที่สถาบันฯ แนะนำไว้มีดังต่อไปนี้

<u>การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน</u>

แบรี เอ แวนเดอมาน และ ฟิลิป ซี พาร์ฟิตต์ (Vandemann and Parfitt 1985: 14) กล่าวไว้ความว่า เรื่องที่ยากที่สุดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือการเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา ทั้งนี้เพราะหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นจะต้องเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียน และมีแนวทางพอที่จะหาคำตอบโดยทั่วไปแล้ว หัวเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์มักจะได้จากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ รอบตัวนักเรียน ดังนั้นนักเรียนควรได้รับการกระตุ้น เร้าความสนใจ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน ซึ่งจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถึงแหล่งที่ทำให้เกิดความสนใจ และได้แนวคิดในการเลือกหัวเรื่องของโครงงาน พอสรุปได้ดังนี้ (สสวท. 2529 ข: 10)

1. การอ่านหนังสือต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร ไม่เฉพาะแต่เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

2. การไปเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ เช่น วนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่เพาะเลี้ยงพืช และสัตว์ เป็นต้น

3. การฟังบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายการทางโทรทัศน์

013992

4. กิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน

5. งานอดิเรกของนักเรียนเอง

6. การเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. การศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว

8. การสนทนากับครู อาจารย์ เพื่อน ๆ หรือบุคคลอื่น

9. การสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว

การคิดและเลือกหัวเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์ในครั้งแรกนั้น นักเรียนมักจะได้หัวเรื่องกว้าง ๆ ยังไม่เฉพาะเจาะจง เพียงแต่เกิดความสนใจ และมีแนวคิดว่าจะทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 13-14) ได้ให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียนถึงสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ สรุปได้ดังนี้

1. ไม่ควรซื้ออุปกรณ์ใดจนกว่าจะเห็นว่าพอมีทางดำเนินเป็นโครงงานได้

2. ไม่ควรเสียเวลาใฝ่ใจในปัญหาใหญ่เกินกำลังความคิดความสามารถของตน

3. ไม่ควรลอกแบบโครงงานของนักเรียนด้วยกัน เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย เว้นแต่จะขยายหรือเพิ่มความคิดใหม่เข้าไป

4. ไม่ควรเลือกหัวเรื่องโครงงานที่จะกินเวลาทั้งหมดเพื่อสร้างอุปกรณ์

ในการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงานนั้น นักเรียนควรพิจารณาถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น ความรู้ ทักษะพื้นฐานในเรื่องที่จะศึกษา วัสดุอุปกรณ์ ความปลอดภัย งบประมาณ รวมทั้งระยะเวลาในการทำโครงงาน ซึ่ง ธงชัย ชิวปรีชา (2528: 5) ได้ให้ความเห็นว่า การเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานนั้นนักเรียนควรคำนึงถึงระยะเวลาในการดำเนินการว่าจะสามารถทำได้ทันตามเวลาที่กำหนดหรือไม่ และได้เสนอแนะว่าควรมีการจัดทำตารางเวลาด้วย นอกจากนี้ ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ (2526: 356) ได้ให้ความเห็นไว้ด้วยว่า โครงงานที่นักเรียนเลือกทำควรเป็นโครงงานที่ทันสมัย มีความแปลกใหม่ ไม่ทำเป็นงานศิลปะ หรือลงทุนมากเกินไป

กล่าวโดยสรุป การคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ยาก เพราะต้องอาศัยการสังเกต ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียน ประสบการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ และได้แนวคิดในการเลือกเรื่องที่จะศึกษา ขณะเดียวกันการเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานควรคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ด้วย

<u>การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง</u>

เมื่อนักเรียนเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานแล้ว ควรจะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมให้มากที่สุด และแหล่งที่นักเรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติม ได้แก่ ห้องสมุด ซึ่งอาจจะเป็นห้องสมุดของโรงเรียน วิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย ห้องสมุดขององค์การหรือสถาบันต่าง ๆ ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง นักเรียนควรจดบันทึกชื่อหนังสือเหล่านั้นไว้ เพื่อนำไปใส่เป็นเอกสารอ้างอิง นอกจากนี้นักเรียนอาจขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เช่น อาจารย์ในมหาวิทยาลัย นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกร ฯลฯ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะการศึกษาเอกสารอ้างอิงจะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานที่จะทำมากขึ้น รวมทั้งได้ศึกษาถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ จากการศึกษาเพิ่มเติมนี้จะทำให้นักเรียนได้แนวคิดที่จะกำหนดขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษาได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ตลอดจนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทดลองได้เหมาะสม

<u>การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน</u>

เมื่อนักเรียนศึกษาเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ มากพอเพียงแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการเขียนเค้าโครงของโครงงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นและแนะนำ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 15) ได้เสนอแนะว่าเค้าโครงของโครงงานควรประกอบด้วย ชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่มาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมายของการศึกษาในเรื่องนั้น ๆ สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) วิธีดำเนินงานซึ่งจะบอกถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้และแนวทางในการศึกษาค้นคว้าโดยอธิบายว่าจะออกแบบการทดลอง สร้าง

หรือประดิษฐ์อะไร มีการวางแผนปฏิบัติงาน กำหนดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้น แต่ละขั้นตอนจนเสร็จสิ้นการดำเนินงาน นอกจากนี้ควรเขียนถึงผลที่คาดว่าจะได้รับ และเอกสารอ้างอิงด้วย การเขียนเค้าโครงของโครงงานเป็นการกำหนดแผนงานอย่างคร่าว ๆ ว่าจะดำเนินการอย่างไร มีขั้นตอนอะไรบ้าง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการอย่างมีทิศทางไม่สับสน

<u>การลงมือทำโครงงาน</u>

เมื่อนักเรียนได้จัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ และได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้เสนอไว้ แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อทำให้ผลงานดีขึ้น และถ้าสามารถปฏิบัติการทดลองซ้ำได้ ก็เป็นสิ่งที่ควรทำ เพราะจะทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือมากขึ้น ในระหว่างดำเนินการควรมีสมุดสำหรับบันทึก เพื่อบันทึกว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง และมีข้อคิดเห็นอย่างไร

สิ่งที่ผู้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์พึงตระหนักไว้ก็คือ ความสำเร็จของการทำโครงงานมิได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่ได้ตรงกับความคาดหวังหรือไม่ แม้ว่าผลการทดลองจะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็ถือว่ามีความสำเร็จในการทำโครงงานนั้นเหมือนกัน เช่น การทำโครงงานเรื่องการเพาะเห็ดนางรมจากซังข้าวโพด ถ้าพบว่าซังข้าวโพดไม่สามารถใช้เพาะเห็ดนางรมได้ ซึ่งไม่ตรงตามที่คาดหวังไว้ ผู้ทำโครงงานก็อาจจะสรุป และให้คำแนะนำได้ว่า ไม่ควรใช้ซังข้าวโพดในการเพาะเห็ดนางรม ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผลของโครงงานวิทยาศาสตร์มีคุณค่าทั้งนั้น ไม่ว่าจะเป็นไปตามที่คาดหวังหรือไม่

<u>การเขียนรายงาน</u>

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะการเขียนรายงานจะทำให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงแนวคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุป และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น รูปแบบการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบของการเขียนรายงานทั่ว ๆ ไป แต่อาจจะแตกต่างกันในหัวข้อย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 14) ได้กำหนดรูปแบบการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ชื่อโครงงาน.....

ความมุ่งหมาย.....

ผู้จัดทำ 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

อุปกรณ์ประกอบในแผง.....

.....

วิธีปฏิบัติการ.....

.....

.....

ข้อมูลจากการทดลอง.....

.....

.....

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้.....

.....

.....

สรุป .....

.....

หนังสือหรือเอกสารอ้างอิง.....

.....

.....

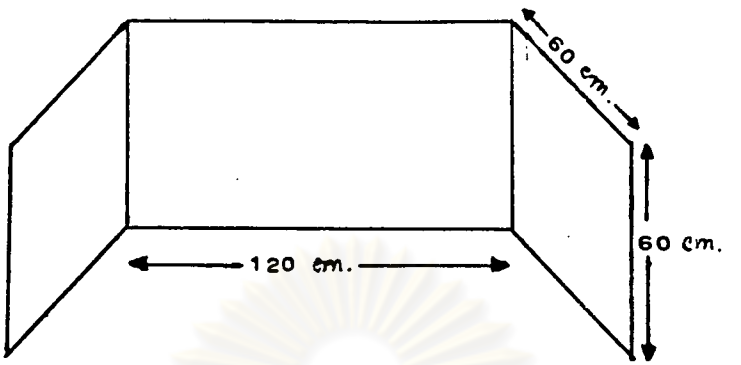
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรสแมรี เคนเนดี, แอน นิวเคิร์ก และ เจอร์รี แทนโควิช (Kennedy, Newkirk and Tankovich 1983: 34) ได้กล่าวถึง การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ว่าควรประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ คือ ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน บทคัดย่อซึ่งอธิบายถึงความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ และผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปต่าง ๆ อย่างย่อ ๆ สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังศึกษา วิธีดำเนินการโดยบอกรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ ผลการศึกษาค้นคว้าซึ่งนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และอาจมีแผนผังกราฟ หรือรูปภาพประกอบ หัวข้อต่อมาคือสรุปผลการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ 2 หัวข้อสุดท้ายของการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ก็คือ คำขอบคุณ และเอกสารอ้างอิง

การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานั้น อาจแตกต่างกันในหัวข้อย่อย ๆ แต่สิ่งสำคัญที่ผู้เขียนรายงานควรคำนึงถึงก็คือ การเขียนรายงาน ควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ ๆทั้งหมดของโครงงานวิทยาศาสตร์

<u>การแสดงผลงาน</u>

โดยทั่วไปแล้วการแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศ และต่างประเทศมักจะจัดทำเป็นแผงสามด้าน จากการศึกษารายละเอียดของการส่งโครงงานวิทยาศาสตร์เข้าประกวดกับสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 11-14) สรุปได้ว่า การแสดงโครงงานจะจัดแสดงบนโต๊ะโดยมีแผงประกอบสามด้าน กล่าวคือ มีแผงกั้นหลังและกั้นด้านข้างทั้งสองด้าน ส่วนด้านหน้าจะเปิดเพื่อให้ผู้ชมเข้าชมได้สะดวก บนแผงกั้นทั้งสามนั้นเป็นที่ที่จะติดภาพหรือแผนภูมิ อธิบายประกอบเรื่อง พื้นที่บนโต๊ะเป็นที่ที่จะวางสิ่งของประกอบโครงงานวิทยาศาสตร์ สิ่งของประกอบนั้นถ้าอยู่ในลักษณะที่จะติดกับแผงได้ อาจจะนำไปติดกับแผงด้านใดด้านหนึ่งก็ได้ แผงดังกล่าวทางสมาคมฯ ได้กำหนดขนาดไว้ดังนี้คือ กว้าง 120 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร และยาวด้านละ 60 เซนติเมตร ดังรูป



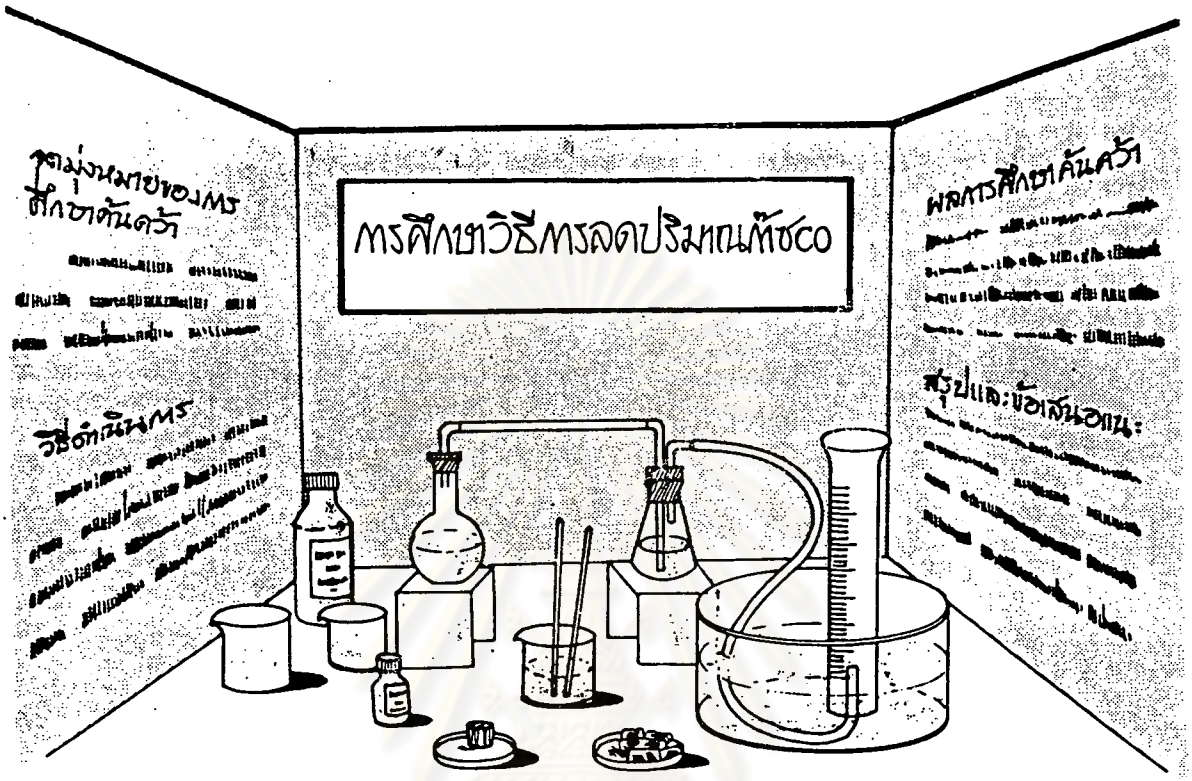
สำหรับรายละเอียดที่จะเขียนบนแผงสามด้านนั้น ลินดา แฮมริค และ ฮาโรลด์ ฮาร์ดี (Hamrick and Harty 1983: 24) ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

แผงด้านซ้าย ด้านบนสุดเขียนสมมติฐานหรือปัญหาที่ศึกษา ถัดมาตรงกลางเขียนคำอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ในการศึกษา

แผงตรงกลาง แสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง

แผงด้านขวา สรุปผลการศึกษาค้นคว้า ชื่อผู้ทำโครงงาน โรงเรียน และอื่น ๆ

ผู้วิจัยขอเสนอตัวอย่างการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาวิธีการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นโครงงานที่ชนะเลิศการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ประจำปีการศึกษา 2528 จากคู่มือการทำและการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2529 ข: บก.) ดังนี้



ในการแสดงผลงาน ผู้ทำโครงงานควรอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เข้าชมได้รับรู้ และเข้าใจในผลงานของตน การอธิบายควรยึดหลักดังนี้ คือ ใช้ภาษาที่เหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ใช้วิธีท่องจำจากรายงานแต่อาจจะจดหัวข้อสำคัญ ๆ เพื่อช่วยให้อธิบายเป็นขั้นตอน การตอบคำถามก็ควรตอบอย่างตรงไปตรงมา ไม่อ้อมค้อม และผู้ทำโครงงานอาจใช้สื่ออื่น ๆ ประกอบการอธิบายด้วยก็ได้ เช่น แผ่นโปร่งใส หรือสไลด์ เพื่อช่วยให้โครงงานนั้นน่าสนใจและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

กล่าวโดยสรุป รูปแบบการแสดงโครงงานอาจแตกต่างไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงงานแต่ละประเภท แต่ไม่ว่าจะเป็นโครงงานประเภทใดก็ตามสิ่งที่ผู้ทำโครงงานพึงตระหนักถึงก็คือ การแสดงผลงานนั้นควรมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ชัดเจน เข้าใจง่าย มีความถูกต้องในเนื้อหา มีการเรียงลำดับอะไรมาก่อนมาหลัง นอกจากนี้ควรมีความเหมาะสมทางด้านปริมาณ คือไม่ดูโหรงเหรง หรือแออัดยัดเยียดจนเกินไป

5. การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะครบวงจรอย่างสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อ นักเรียนได้นำผลงานที่ตนเองจัดทำขึ้นมาแสดงต่อสาธารณชน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของโรงเรียนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะได้จัดให้มีงานนี้ขึ้น การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากจะจัดเป็นงานในระดับโรงเรียน โดยอาจจัดในรูปของนิทรรศการวิทยาศาสตร์แล้ว ยังอาจมีการคัดเลือกโครงงานสำหรับไปแสดงในงานระดับอื่น ๆ อีกด้วย การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ

ก. การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน

ข. การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ

การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน

การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน มีแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินงาน พอสรุปได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2528 ข: 24)

1. การกำหนดแผนดำเนินงาน
2. โครงสร้างและหน้าที่ของกรรมการ
3. การประเมินผลโครงงาน
4. การสรรหากรรมการตัดสินโครงงาน
5. รางวัล

การกำหนดแผนดำเนินงาน

เมื่อมีการกำหนดว่าจะจัดให้มีงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้น สิ่งแรกที่ผู้จัดต้องทำก็คือ กำหนดแผนดำเนินงาน เพื่อจะได้วางแนวทางและกำหนดระยะเวลาคร่าว ๆ ของการทำงานในแต่ละขั้นได้เหมาะสม และเพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาอย่างเพียงพอในการทำโครงงาน ผู้จัดควรกระตุ้นให้เขาสนใจและเริ่มทำโครงงานเสียแต่เนิ่น ๆ

โครงสร้างและหน้าที่ของกรรมการ

การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ ควรดำเนินการในรูปของคณะกรรมการ เพื่อช่วยกันรับผิดชอบงานในด้านต่าง ๆ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 25-27) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของคณะกรรมการดังกล่าว พอสรุปได้ดังนี้ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการจัดงาน กำหนดวันที่จัดงาน กำหนดโครงสร้างของงาน เช่น จะให้ทำโครงงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล และจัดทำโดยนักเรียนในระดับชั้นใด สถานที่ที่จัดแสดงโครงงาน จัดทำกำหนดการต่าง ๆ เช่น ช่วงเวลาของการรับสมัคร จัดทำแบบต่าง ๆ เช่น ใบสมัคร แบบการเขียนรายงาน กำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการตัดสินโครงงาน ดำเนินงานเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ซึ่งเป็นงานที่จำเป็น และสำคัญมาก และท้ายที่สุดที่จะขาดไม่ได้ก็คือ การประเมินผลการจัดงาน เพื่อจะได้ทราบว่าการจัดงานประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด

การประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผลโครงงานเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญอีกกิจกรรมหนึ่งของการจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลโครงงานไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 29-31) ได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ พิจารณาถึงความถูกต้องและความเข้าใจในหลักการสำคัญ ๆ ของเรื่องที่ทำ เรื่องที่อ้างอิง

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงาน หรือเทคนิคที่ใช้ในการประดิษฐ์คิดค้น พิจารณาปัญหา หรือสมมติฐานว่าชัดเจนเพียงใด การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลผล ทำได้ดีและเหมาะสมเพียงใด

3. การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงงาน และการอธิบายปากเปล่า โดยพิจารณาแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้ คือ การเขียนรายงาน พิจารณาถึงความถูกต้องของแบบฟอร์ม ศัพท์ที่ใช้ ความเหมาะสมของตาราง กราฟที่ใช้ประกอบ การจัดแสดงโครงงานพิจารณาว่ามี

ความเหมาะสมและน่าสนใจเพียงใด ส่วนการอธิบายปากเปล่านั้น พิจารณาถึงความถูกต้อง ความคล่องแคล่วในการอธิบายหรือตอบคำถาม

4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พิจารณาถึงความแปลกใหม่ของปัญหาหรือเรื่องที่ทำ วิธีการ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

อี จี เชอร์เบิร์น (Sherburne 1975: 26) ได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.	ความสามารถในการสร้างสรรค์	30 คะแนน
2.	การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	30 คะแนน
3.	ความสมบูรณ์ของโครงงาน	15 คะแนน
4.	ทักษะ	15 คะแนน
5.	ความชัดเจนของการแสดงโครงงาน	10 คะแนน
	รวมทั้งสิ้น	100 คะแนน

เบรียน อี แฮนเซน (Hansen 193: 11) ได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.	ความสามารถในการสร้างสรรค์	35 คะแนน
2.	การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	35 คะแนน
3.	ความสมบูรณ์ของโครงงาน	20 คะแนน
4.	ความประณีตของโครงงาน	10 คะแนน
	รวมทั้งสิ้น	100 คะแนน

ยูเนสโก (UNESCO 1984: 85) ได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณา 7 ด้าน ดังต่อไปนี้

1.	ความสามารถในการสร้างสรรค์	25 คะแนน
2.	การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	25 คะแนน
3.	ความสมบูรณ์ของโครงงาน	10 คะแนน
4.	ความสามารถในการแสดงโครงงาน	10 คะแนน

5.	ความชัดเจนของโครงงานที่แสดง	10 คะแนน
6.	การดึงดูดความสนใจ	10 คะแนน
7.	การนำไปประยุกต์ใช้	10 คะแนน
	รวมทั้งสิ้น	100 คะแนน

นอกจากนี้ คาร์ลตัน เอช สเต็ดแมน (Stedman 1975: 21) กล่าวว่า สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ผู้จัดการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติ คือ การชี้แจงให้นักเรียนได้ทราบเกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการประเมินผลก่อนที่นักเรียนจะเริ่มทำโครงงาน

กล่าวโดยสรุป การประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วจะใช้หลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ในการพิจารณาคล้ายคลึงกัน เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ การจัดแสดงโครงงาน ความสมบูรณ์ของโครงงาน รายงาน และการอธิบายโครงงาน ฯลฯ แต่อัตราส่วนในการแบ่งคะแนนในแต่ละข้อย่อยอาจแตกต่างกันไปตามความเห็นและข้อตกลงของกรรมการผู้ตัดสิน

<u>การสรรหากรรมการตัดสินโครงงาน</u>

กลุ่มบุคคลที่มีความสำคัญอีกกลุ่มหนึ่งในการจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ก็คือ คณะกรรมการตัดสินโครงงาน และเนื่องจากโครงงานที่นักเรียนทำมีขอบเขตกว้างขวาง ผู้จัดควรเชิญบุคคลภายนอกมาร่วมเป็นกรรมการตัดสินโครงงานด้วย และเพื่อให้กรรมการทุกคนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง จึงควรจัดให้มีการประชุมเพื่อชี้แจงเกณฑ์แนวปฏิบัติที่ใช้ในการตัดสินโครงงาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 40) ได้เสนอแนวปฏิบัติสำหรับกรรมการตัดสินโครงงาน พอสรุปได้ดังนี้ คือ กรรมการควรตัดสินพร้อมกันเป็นทีม คำถามต่าง ๆ ต้องเป็นคำถามในระดับที่นักเรียนเข้าใจได้ และกรรมการทุกคนควรได้มีส่วนร่วมในการซักถามปัญหา การถามนั้นควรถามให้ครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน ในขณะถามควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง และเสริมกำลังใจให้กับนักเรียนด้วย

รางวัล

การให้รางวัลเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจที่จะทำ และนำผลงานมาแสดงวิธีหนึ่ง แต่โดยทั่วไปแล้วรางวัลที่จะมอบให้มักจะมีอยู่เพียงไม่กี่อันดับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 36) ได้เสนอแนะว่าเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสรับรางวัลมากขึ้น ผู้จัดอาจพิจารณาให้รางวัลโครงงานโดยแบ่งเป็นหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านการเขียนรายงาน การรายงานปากเปล่า การจัดแสดงผลงาน หรืออาจแบ่งประกวดโครงงานออกเป็นหลาย ๆ กลุ่มย่อย เช่น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ อิเลคทรอนิกส์ สิ่งแวดล้อม สาธารณสุข ฯลฯ

นอกจากนี้ อี จี เชอร์เบิร์น (Sherburne 1975: 24) ได้เสนอแนะว่า รางวัลที่ผู้จัดงานแสดงโครงงานสามารถจัดให้กับนักเรียนนั้น มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น เกียรติบัตร หรือเหรียญสำหรับผู้นำโครงงานมาแสดงทุกคน รางวัลเงินสด โบว์สีต่าง ๆ สำหรับผู้ชนะในแต่ละอันดับ หนังสือ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทุนการศึกษา การบอกรับวารสารทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ให้ของที่ระลึก ฯลฯ

การจัดงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ

การจัดประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมีมานานแล้ว โดยจัดเป็นส่วนหนึ่งของงานแสดงศิลปหัตถกรรมนักเรียน (กำจัด มงคลกุล 2527: 5) ในปี พ.ศ.2502 ได้มีการจัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยขึ้น เป็นสาขาหนึ่งของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในปีต่อมาชุมนุมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้จัดให้มีการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์สมทบกับงานแสดงศิลปหัตถกรรมนักเรียน และมีการจัดส่งนักเรียนที่ชนะการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยไปร่วมแสดงและประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา ในระยะแรก ๆ โครงงานที่ส่งเข้าประกวดมีเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ต่อมาได้ขยายขอบเขตไปยังต่างจังหวัด จนกระทั่งในปี พ.ศ.2516 กิจกรรมนี้ได้งดไปเนื่องจากสถานการณ์บ้านเมืองไม่อำนวย และได้จัดให้มีการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ในปี พ.ศ.2522 (ธีระชัย ปูรณโชติ 2521: 29-32) ต่อมาได้มีการกำหนดให้วันที่ 18 สิงหาคม ของทุกปีเป็นวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ชุมนุมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ได้จัดให้มีการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของงานดังกล่าว ณ บริเวณศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา

และจัดทำในปีต่อ ๆ มา จนกระทั่งปัจจุบันได้ขยายการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ไปทั่วทุกภาคของประเทศ (กำจัด มงคลกุล 2527: 5)

สำหรับโครงการการจัดประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2528 ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 7-10) นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สร้างสรรค์นักประดิษฐ์รุ่นเยาว์ให้ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเองให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ข้อคิดเห็นอย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ คิดค้น ประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อคุณค่าทางวิชาการ และการพัฒนาประเทศยิ่ง ๆ ขึ้นไป ทางสมาคมฯ ได้จัดส่งโครงการและรายละเอียดต่าง ๆ ไปยังโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ และได้กำหนดว่านักเรียนที่ส่งโครงงานเข้าประกวดต้องเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การส่งโครงงานต้องส่งเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งไม่ต่ำกว่า 3 คน แต่ไม่เกิน 4 คน ลักษณะของโครงงานที่ส่งต้องเป็นโครงงานเกี่ยวกับผลงานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เช่น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์กายภาพ คอมพิวเตอร์ อิเลคทรอนิกส์ และดาราศาสตร์ ฯลฯ เป็นต้น สำหรับสถานที่ที่ใช้ในการจัดประกวดครั้งนี้มี 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่ ศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน โครงงานที่ชนะเลิศในระดับประเทศจากการประกวดจะได้รับรางวัลเงินสด และได้ไปแสดงผลงานในงานเอกซโป'85 ที่ประเทศญี่ปุ่น ส่วนโครงงานที่ได้อันดับรองชนะเลิศจะได้รับทุนไปแสดงผลงานที่ประเทศสิงคโปร์ พร้อมด้วยอาจารย์ที่ปรึกษา 1 ท่าน สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินโครงงานสมาคมฯ ได้กำหนดไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม และความสมบูรณ์ของโครงงาน (40 คะแนน) ความคิดริเริ่มอาจเป็นการศึกษาค้นคว้า วิจัย หรือการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ การเผยแพร่การอธิบายผลการวิจัยใหม่ ๆ ในแนวง่าย ๆ นอกจากมีเค้าโครงในแนวใหม่แล้วต้องมีความสมบูรณ์ด้วย เพื่อผู้อื่นจะได้เห็นและเข้าใจในโครงงานทั้งหมด

2. โครงงานที่ตั้งแสดง (20 คะแนน) โครงงานสามารถชี้จุดที่ต้องการแสดงให้เห็นได้ชัด เป็นไปตามลำดับ มีความสมบูรณ์ และเข้าใจง่าย

3. รายงานของโครงงาน (20 คะแนน) รายงานต้องมีความชัดเจน ทำตามแนวที่จะแถลงให้ผู้อื่นได้อ่านได้เข้าใจถึงโครงงาน วัตถุประสงค์และผลของการศึกษาค้นคว้า

4. การอธิบายโครงงาน (20 คะแนน) ผู้ทำโครงงานต้องสามารถพูดอธิบาย และตอบข้อซักถามของผู้อื่นได้

สำหรับการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา มีการประกวดแบ่งเป็นระดับ โดยจัดขึ้นภายในห้องเรียนก่อน แล้วขยายออกไปประกวดในระดับท้องถิ่น ต่อจากนั้นเป็นการประกวดในระดับเมือง ระดับรัฐ และสุดท้าย คือ การประกวดระหว่างชาติต่าง ๆ เรสแมรี เคนเนดี, แอน นิวเคิร์ก และ เจอร์รี่ แทนโควิช (Kennedy, Newkirk and Tankovich 1983: 3-9, 36-38) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของการจัดประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ว่ามีวัตถุประสงค์ของการจัด ดังนี้

1. มุ่งให้นักเรียนมีทักษะที่จะเรียนรู้ว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานนั้นเป็นอย่างไร และให้คุ้นเคยกับกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้เห็นคุณค่าของความสามารถพิเศษนั้น

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความเชื่อมั่นในตนเองในด้านการวางแผน และในด้านการทำงานตามความคาดหวังให้สัมฤทธิ์ผล

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ ครู อาจารย์ บิดา มารดา

5. กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนา และแสดงความสามารถพิเศษของตน

6. ทำให้ความสามารถพิเศษของนักเรียนเป็นที่ประจักษ์แก่สายตาของสาธารณชน

7. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์พฤติกรรม

การเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ในการประกวดโครงงานมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบรูปแบบของการจัดแสดงโครงงาน ควรเริ่มต้นด้วยการวาดรูปแบบอย่างหยาบ ๆ และควรคำนึงถึงขนาดของรูปแบบที่คณะกรรมการกำหนดให้ด้วย ในการออกแบบนั้นต้องครอบคลุมส่วนสำคัญต่าง ๆ เช่น ความเป็นมา เนื้อหาของโครงงาน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการแสดงโครงงาน

2. การสร้างบอร์ดเพื่อติดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงาน อาจทำได้โดยใช้แผ่นไม้อัดหรือแผ่นกระดาน โดยทำเป็นแผงสามด้าน หรืออาจทำเป็นรูปอื่น ๆ เพื่อความเหมาะสมแต่ละโครงงานก็ได้

3. การทำโครงงานให้น่าสนใจ ผู้จัดทำควรให้ความสนใจในสิ่งต่อไปนี้ คือ หัวข้อเรื่องต้องน่าสนใจไม่ยาวจนเกินไป เขียนด้วยตัวโตชัดเจน คำบรรยายควรเขียนให้อ่านง่ายได้ในระยะ 4-6 ฟุต รูปภาพที่ใช้ควรมีขนาด 4 นิ้ว คูณ 6 นิ้ว และไม่ควรใหญ่เกิน 8 นิ้ว คูณ 10 นิ้ว รูปภาพควรชัดเจน ในกรณีที่เสนอผลงานในรูปกราฟ ควรเขียนให้แสดงความหมายได้ถูกต้องและชัดเจน การใช้สีควรจะสัมพันธ์กับส่วนอื่น ๆ น่าสนใจ แต่ไม่ควรใช้สีมากเกินไป

สำหรับการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์จะพิจารณาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้ คือ

1. โครงงานแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หรือมีแนวคิดแปลกใหม่เพียงใด
2. สมมติฐานมีความชัดเจนเพียงใด
3. การใช้ความรู้พื้นฐานในการวิจัยมีมากน้อยเพียงใด
4. การออกแบบการทดลองใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่
5. การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด
6. การใช้วัสดุและเครื่องมือมีความเหมาะสมเพียงใด
7. การเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้รัดกุมเพียงใด
8. การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ รูปถ่าย และรูปภาพ ทำได้เหมาะสมเพียงใด

9. การสรุปผลการทดลองมีความสอดคล้องกับผลการทดลองที่นักเรียนทำได้จริง ๆ มากน้อยเพียงใด

10. มีการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลมากเพียงพอที่จะทำให้ผลสรุปน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด

11. การเขียนรายงานทำได้ถูกต้องและสมบูรณ์เพียงใด

12. การใช้ศัพท์เทคนิคและการสะกดคำถูกต้องหรือไม่

13. การอ้างอิงเอกสารเพื่อทำให้โครงงานน่าเชื่อถือมีมากน้อยเพียงใด

14. การจัดแสดงผลงานทำได้น่าสนใจเพียงใด

15. การตอบคำถามต่าง ๆ ถูกต้องและคล่องแคล่วเพียงใด

จะเห็นได้ว่าการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ ยึดหลักเกณฑ์ที่ว่า โครงงานจะต้องแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงาน การจัดแสดงผลงานทำได้น่าสนใจ ผู้ทำโครงงานมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำและตอบคำถามได้อย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว

6. <u>บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์</u>

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น แม้ว่านักเรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทมากที่สุดเริ่มตั้งแต่คิดหัวข้อของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ตนสนใจ ดำเนินการวางแผน สำรวจ ทดลอง จนถึงขั้นทำโครงงานสำเร็จก็ตาม แต่กิจกรรมนี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีหรือไม่นั้นต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานของนักเรียน ได้แก่

1. ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา
2. ผู้ปกครอง
3. ผู้บริหารโรงเรียน
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษามีบทบาทสำคัญมากในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นอกจากจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ แนะแนวทางแก่นักเรียนแล้ว ยังมีส่วนในการช่วยกระตุ้นความสนใจ และเสริมกำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างทำโครงงานอีกด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ก: 25-27) ได้กล่าวถึงบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ 3 ด้าน ดังนี้

1. บทบาทด้านการให้ความรู้
2. บทบาทด้านบริการ
3. บทบาทในการสร้างบรรยากาศ

บทบาทด้านการให้ความรู้

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาทดลอง มีความกระตือรือร้นที่จะอ่าน ค้นคว้า ศึกษางานวิจัย หรือโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ ๆ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่นักเรียนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทในการให้คำแนะนำกับนักเรียนในด้านต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่ การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แหล่งที่นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม หรือผู้เชี่ยวชาญที่นักเรียนสามารถขอความคิดเห็นและคำปรึกษาในเรื่องที่จะทำโครงงาน วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิควิธีต่าง ๆ รวมทั้งแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง นอกจากนี้อาจารย์ที่ปรึกษาควรจัดประสบการณ์ที่จำเป็นและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงงาน โดยอาจนำนักเรียนไปศึกษาดูงานเพิ่มเติม ออกไปสำรวจข้อมูลในท้องถิ่น หรือฝึกทำเทคนิคเฉพาะซึ่งนอกเหนือไปจากเทคนิคพื้นฐานที่นักเรียนมีความรู้อยู่แล้ว เพื่อให้นักเรียนสามารถดัดแปลงเทคนิควิธีวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำโครงงานได้

บทบาทด้านบริการ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ควรมีความเสียสละ สามารถจัดเวลาให้กับนักเรียนได้ โดยเฉพาะในขั้นตอนสำคัญ ๆ ของการทำโครงงาน เช่น การเลือก

ปัญหา หรือหัวข้อโครงงาน ระหว่างทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล หรือในบางครั้งเมื่อนักเรียนมีปัญหาเฉพาะหน้าก็สามารถจัดเวลาให้นักเรียนพบได้ เพื่อร่วมกันอภิปรายและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับนักเรียน เช่น สถานที่ที่จะใช้ในการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ และเมื่อต้องการขอความร่วมมือจากภายนอก เช่น ขอใช้บริการทางด้านวิชาการ อุปกรณ์ จากมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานอื่น ๆ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานควรเป็นผู้ติดต่อประสานงานเพื่อขอรับบริการดังกล่าว นอกจากนี้อาจารย์ที่ปรึกษาควรเสาะหาและรวบรวมหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ เอกสารต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำโครงงานเพื่อเสริมสร้างความรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด

<u>บทบาทในการสร้างบรรยากาศ</u>

อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทในการเสริมกำลังใจให้กับนักเรียน โดยการแสดงความสนใจในโครงงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำ มีความตั้งใจจริง ที่จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับนักเรียนในฐานะเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ในปัญหานั้น ๆ อาจารย์ที่ปรึกษาควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็น แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้มากที่สุด ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาควรรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนด้วยความสนใจ ยกย่องชมเชยความคิดเห็นที่ดี ๆ เพื่อเป็นการให้กำลังใจในการทำงานของนักเรียน บทบาทที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาสิ่งที่ตนเองสนใจ และส่งเสริมความสนใจของนักเรียนบางคนที่มีอยู่แล้วให้มากขึ้น เช่น จัดหาเอกสารต่าง ๆ ให้อ่าน จัดให้เข้ารับการฝึกอบรมในกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่จะต้องมีความรู้ความสนใจ ในงานการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ยังต้องเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีในการที่จะติดต่อประสานงานกับบุคคลต่าง ๆ และต้องเป็นผู้ที่มีความจริงในการเสียสละเวลา และส่งเสริมนักเรียนอย่างแท้จริง

ผู้ปกครอง

ความสำเร็จของโครงงานวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งมาจากผู้ปกครองของนักเรียนที่ทำโครงงาน ทั้งนี้เพราะผู้ปกครองเป็นบุคคลที่มีความใกล้ชิดกับนักเรียน คอยให้กำลังใจและให้ทุนทรัพย์เพื่อให้นักเรียนใช้จ่ายในการทำโครงงาน ลินดา แฮมริค และ ฮาโรลด์ ฮาร์ตี (Hamrick and Harty 1983: 23) ได้กล่าวถึงผู้ปกครองของนักเรียนว่าควรมีบทบาทดังต่อไปนี้

1. ให้ความสนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดต่าง ๆ ของการทำโครงงานร่วมกับนักเรียน

2. ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น จัดให้นักเรียนมีเวลาในการทำโครงงานโดยไม่มีสิ่งอื่นมารบกวน

3. ให้คำแนะนำแก่นักเรียนหรือเป็นที่ปรึกษาของนักเรียนในบางเรื่องเท่าที่จะทำได้

4. ให้กำลังใจแก่นักเรียนในการทำโครงงาน เมื่อนักเรียนรู้สึกท้อถอย หรือหมดกำลังใจ

นอกจากนี้ ผู้ปกครองอาจจัดหา สถานที่ ให้ทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์บางอย่างเท่าที่สามารถจะทำได้

ผู้บริหารโรงเรียน

ผู้บริหารโรงเรียนเป็นบุคคลอีกผู้หนึ่งที่มีส่วนสำคัญที่จะทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์สถานที่ของโรงเรียนทั้งในและนอกเวลาเรียน ดังนั้นผู้บริหารโรงเรียนจึงควรให้ความร่วมมือและสนับสนุนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์สารเคมีต่าง ๆ รวมทั้งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ที่จะใช้ทำโครงงาน นอกจากนี้ผู้บริหารควรส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมเพื่อแสดงผลงานของนักเรียนด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ

เนื่องจากโครงงานวิทยาศาสตร์มีขอบเขตกว้าง บางครั้งนักเรียนอาจเลือกทำโครงงานที่มีความซับซ้อนทางด้านเนื้อหา หรือเทคนิควิธีการต่าง ๆ บุคคลที่จะเข้ามามีบทบาทในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นักเรียนนอกเหนือไปจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ก็คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกร ฯลฯ ผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ควรมีบทบาทในการสนับสนุน และส่งเสริมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรับเป็นที่ปรึกษาร่วมกับอาจารย์ในโรงเรียน ให้คำแนะนำและช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ยืมเครื่องมือ หรือให้ใช้ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลที่เกี่ยวข้องเหล่านี้มีความสำคัญต่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การทำโครงงานจะประสบความสำเร็จด้วยดี ถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญของการทำโครงงาน ให้การส่งเสริมและสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

7. คุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้ว ยังมีคุณค่าในด้านอื่น ๆ อีกมาก ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 ข: 2-3) ได้กล่าวถึงคุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์ สรุปได้ ดังนี้

1. สร้างความสำนึกและรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียน

2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ

4. ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง

I15996298

5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

6. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น

7. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

รายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
2. องค์ประกอบของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517: 49-51) ได้กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์คือพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ และดำเนินการทดลองการคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ"

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518: 23-24) ให้ความหมายว่า

> ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 48) ได้กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2526: 249) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

หลุยส์ ไอ คัสแลน และ เอ แฮริส สโตน (Kuslan and Stone 1968: 229) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

มาร์แชล เอ เนย์ และคณะ (Nay and Associates 1971: 201-203) ได้กล่าวมีใจความว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นของการทำงาน

ลีโอโพลด์ อี คลอพเฟอร์ (Klopfer 1971: 568-573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เคนเนธ ดี ปีเตอร์สัน (Peterson 1978: 153) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีใจความว่าเป็นปฏิบัติการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปพาดพิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์

จากความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดังกล่าว พอจะสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะบางประการ

องค์ประกอบของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็นหลายแบบด้วยกัน สำหรับการวิจัยนี้ยึดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) เป็นหลัก ซึ่งได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ และทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น 2 ทักษะใหญ่ ๆ คือ (AAAS : 1970: 33)

1. ทักษะขั้นต้น ได้แก่
    1. การสังเกต
    2. การจำแนกประเภท
    3. การวัด
    4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา
    5. การคำนวณ
    6. การสื่อความหมาย
    7. การทำนาย
    8. การลงความเห็นจากข้อมูล
2. ทักษะขั้นสูง ได้แก่
    1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
    2. การตีความหมายข้อมูล
    3. การตั้งสมมติฐาน
    4. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ
    5. การทดลอง

รายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะมีดังนี้

1. การสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมี

ผู้ที่มีทักษะการจำแนกประเภท ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 2)

3. การวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ผู้ที่มีทักษะการวัด ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษา

2. ใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

3. คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้นได้โดยตรง

4. เลือกหน่วยที่แสดงปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ ปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้คำอุปสรรคแทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ

5. บอกความหมายของปริมาณที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง กล่าวคือ อ่านค่าปริมาณที่ได้จากการวัดละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุดเท่านั้น

6. บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 3)

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ผู้ที่มีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อของรูป และรูปทรงทางเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.1 ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเงา

4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

4.4 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 4-5)

5. การคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ผู้ที่มีทักษะการคำนวณ ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. หาผลลัพธ์ของการบวกและการลบปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง

2. หาผลลัพธ์ของการคูณ และการหารปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผัน การสร้างสมการ มาสร้างเป็นสูตรได้

4. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีคำอุปสรรคประกอบหน่วยได้อย่างถูกต้อง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 6)

6. การสื่อความหมาย

การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ผู้ที่มีทักษะการสื่อความหมาย ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น

5. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 7-8)

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ ธงชัย ชิวปรีชา (2525: 146) ได้กล่าวถึงการสื่อความหมายว่า เป็นความสามารถในการใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสิ่งอื่น ๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยายเพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายได้อย่างชัดแจ้ง และรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ การสื่อความหมายที่สั้นแต่แจ่มชัด ครอบคลุมไม่กำกวม เป็นรากฐานที่สำคัญในงานด้านวิทยาศาสตร์

7. การทำนาย

การทำนาย หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว ผลการทำนายจะถูกต้องหรือแม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ และระมัดระวัง และการวัดที่ถูกต้องด้วย

การทำนายที่จะให้ผลได้อย่างมั่นใจที่สุด คือ การทำนายที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามเท่านั้น

การทำนายเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การทำนายภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) และการทำนายภายนอกของเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating)

ผู้ที่มีทักษะการทำนาย ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
3. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 9)

8. การลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยข้อมูลนี้อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน อาจลงความเห็นหรือมีคำอธิบายได้หลายอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์และความรู้เดิมต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การลงความเห็นนั้นต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือข้อมูลที่สังเกตได้

การลงความเห็นจากข้อมูลต่างจากการทำนายในแง่ที่ว่า การลงความเห็นจากข้อมูลไม่ได้บอกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นแต่เพียงการอธิบายหรือหาความหมายของข้อมูลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

ผู้ที่มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ต้องมีความสามารถในการอธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 10)

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

ผู้ที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบได้

2. บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

3. สร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลาย ๆ ตัวได้

4. บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุก ๆ กรณี

5. บอกได้ว่า สภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่ และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 11-12)

10. การตีความหมายข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความหมายหรือบรรยายลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ หรือกราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วน และกระทัดรัด สะดวกต่อการนำไปใช้ และการนำเอาข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องตีความหมายข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาพูด หรือภาษาเขียน ที่สื่อความหมายกับคนทั่ว ๆ ไป ได้โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน

การตีความหมายข้อมูล แบ่งเป็น

1. การตีความหมายข้อมูลจากกราฟ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ควรให้รายละเอียดที่ชัดเจน และเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์

1.2 รายละเอียดของข้อมูลจากกราฟบางส่วนอาจแปลให้มาอยู่ในรูปของตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

1.3 ผลที่ได้จากการตีความหมายข้อมูลนำไปสู่การลงความเห็นได้

2. การตีความหมายข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3. การตีความหมายข้อมูลจากแผนภาพหรือรูปภาพ

ผู้ที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูล ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 13)

11. การตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานควรตั้งให้มีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ผู้ที่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมได้

2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

3. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 14)

12. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่จะทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถทดสอบหรือวัดได้

นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

1. ระบุสิ่งที่จะสังเกต

2. ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือจากการทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ มีดังนี้

1. ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม

2. อธิบายถึงสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย

3. อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียน

ผู้ที่มีทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้

2. แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 15)

13. การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ผู้ที่มีทักษะการทดลอง ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

2. ระบุวัสดุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

3. ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องคล่องแคล่ว และปลอดภัย

4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่ว และถูกต้อง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524: 16)

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

ผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

ก. งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผู้ศึกษาน้อยมากส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแยกเป็นงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศไทย

พรรณา ทิมารัตน์ (2527: 51-58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แต่ไม่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดและด้านความยืดหยุ่นในการคิดของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุทิน สกลนุรักษ์ (2528: 100) ได้ศึกษาการนำเสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จำนวน 82 คน และนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำนวน 280 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร จำนวน 14 โรงเรียน ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาและนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรมีความเห็นว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีประโยชน์พอสมควร และนักเรียนให้ความสนใจในระดับปานกลาง

ศิลปชัย บูรณพานิช (2528: 103) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 69 คน และนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประจำปีการศึกษา 2526 จำนวน 290 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 23 โรง ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนมีความเห็นว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจคือ กิจกรรมประเภทโครงงานวิทยาศาสตร์

<u>งานวิจัยในต่างประเทศ</u>

จากการศึกษา และรวบรวมงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ พบเพียงเรื่องเดียว คือ

ฟิลิป นอร์วิน ชิลเดรส (Childress 1983: 3280-A) ได้ศึกษาถึงผลของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของเด็กวัยรุ่น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายวิชาเอกเคมี จำนวน 73 คน จาก 12 เขตการศึกษา ทำการศึกษาโดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 เลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากหัวข้อที่กำหนดให้ ส่วนกลุ่มที่ 3 ไม่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาสติปัญญาตามทฤษฎีของเปียเจท์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม หลังจากผ่านการทดลองทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลของการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ดังนี้

1. อาจารย์ที่ปรึกษา และนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มีความเห็นว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ และมีประโยชน์

2. นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และไม่ได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเปียเจท์ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

เนื่องจากทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจในการศึกษาวิทยาศาสตร์มานาน จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอยู่จำนวนมาก แต่ยังไม่ปรากฏว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีแต่งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และตัวแปรอื่น ๆ เช่น การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ เพศ ระดับชั้น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการคิด พฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศไทย

สัญญา ทิพเสนา (2517: 83-87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 65 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517: 85-86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน

สุมาลี พิตราภูล (2518: 45-46) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์แบบของกริยาร่วมทางวาจา ระหว่างครูและนักเรียนที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรีชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรการศึกษา โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม แล้วสอนบทเรียนฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มตัวอย่างทั้งสาม ด้วยการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำและระดับปานกลางทำคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างอิทธิพลทางอ้อมต่อทางตรงในระดับสูง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำ และปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพศชายและเพศหญิงของแต่ละกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2522: 75-76) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล (2522: 54-55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ.1 และ ม.1 ชั้นละ 713 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ.1 และ ม.1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ.1 สูงกว่านักเรียนชั้น ม.1

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2522 : 48-49) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมปีที่ 2 ชั้นละ 300 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมปีที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2523 : 72-75) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 360 คน จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และผลของการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนชาย และกลุ่มนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

มาโนช วาทะหุกกะ (2523 : 68-71) ได้ศึกษาสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา จำนวน 268 คน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 45-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

สุรวุฒิ สุชินไรจน์ (2523 : 75-76) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2522 จำนวน 69 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ผลการวิจัย พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47-48) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียนมี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนไม่แตกต่างกัน

พัชรา เรืองรัศมี (2524 : 53-54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 โรงเรียนรัฐบาล

ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน ผลการวิจัย พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

กมล หลีกภัย (2525 : 77-79) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

พีระศักดิ์ ไพศาลนันทน์ (2525 : 45-47) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเปียเจต์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดราชบุรี จำนวน 348 คน จาก 9 โรงเรียน ผลการวิจัย พบว่า พัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเปียเจต์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม พัฒนาการทางสติปัญญาขั้นการคิดแบบนามธรรมและกึ่งนามธรรมมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม พัฒนาการทางสติปัญญาขั้นการคิดแบบรูปธรรมไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และนักเรียนที่มีระดับของพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นการคิดแบบรูปธรรม แบบกึ่งนามธรรม และแบบนามธรรม มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมแตกต่างกัน

เชาวนี อะยะวงศ์ (2526 : 57-60) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีการศึกษา 2525 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกด้วยครูฝึก ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

วนา ชลประเวส (2526 : 75-79) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 45 คน ใช้วิธีสอนแบบใช้เกม และกลุ่มควบคุม 45 คน ใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า

1. การสอนด้วยการใช้เกมทำให้นักเรียนมีสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ในทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการจัดกระทำข้อมูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, .05, .05, .05 และ .01 ตามลำดับ

2. การสอนด้วยปฏิบัติการทดลองได้ผลมากกว่าการสอนโดยการใช้เกม ในทักษะความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. วิธีสอนทั้งสองให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายจากข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ประดิษฐ สนั่นเอื้อ (2527 : 63-66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาณี โอภิธากรณ์ (2527 : 65-68) ได้ศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนพัทลุง จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 30 คน สุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำและสูงเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน ได้

กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดวงจิต สุขสุเมฆ (2528 : 56-57) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบโครงการ และวิธีสอนตามแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2527 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองสอนด้วยแผนการสอนแบบโครงการ กลุ่มควบคุมสอนตามแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ประสานวงศ์ นุรณะพิมพ์ (2528 : 66-67) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนสาธิตที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในรูปแบบการคิดแต่ละแบบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2527 จำนวน 278 คน จากโรงเรียนสาธิตในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 โรง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดการต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

จอห์น คับเบิลยู บัทโซ (Butzow 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน

ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กวยภาพ 5 บทแรก โดยวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนสอน และภายหลังสอน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นภายหลังการสอน และยังพบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีด้วย

มาร์วิน แฟรงค์ ไวดีน (Wideen 1972 : 3583-A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียน 555 คน และครู 26 คน โดยแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิม และครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ราจินเดอร์ คอร์ (Kaur 1973 : 186-A) ได้ประเมินผลทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตและการจำแนกประเภทตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชายเกรด 1 และเกรด 3 อย่างละ 40 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในพิลาเดลเฟีย ผลการวิจัยพบว่า วุฒิภาวะมีผลต่อทักษะการสังเกต กล่าวคือ นักเรียนเกรด 3 มีทักษะการสังเกตดีกว่านักเรียนเกรด 1 แต่ทักษะการจำแนกประเภทของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และพบว่าทักษะการสังเกตมีความสัมพันธ์กับทักษะการจำแนกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยูจีเนีย แอนน์ ไปโปราด วาเนค (Vanek 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน และเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยทำกิจกรรมการทดลอง กลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้ตำราเป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เคนเนธ กอร์ดอน แจคนิค (Jacknicke 1975 : 2730-A) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไจเซฟ ฟิลลิป ไรเลย์ (Riley 1975 : 5152-A-5153-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครูปีที่ 1-4 โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้จากการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎี ส่วนกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 3 ส่วนความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

แมรี เอลเลน ควิน และเคนเนธ ดี จอร์จ (Quinn and George 1975 : 289-296) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมติฐาน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาธอลิค ในเขตที่มีสภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และเขตที่มีสภาพทางสังคมสูง 2 ห้องเรียน ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนการสร้างสมมติฐาน กลุ่มควบคุมไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการสร้างสมมติฐานจะมีทักษะในการสร้างสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการสร้างสมมติฐานมีความสัมพันธ์กับสภาพทางสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการอ่าน

ไดโรธี แอล เกเบิล และปีเตอร์ เอ รับบา (Gable and Rubba 1977 : 503-511) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนและประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

ไรแนลด์ ชาร์ลส์ เซอร์ลิน (Serlin 1977 : 5729-A-5730-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยวิธีปฏิบัติการแบบค้นพบ (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 67 คน ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียนด้วยวิธีปฏิบัติการแบบค้นพบ (Discovery Laboratory) มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา

ทรูแมน เจ สตีเวนส์ และไรแนลด์ เค แอทวูด (Stevens and Atwood 1978 : 303-308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนจากการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงด้วย ดังนั้นอาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

เอ็ดวิน โธมัส บรูคส์ (Brooks 1982 : 1103-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจำนวน 90 คน ที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และมีความสามารถทางการเรียนสูง กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนปานกลาง และความสามารถในการเรียน

สูง ส่วนความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นต้น ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงที่เรียนใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง พบว่า กลุ่มทดลองมีความคงทนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทั้งพวกที่มีความสามารถในการเรียนสูง และพวกที่มีความสามารถในการเรียนปานกลาง

เจอร์รี ดี ฮอคูส และจอห์น อี เพนิค (Haukoos and Penick 1983 : 629-637) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยดูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยครูสร้างบรรยากาศให้นักศึกษาเกิดการค้นพบด้วยตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไมเคิล เจ พาดิลลา เจมส์ อาร์ โอเค และดิลลัสชอ เอฟ เจอราลด์ (Padilla, Okey and Gerald 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเปียเจต์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 492 คน จากโรงเรียนนอกเมืองในแอดแลนตาและจอร์เจีย ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไมซัมหมัด อิลยาส์ (Ilyas 1983 : 1409-A) ได้ศึกษาผลของการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อทักษะภาคปฏิบัติ และเจตคติต่อการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมเมืองอิสลามาบัด ประเทศปากีสถาน ในปี 1979 จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 12 คน โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จากโมดูล และผ่านเกณฑ์ 80 : 80 ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนแบบ

placebo instruction เป็นระยะเวลานานเท่ากัน ผลการวิจัย พบว่า การสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทำให้ครูในกลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การเลือกวัตถุประสงค์และกิจกรรมที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากครูในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และตัวแปรต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนแบบต่าง ๆ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่ามีทั้งที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และให้ผลไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 76) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และ ภาณี โอภิธากรณ์ (2528 : 67-68) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และจากการวิจัยของนักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านพบว่าทั้งนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา นักศึกษาครู และครูวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หรือเรียนด้วยการปฏิบัติการแบบค้นพบ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สามารถฝึกให้เกิดขึ้นได้

1.2 สัญญา ทิพเสนา (2517 : 87) และ อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517 : 86) พบว่า นักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบเดิมมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เชาวนี อะยะวงศ์ (2527 : 59) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากแบบเรียนสำเร็จรูป และการฝึกด้วยครูฝึก มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ควงจิต สุขสุเมธ (2528 : 57) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยแผนการสอนแบบโครงการและแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ยูจีเนีย แอนบ์ โปโปราด วาเนค

(Vanek 1974 : 1522-A) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยทำกิจกรรมทดลอง และที่เรียนโดยใช้ตำราเป็นศูนย์กลางมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเอ็ดวิน ไซมัส บรูคส์ (Brooks 1982 : 1103-A) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเพศ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ พบว่าการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และระดับชั้น วุฒิภาวะ ทั้ง บุญญรัตน์ ศิริชากุล (2522 : 55) และ วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2522 : 49) พบว่า นักเรียนต่างระดับชั้นซึ่งใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่มเดียวกัน นักเรียนในระดับชั้นที่มีวัยสูงกว่ามีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นที่มีวัยต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของราจินเดอร์ คอร์ (Kaur 1973 : 186-A) ที่พบว่า วุฒิภาวะมีผลต่อทักษะการสังเกต กล่าวคือนักเรียนเกรด 3 มีทักษะการสังเกตดีกว่านักเรียนเกรด 1

4. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2523 : 72-75) และ รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : 76) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา

6. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประดิษฐ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

7. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ นั้น พัชรา เรืองรัศมี (2524 : 54) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และความสนใจทาง

วิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ขัดแย้งกับผลการศึกษาของ ทรูแมน เจ สตีเวนส์ และ โรแนลด์ เค แอทวูด (Stevens and Atwood 1978 : 307-308) ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงด้วย

8. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และสติปัญญา มีข้อค้นพบดังนี้ คือ พีระศักดิ์ ไพศาลนันทน์ (2525 : 46-47) พบว่า สติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปีย เจต์ มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไมเคิล เจ พาดิลลา เจมส์ อาร์ โอเค และ ดิลลัสซอ เอฟ เจอราลด์ (Padilla, Okey and Gerald 1983 : 243) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเปียเจต์

9. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการคิดนั้น ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ (2528 : 67) พบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

10. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ของการเรียน มีผู้ศึกษาไว้หลายท่าน ได้แก่ น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : 64) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 48) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผกามาศ วรานุสันติกูล (2524 : 48) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กัน และ กมล หลีกภัย (2525 : 79) พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

จากผลของการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ วิธีสอนแบบต่าง ๆ เพศ ระดับชั้น วุฒิภาวะ เจคคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สติปัญญา รูปแบบการคิด ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีข้อค้นพบดังนี้คือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ มีทั้งที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และให้ผลไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนักเรียนหญิง

และนักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่เรียนต่างระดับชั้นแต่ใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่มเดียวกัน นักเรียนในระดับชั้นที่มีวัยสูงกว่ามีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นที่มีวัยต่ำกว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีทั้งที่มีความสัมพันธ์กัน และไม่มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย