

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัย เรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการวิจัย ซึ่งจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. โครงการวิทยาศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ควรศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อที่เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.216 – 217) เสนอว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหา หรือคำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาค้นคว้าด้วยทางเลือกหลากหลาย โดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา มีการตัดสินใจเพื่อเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือ ปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหาและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น.37) เสนอว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลให้คำปรึกษาของครูที่ปรึกษา ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผน ออกแบบประดิษฐ์ ออกแบบการสำรวจ การออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงการนำข้อมูลมาแปลผล สรุปผล และการนำเสนอผลงาน

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ (2551, น.46-47) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ได้ฝึกทักษะทางสติปัญญา ทักษะ การศึกษาด้วยตนเอง ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการสืบค้นแหล่งความรู้ ความรู้ที่ผู้เรียน ได้รับจะเริ่มต้นมาจากความสงสัยอยากรู้ของผู้เรียนเอง และความพยายามที่จะศึกษาหาคำตอบโดย การประมวลความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร เพื่อที่จะนำไปวางแผนสำหรับการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือทำ แล้วจึงดำเนินการตามแผนกิจกรรมที่กำหนด และเขียนรายงานผลสำเร็จที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งมีการเสนอหรือการจัดแสดงผลงานที่สื่อสารความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย ทั้งนี้ ผู้เรียนมีโอกาส เลือกที่จะทำโครงการประเภทสำรวจ โครงการประเภททดลอง หรือโครงการประเภท ถึงประดิษฐ์ ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2544, น.1-2) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประเภทหนึ่งอาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ อาจเป็นกิจกรรมรายบุคคลหรือกลุ่ม ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องที่สนใจหรือสงสัย นักเรียนเป็นผู้ลงมือ ปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การดูแลให้คำปรึกษาจากครู หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ และอาจใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้การศึกษานั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์

นันทยา บุญเคลือบ (2528, น.46) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ ว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อตอบคำถามที่สงสัยซึ่งปัญหาที่จะศึกษา ต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ มีระบบการศึกษาเพื่อหาคำตอบอย่างเป็นระบบตามวิธี ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนไปถึงการเผยแพร่ผลงานไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้ผู้อื่น เข้าใจได้ ทั้งนี้ โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้นๆ เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2544, น.6) ได้ให้ความหมายของโครงการ วิทยาศาสตร์ไว้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติ เรียนรู้ เพื่อหาคำตอบปัญหาที่สงสัยอยากรู้ โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้จน สำเร็จ

สายพิน กองกระโทก (2552, น.31) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือ ปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครู อาจารย์ หรือ ผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ โครงการวิทยาศาสตร์นั้นจะทำการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลและทำในหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

คอว์สัน (Dawson, 2002) กล่าวว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาโครงสร้างและวิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วเขียนเค้าโครงขั้นตอนการปฏิบัติงานจนสามารถนำไปสู่การลงมือปฏิบัติและให้ผลตามแนวทางที่วางไว้ แล้วนำเสนอในรูปของนิทรรศการในงานแสดงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โครงการงานวิทยาศาสตร์สัมฤทธิ์ผล

ลูเนตตา (Lunetta, 1981 p.243-252) กล่าวว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหา ปัญหานั้นอาจเป็นปัญหาที่ง่ายหรือยากแตกต่างกันออกไป การศึกษาปัญหานักเรียนอาจทำแบบเดี่ยวหรือทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้ความรู้และทักษะในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงการงาน โครงการงานนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นชิ้นงานใหม่ที่ต้องเป็นสิ่งไม่เคยมีมาก่อนเลย แต่เกิดจากนักเรียนอาจมีแนวความคิดใหม่จากการที่ได้ศึกษาการออกแบบการทดลองของชิ้นงานบางชิ้น หรือนักเรียนอาจมีแนวความคิดใหม่จากสิ่งใหม่จากประสบการณ์ ในโลกของวิทยาศาสตร์ นักเรียนทุกคนสามารถทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนมาทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรงหรือผู้ที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ โครงการงานวิทยาศาสตร์ยังท้าทายถึงความสามารถทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป โครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนระบุปัญหาหรือคำถามที่สนใจของตนเองหรือของกลุ่มโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบแสวงหาความรู้ ทำให้ได้ฝึกทักษะทางสติปัญญา ทักษะการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทักษะการทำงานเป็นทีมและทักษะการสืบค้นแหล่งความรู้แล้วดำเนินการเขียนโครงการให้เป็นแนวทางต่อเนื่องที่ปฏิบัติได้จริง ให้ผลตามแนวทางที่วางไว้ แล้วนำเสนอหรือการจัดแสดงผลงานในรูปของนิทรรศการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โครงการงานวิทยาศาสตร์สัมฤทธิ์ผล

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น.1) ได้กำหนดจุดหมายของการจัดการเรียนรู้ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เลือกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ กับทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในชีวิตประจำวันแต่ละท้องถิ่น

กาญจนา นัตรศรีตระกูล (2544, น.26) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถตามศักยภาพของตนเองในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และได้แสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ที่เป็นประโยชน์ต่อคุณค่าของวิชาการ และการพัฒนาประเทศต่อไป
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาอาชีพ และคุณภาพชีวิต

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, น.4) และเสน่ห์ ทิมสุกใส (2542, น.168) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตของความรู้และประสบการณ์ ตามลำดับขั้นแห่งการเรียนรู้
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและความสนใจในงานวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กล่าวโดยสรุปจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์และตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการปรับตัวในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.3 ประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551, น.7-17) แบ่งโครงการงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท รายละเอียดของโครงการแต่ละประเภท มีดังนี้

โครงการประเภททดลอง ลักษณะของโครงการประเภทนี้ ต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลการทดลองที่สนใจ ในส่วนของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม และมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ต้องการศึกษาที่จะส่งผลต่อตัวแปรต้น ขั้นตอนการทำโครงการประเภทนี้จะต้องมีการกำหนด ปัญหาตั้งสมมติฐาน การออกแบบทดลอง ดำเนินการทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน แปลผล และสรุปผล

โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการศึกษาการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่สำรวจ และรวบรวมได้มาจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ โดยไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรอื่นๆ ซึ่งข้อมูลที่จำแนกเป็นหมวดหมู่จะนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการเกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้รวมถึงการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดต่างๆ ด้วย

โครงการประเภททฤษฎีหรือคำอธิบาย เป็นโครงการที่ผู้ทำโครงการได้เสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบาย โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาคำหรือข้อตกลงขึ้นมาเอง แล้วเสนอทฤษฎีหลักการ แนวคิดหรือจินตนาการของตนเองตามกติกาคำหรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกาคำหรือข้อตกลงเดิมอธิบายสิ่งต่างๆ และปรากฏการณ์ต่างๆ ในแนวใหม่ ทฤษฎี หลักการ แนวความคิดหรือจินตนาการที่น่าเสนออาจจะเป็นของใหม่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรือเป็นการขยายทฤษฎีหรือแนวคิดเดิม การทำโครงการประเภทนี้ จุดสำคัญผู้ทำโครงการต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี จึงจะเสนอโครงการประเภทนี้ได้อย่างมีเหตุมีผลน่าเชื่อถือ

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542, น.9) ได้กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์อาจทำได้ปลายรูปแบบเช่นเดียวกับการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งตามลักษณะของกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงการประเภทการสำรวจ รวบรวมข้อมูล

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบเพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นการปฏิบัติตามโครงการนี้ ผู้เรียนจะต้องไปศึกษา รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างเช่น การสำรวจประชากร พืช สัตว์ หินแร่ ฯลฯ ในชุมชนการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกในชุมชน ตัวอย่างเช่น การสำรวจความต้องการเกี่ยวกับอาชีพของชุมชนการสำรวจมลภาวะในชุมชน และการศึกษาanamซื้อบ้าน

2. โครงการที่เป็นการค้นคว้าทดลอง

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเรื่องใด เรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงการในรูปของ การทดลองเพื่อศึกษาว่า ตัวแปรหนึ่ง จะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ การทำโครงการประเภทนี้ จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งวัตถุประสงค์ หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปรผล และสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างเช่น การใช้น้ำซักฟอกรักษาผ้าไหม การรีดผ้าที่ประหยัดไฟฟ้า และวิธีการประหยัดน้ำประปาภายในบ้าน

3. โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีต่อวัตถุประสงค์ เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือขัดแย้งหรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือตามกติกา/ข้อตกลงที่กำหนดขึ้นเอง หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายข้อความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ ก็ได้โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ทฤษฎี

4. โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ คือ การนำความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงาน หรือการใช้สอยอื่นๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์

ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และคัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ โครงการประเภทนี้มีการทดลองแก้ไขปรับปรุงเป็นระยะจึงเรียกว่าโครงการเชิงพัฒนา

1.4 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531, น.17-38) ได้เสนอว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการ เป็นขั้นที่สำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การคิดหัวข้อเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง หัวเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์ควรเจาะจงและชัดเจน บ่งชี้ว่าจะศึกษาเรื่องใดหรือตัวแปรใด แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และคำนึงถึงเรื่องที่เป็นประโยชน์จะทำให้โครงการวิทยาศาสตร์มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมถึงการขอคำปรึกษาจากครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องด้วย การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้นักเรียนได้แนวคิดที่จะกำหนดขอบข่ายของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น สามารถออกแบบ และวางแผนดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสม ก่อนลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์

3. การเขียนเค้าโครงการวิทยาศาสตร์ เค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวคิด แผนงานและขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบ ซึ่งประกอบด้วย

1) ชื่อโครงการวิทยาศาสตร์ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรง และมีความเฉพาะเจาะจง

2) ชื่อผู้ทำโครงการ

3) ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

4. ที่มาและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายเหตุผลที่มีความสำคัญ มีหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เป็นเรื่องใหม่หรือขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากที่ผู้อื่นทำไว้หรือทำซ้ำเพื่อตรวจสอบ

5. จุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า มีความเฉพาะเจาะจง และเป็นสิ่งวัดได้ และบอกขอบเขตของงานที่ทำได้ชัดเจน

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผล คือ มีทฤษฎีหรือ

หลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับ และที่สำคัญเป็นข้อความที่มองเห็นแนวดำเนินการทดลองหรือสามารถตรวจสอบได้

7. วิธีการดำเนินงาน

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้มาจากที่ไหน อุปกรณ์อะไรบ้างที่จำเป็นต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำ อะไรบ้างที่ต้องขอยืม

7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า อธิบายว่าเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองอะไร อย่างไรจะสร้าง หรือประดิษฐ์อะไรอย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บอย่างไรและเมื่อใด

7.3 แผนปฏิบัติงานอธิบายกับกำหนดเวลาเริ่มต้น และเวลาเสร็จการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

7.4 ลงมือทำโครงการงาน เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของเค้าโครงของโครงการงาน วิทยาศาสตร์ที่ผ่านความคิดเห็นชอบจากครูผู้สอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การค้นคว้าเอกสาร ควรมีการตรวจสอบผลการทดลองด้วยการทดลองซ้ำ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และสรุปผลการศึกษาอภิปรายผลในระหว่างที่นักเรียนทำโครงการงาน ครูผู้สอนต้องดูแลการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิดสม่ำเสมอหากมีปัญหาใดๆ จะได้ช่วยแนะนำหรือเสนอแนวทางแก้ไข และอำนวยความสะดวกในการจัดหาสื่อวัสดุอุปกรณ์ สำหรับเวลาในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ขึ้นอยู่กับเวลาและโอกาส

7.5 การเขียนรายงาน เมื่อดำเนินการทำโครงการงานจนครบขั้นตอนได้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งแปลผล และสรุปผลแล้ว จึงเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการงานเป็นวิธีการสื่อความหมาย ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งเพื่อให้คนอื่นได้เข้าใจ แนวคิด วิธีการดำเนินงาน การศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ตลอดจนสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับโครงการงานนั้นๆ

การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆ ตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการงาน
2. ชื่อผู้ทำโครงการงาน
3. ชื่อที่ปรึกษา
4. บทคัดย่อ อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการงาน วัตถุประสงค์วิธีการดำเนินงาน และผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อพอเข้าใจ
5. ที่มาและความสำคัญของโครงการงาน
6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

7. สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

8. วิธีการดำเนินการ แยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ

- 1) วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
- 2) วิธีการดำเนินการทดลอง

9. ผลการศึกษาค้นคว้า เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ด้วย

10. สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่าข้อมูลที่ได้นับสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ ควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการ หรือข้อสังเกตที่สำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข หากมีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเรื่องต่อไปนี้อีกในอนาคต

11. คำขอบคุณ ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้น เพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือ จึงควรกล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการสำเร็จด้วย

12. เอกสารอ้างอิง เป็นการอ้างถึงหนังสือหรือเอกสารต่างๆ ที่ผู้ทำโครงการใช้ค้นคว้าหรืออ่านเพื่ออ่านเพื่อศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการ

6) การแสดงผลงาน การแสดงผลงาน เป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ เรียกว่า เป็นงานขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงผลผลิตของงาน ความคิดและความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงการได้ทุ่มเทลงไป และเป็นวิธีการให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานนั้นๆ การแสดงผลงานอาจทำรูปแบบต่างๆ เช่น นิทรรศการ ซึ่งมีทั้งรูปแบบการจัดแสดงและอธิบายด้วยคำพูด หรือรูปแบบการจัดแสดงโดยไม่มีการอธิบายประกอบหรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า ซึ่งควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญต่อไปนี้

- 1) ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษา
- 2) คำอธิบายย่อๆถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการและความสำคัญของโครงการ
- 3) วิธีการดำเนินการ โดยเฉพาะขั้นตอนที่เด่นและสำคัญ
- 4) การสาธิตหรือแสดงผลงานที่ได้จากการทดลอง
- 5) ผลการสังเกตและข้อมูลเด่นๆที่ได้จากการทดลอง

1.5 ขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2557, น.9-64-65) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการว่า ผู้สอนต้องดำเนินการและแสดงบทบาทของตนเองอย่างเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหรือแสดงผลงานอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน แบบโครงการ

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1. ศึกษาความหมายและประเภทของโครงการ	1. ให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงการ พร้อมนำเสนอตัวอย่างโครงการแต่ละประเภท ด้วยวิธีการที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน	1.1 บอก/อธิบายความหมายของโครงการลักษณะเฉพาะของโครงการแต่ละประเภท 1.2 แสดงการแยกแยะโครงการแต่ละประเภทได้
2. สำรวจเรื่องที่จะทำโครงการ	2.1 ให้แนวคิดในการสำรวจหัวข้อเรื่อง 2.2 ให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างและหัวข้อปัญหาที่ทำโครงการ 2.3 ให้ผู้เรียนฝึกคิดชื่อเรื่องโครงการ 2.4 ให้ผู้เรียนนำเสนอชื่อโครงการ 2.5 ให้ผู้เรียนศึกษาบทคัดย่อของโครงการประเภทต่างๆ	2.1 บอกเล่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเรื่องที่จะทำโครงการ 2.2 เสนอชื่อเรื่องหลายๆ ชื่อที่สามารถทำเป็นโครงการได้ 2.3 บอกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาบทคัดย่อโครงการ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
3. วิเคราะห์โครงงาน	3.1 เสนอแบบวิเคราะห์และอธิบาย วิธีใช้แบบวิเคราะห์โครงงาน 3.2 ให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างการ วิเคราะห์โครงงาน 3.3 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์โครงงาน ประเภทต่างๆ	3. บอกรายการส่วนประกอบ และความสัมพันธ์เชื่อมโยง ภายในโครงงาน
4. ระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำ โครงงาน	4.1 ให้ความรู้หลักการพิจารณาหัวข้อ โครงงาน 4.2 ให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า บทความ/วารสาร/ข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลในชุมชน 4.3 ให้ผู้เรียนระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำ โครงงาน	4. ระบุเรื่อง/ปัญหาที่จะทำ โครงงานตามความสนใจ
5. ศึกษาเอกสารหรือ แหล่งข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับ โครงงาน	5. ให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการ ทำโครงงานและการเขียน เอกสารอ้างอิง	5.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องที่ต้องการทำโครงงาน 5.2 เขียนรายการ เอกสารอ้างอิงได้ถูกต้อง
6. ออกแบบการทดลอง/ วางแผนการดำเนินการทำ โครงงาน	6. ให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการ ทดลอง และวางแผนดำเนินการทำ โครงงาน	6. นำเสนอแผนการทดลอง/ แผนการดำเนินการทำ โครงงานตามหลักวิชาการ
7. เขียนเค้าโครงของ โครงงาน	7.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนเค้า โครงของโครงงาน 7.2 อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ของการเขียนเค้าโครงของโครงงาน 7.3 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการเขียน เค้าโครงของโครงงาน	7. เขียนเค้าโครงของโครงงาน ได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
8. ลงมือทำโครงการงาน	8.1 ให้ผู้เรียนลงมือทำโครงการงานตามแผนที่เสนอไว้ และให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำงานของตนเอง 8.2 รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของผู้เรียน	8. แสดงการปฏิบัติตามแผนของโครงการที่เสนอไว้
9. เขียนรายงานโครงการงาน	9.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงการงาน 9.2 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนรายงาน	9. เขียนรายงานโครงการงานได้ สอดคล้องกับข้อมูลและเรื่องที่ทำและถูกต้องตามหลักการเขียนรายงาน
10. เสนอผลงานและจัดแสดงผลงานโครงการงาน	10.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการแสดงผลงานโครงการงาน 10.2 ให้ผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโครงการงานโดยกำหนดการวางหัวข้อต่างๆ รวมทั้งข้อความที่ใช้ในการเสนอผลงาน	10. จัดนิทรรศการแสดงผลงานของโครงการ
11. อภิปรายผลการเรียนรู้จากการทำโครงการงาน	11.1 ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และประโยชน์จากการทำโครงการงาน 11.2 ให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกรับรู้ของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของการทำโครงการงาน	11.1 สรุปความรู้ที่ได้จากการทำโครงการงานได้ตรงประเด็น 11.2 บอกคุณค่าที่ได้จากการทำโครงการงาน

กล่าวโดยสรุปว่า ลำดับขั้นตอนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. สำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงการงาน
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำโครงการงาน
3. วางแผนการจัดทำโครงการงานและกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน การใช้วัสดุอุปกรณ์
4. เขียนเค้าโครงของโครงการงานทางวิทยาศาสตร์

5. ลงมือศึกษาทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล
6. เขียนรายงานโครงการทางวิทยาศาสตร์
7. นำเสนอผลงานของโครงการทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น.9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางปัญญาไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือเพราะเป็นการทำงานของสมอง

ลัดดา ภูเกียรติ (2544, น.44) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้ กระบวนการคิด ทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดซับซ้อนในระดับสูงขึ้น

สายพิน กองกระโทก (2552, น.44) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในการคิดเพื่อเสาะแสวงหาความรู้อย่างมีระบบและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะหลายๆ อย่าง ประกอบกันจนกระทั่งเกิดความชำนาญ

อุดมพร กันทะใจ (2546, น.11) กล่าวว่า ความสามารถในการฝึกฝน ปฏิบัติหรือ เลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว มีขั้นตอนเป็นระบบให้เกิด ความรู้ ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่สามารถคิดเพื่อเสาะแสวงหาค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาอย่างเป็น ระบบโดยใช้ทักษะทางปัญญา

2.2 ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลัดดา ภูเกียรติ (2547, น.292-319) ได้กำหนดประเภทของกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะพื้นฐาน หรือทักษะเบื้องต้น (Basic Science Process Skills)
ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 การสังเกต

1.2 การวัด

1.3 การจัดจำแนก

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาและสเปสกับสเปส

1.5 การคำนวณ

1.6 การสื่อความหมายข้อมูล

1.7 การสรุปอ้างอิง

1.8 การทำนายหรือการพยากรณ์

2. ทักษะขั้นบูรณาการ หรือ ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 9-13 ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.2 การตั้งสมมติฐาน

2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.4 การทดลอง

2.5 การตีความหมายและลงข้อสรุป

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS อ้างถึง ในพิมพ์นซ์ เดชะคุปต์, 2545, น.8) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ การสังเกต การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจำแนกประเภท การคำนวณหรือการใช้ตัวเลข การวัด การจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.3 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยทดสอบและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.74) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

2) การเลือกกิจกรรม/สถานการณ์ที่จะวัด หมายถึง การเลือกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับลักษณะกิจกรรม/สถานการณ์ที่จำเป็นขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าเป็นทักษะใด ใช้ในกิจกรรม/สถานการณ์ใด ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3) การสร้างตารางเพื่อกำหนดกิจกรรมและพฤติกรรม ทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่า จะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการ นอกจากนั้น ผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนน้อยเพียงใด

4) การเลือกแนวทางการออกข้อสอบในลักษณะของคำสั่ง/คำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนเหมาะสมกับวันของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

สมคิด พรหมจู้ (2557, น.13-110-13-114) กล่าวถึง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายข้อและทั้งฉบับพิจารณาจากอำนาจจำแนกของข้อคำถาม ความตรงและความเที่ยง

ปรีชา วงศ์สุริ (2547, น.241-334) ได้เสนอความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ตัวอย่างคำถามที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ และตัวอย่างคำตอบหรือพฤติกรรมของผู้เรียน

ตารางที่ 2.2 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ความหมาย	ตัวอย่าง คำถามคำสั่งที่ ทำให้ผู้เรียน เกิดทักษะ	ตัวอย่างคำถามคำสั่งที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำตอบหรือ พฤติกรรมของผู้เรียน										
กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์														
การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)	การตั้งสมมติฐานหมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง โดย อาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็น พื้นฐานคำตอบที่คิดหา ล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบหรือ ยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิด ไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็น ข้อความที่บอก ความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับ ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูก หรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ ภายหลัง การทดลองหาคำตอบเพื่อ สนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้	หาคำตอบ ล่วงหน้าก่อน การทดลอง โดยอาศัยการ สังเกตความรู้ และ ประสบการณ์ เดิม	-การให้ปุ๋ยแก่ฝรั่งพันธุ์กลม สาวี่ทางรากและทางลำต้น จะ ให้ผลต่างกันอย่างไร -ไถ่ที่กินหนอนกับไถ่ที่กิน ข้าวจะเจริญเติบโตต่างกัน อย่างไร จากการทดลองละลายสาร A ในน้ำ 50 cm ³ ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้ผลการทดลอง ดังนี้ <table><tr><th>อุณหภูมิ ของ น้ำ(C)</th><th>ปริมาตรของ สารที่ ละลาย ในน้ำ (g)</th></tr><tr><td>60</td><td>23</td></tr><tr><td>70</td><td>31</td></tr><tr><td>80</td><td>39</td></tr><tr><td>90</td><td>47</td></tr></table> ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำการละลาย ของสาร A เป็นอย่างไร กรอกน้ำใส่ท่อพลาสติก ประมาณครึ่งสาย จับปลายทั้ง สองข้างให้อยู่ในระดับ เดียวกัน สังเกตดูระดับน้ำ ทั้ง 2 ข้างเมื่อยกปลายทางขวา ให้สูงขึ้นแล้วเปลี่ยนยก	อุณหภูมิ ของ น้ำ(C)	ปริมาตรของ สารที่ ละลาย ในน้ำ (g)	60	23	70	31	80	39	90	47	-การให้ปุ๋ยแก่ฝรั่ง พันธุ์กลมสาวี่ทางลำ ต้นให้ผลดีกว่าให้ ทางราก -การให้ปุ๋ยแก่ฝรั่ง พันธุ์กลมสาวี่ทาง รากได้ผลดีกว่าให้ ทางลำต้น - การให้ปุ๋ยแก่ฝรั่ง พันธุ์กลมสาวี่ทาง รากและทางลำต้น ให้ผลไม่ต่างกัน - ไถ่ที่กินหนอนจะ เจริญเติบโตกว่าไถ่ที่ กินข้าว - ไถ่ที่กินข้าวจะ เจริญเติบโตกว่าไถ่ที่ กินหนอน -ไถ่ที่กินข้าวและไถ่ที่ กินหนอน - มากขึ้น - น้อยลง - คงเดิม - เป็นเช่นเดียวกัน - ไม่เป็นเช่นเดียวกัน - ได้ผลเช่นเดียวกัน - ได้ผลแตกต่างกัน
อุณหภูมิ ของ น้ำ(C)	ปริมาตรของ สารที่ ละลาย ในน้ำ (g)													
60	23													
70	31													
80	39													
90	47													

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ตัวอย่างคำถาม คำสิ่งที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำถามคำสิ่งที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำตอบ หรือพฤติกรรม ของผู้เรียน
กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์			ทางซ้ายให้สูงขึ้นบ้าง สังเกต ระดับน้ำทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ทั้งสองข้างอยู่ในระดับ เดียวกันเสมอ - ถ้าใช้ของเหลวชนิดอื่นแทน น้ำระดับของของเหลวทั้ง 2 ข้างจะเป็นเช่นเดียวกับน้ำ หรือไม่ - ถ้าเปลี่ยนขนาดของสาย พลาสติกให้ใหญ่ขึ้นจะได้ เช่นเดียวกันหรือไม่	
2. การกำหนด นิยามเชิง ปฏิบัติการ (Defining Operationally)	การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการหมายถึง การ กำหนดความหมาย และ ขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ ในสมมติฐานที่ต้องการ ทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือ วัดได้	กำหนดความหมาย และขอบเขตของ คำหรือตัวแปร ต่างๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้	- การเจริญเติบโตในที่นี้ หมายความว่าอย่างไร - น้ำสะอาดในที่นี้หมายความว่า อย่างไร	- น้ำหนัก เพิ่มขึ้น - ไม่มีสี ไม่มี กลิ่น ไม่มีรส ไม่มีเชื้อโรค
3. การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)	นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มี ผลต่อการทดลองด้วย ซึ่ง จะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กันมิเช่นนั้น อาจทำให้ผล การทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปรหมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ จะทำให้ผลการทดลอง	ชี้แจงและกำหนด ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและ ตัวแปรที่ต้อง ควบคุมได้	ในการทดลองเพื่อทดสอบ สมมติฐานที่ว่า “การให้ปุ๋ยแก่ ฝรั่งพันธุ์กลมสลีทางลำต้น ให้ผลดีกว่าทางราก” ในการทดลองนี้ - จะต้องจัดอะไรให้ เหมือนกันบ้าง (ถามให้ชี้แจง ตัวแปรที่ต้องควบคุม)	- ต้องใช้ต้นฝรั่ง สองต้นที่มีอายุ การเจริญเติบโต ความแข็งแรง สิ่งแวดล้อม ปริมาณน้ำและ ปุ๋ยตลอดเวลาที่ ให้เหมือนกัน

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ความหมาย	ตัวอย่างคำถาม คำสั่งที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำถามคำสั่งที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำตอบหรือ พฤติกรรมของผู้เรียน
	คลาดเคลื่อน ถ้าหากว่า ไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน		- จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ถามให้ชี้บ่งตัวแปรต้น) - เมื่อจัดสถานการณ์นี้แล้ว สิ่งที่เราจะต้องติดตามคือ อะไร (ถามให้ชี้บ่งตัวแปร ตาม)	- วิธีให้ปุ๋ยต่างกันคือ คันหนึ่งให้ทางลำต้น อีกคันหนึ่งให้ทาง ราก - ดูจำนวนผลฝรั่งที่ เกิดขึ้น จากแต่ละคัน ว่าต้นใดให้ผลดีกว่า
การทดลอง (Experimenting)	การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบ หรือ ทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง ไว้ ในการทดลองจะ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบ การ ทดลอง หมายถึง การ วางแผนการทดลองก่อน ลงมือทดลองจริงเพื่อ กำหนด 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่ง เกี่ยวข้องกับการกำหนด และควบคุมตัวแปร) 1.2 อุปกรณ์และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการ การทดลอง 2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือ ปฏิบัติการทดลองจริงๆ	1. ออกแบบการ ทดลอง โดย 1.1 กำหนด วิธีการทดลองได้ ถูกต้องและ เหมาะสมโดย คำนึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้อง ควบคุมด้วย 1.2 ระบุอุปกรณ์ และ/หรือสารเคมี ที่จะต้องใช้ในการ การทดลองให้ 2. ปฏิบัติการ ทดลองและใช้ อุปกรณ์ได้ ถูกต้องและ เหมาะสม	จากสมมติฐานว่า “ระยะที่ ปล่อยลูกบอลสู่พื้นดินยิ่งมาก ขึ้น ลูกบอลยิ่งกระดอนจาก พื้นสูงขึ้น” - นักเรียนคิดว่าจะทำการ ทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ข้อนี้ได้อย่างไร - ในการทดลองนี้ต้องใช้ อุปกรณ์อะไรบ้าง (การฝึกทักษะของนักเรียน ตอนนี้มักเป็นการสั่งให้ นักเรียน ลงมือปฏิบัติการ ทดลอง แต่อาจถามให้ นักเรียนบอกวิธีปฏิบัติหรือ วิธีใช้อุปกรณ์ได้ดังตัวอย่าง - ต้องใช้ไม้หนีบจับหลอด ทดลองตรงไหน - ขณะเผาสารในหลอด ทดลองจะต้องทำอะไรบ้าง	- ถือไม้เมตรตั้งฉาก กับพื้น ให้ด้าน 0 เซนติเมตร แตะพื้น ปล่อยลูกบอลกลิ้งไม่ เมตรที่ตั้งจากระยะ ความสูงจากพื้น 10,50,70 และ 90 เซนติเมตร โดยจด ความสูงที่ลูกบอล กระดอนไว้ทุกครั้ง - ต้องใช้ไม้เมตร 1 อัน และลูกบอล 1 ลูก - ตอนบนของหลอด ห่างจากปากหลอด ประมาณ 1 นิ้ว - หันปากทดลองไป ทางที่ไม่มีคนและ เลื่อนหลอดไปมา เล็กน้อย - ปิดขวดให้สนิท

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ตัวอย่างคำถามคำสั่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำถามคำสั่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ	ตัวอย่างคำตอบหรือพฤติกรรมของผู้เรียน										
		3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่นๆ	- ตักสารเคมีออกจากขวดแล้วต้องทำอะไร (การฝึกทักษะฯ ของนักเรียนตอนนี้ มักเป็นการสั่งให้											
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุปหมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ)	จากการทดลองละลายสาร A ในน้ำ 50 cm ³ ที่อุณหภูมิต่างๆ กันให้ผลการทดลอง ดังนี้	- 23 กรัม - 80 องศาเซลเซียส										
			<table><thead><tr><th>อุณหภูมิของน้ำ(C)</th><th>ปริมาณของสารที่ละลายในน้ำ(g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>60</td><td>23</td></tr><tr><td>70</td><td>31</td></tr><tr><td>80</td><td>39</td></tr><tr><td>90</td><td>47</td></tr></tbody></table>	อุณหภูมิของน้ำ(C)	ปริมาณของสารที่ละลายในน้ำ(g)	60	23	70	31	80	39	90	47	- 8 กรัม (หาได้จาก 47 ลบด้วย 39)
	อุณหภูมิของน้ำ(C)	ปริมาณของสารที่ละลายในน้ำ(g)												
	60	23												
	70	31												
	80	39												
	90	47												
		2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่		- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการละลายสาร A จะมากขึ้น										
			- ที่อุณหภูมิ 60°C สาร A ละลายน้ำได้กี่กรัม											
			- ขณะที่สาร A ละลายน้ำได้ 39 กรัม อุณหภูมิของน้ำเป็นเท่าไร											
		- ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส สาร A ละลายในน้ำได้ต่างกันเท่าใด												
		- จากข้อมูลในตารางเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการละลายของสาร A เป็นอย่างไร												

5. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายชื่อ

5.1.1 การตรวจสอบความยาก คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบขึ้นนั้นถูก จะนำคะแนนของผู้สอบมาจัดเรียงตามลำดับจากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุด แล้วแบ่งผู้สอบออกเป็นกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ ด้วยเทคนิคร้อยละ 25 ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

5.1.2 การตรวจสอบอำนาจจำแนกด้วยการทดสอบค่าที การตรวจสอบอำนาจจำแนกของข้อความในเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากคนกลุ่มสูงกับคะแนนที่ได้จากคนกลุ่มต่ำ เทคนิคกลุ่มสูงร้อยละ 25 และกลุ่มต่ำร้อยละ 25 ถ้าค่า t ของข้อความในข้อใดมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึงข้อความนั้นสามารถจำแนกจากผู้ตอบได้ แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนก สามารถนำไปใช้ได้

5.1.3 การตรวจสอบอำนาจจำแนกโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยการหาค่าความคงที่ภายในของข้อความ เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนรวมรายข้อกับคะแนนรวม ถ้าข้อคำถามข้อใดมีค่า r สูงเข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนกสูงสามารถนำไปใช้ได้

5.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ

5.2.1 การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ และความตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง ความสอดคล้องของเนื้อหาสาระของเครื่องมือกับเนื้อหาสาระที่ต้องการวัด เป็นการพิจารณาว่าข้อคำถามของแบบวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาครอบคลุมครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการวัดหรือข้อคำถามมีเนื้อหาสอดคล้องกับนิยามหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ถ้าค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัดหรือนิยามของสิ่งที่ต้องการวัด

2) ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่วัดได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และให้ผลสอดคล้องกับการวัด ซึ่งนำมาเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกระบวนการในการตรวจสอบ ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ มีดังนี้

(1) นำเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกข้อมูลไว้

(2) นำเครื่องมืออื่น ที่เชื่อถือได้ว่าวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกันกับเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเดิม ข้อ 5.1.2 แล้วบันทึกข้อมูล

(3) วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูล ในข้อ 5.1.2 และ 5.1.3 โดยใช้สูตรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับข้อมูล

3) ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เป็นการแสดงหลักฐานความตรงที่เกี่ยวข้องกับการวัดด้านทักษะว่าเครื่องมือวัดทักษะมีความตรงเชิงโครงสร้างนั้นที่กำหนดขึ้นเป็นสมมติฐานได้ ซึ่งสามารถแสดงหลักฐานได้จากกลุ่มตัวอย่างที่แจ้งชัดว่าต่างกันสองกลุ่ม การนำเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไปให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มดังกล่าว แล้วนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบค่าที (t - test) ถ้าพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างมามีความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ

5.2.2 การตรวจสอบความเที่ยง หมายถึงความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัด การตรวจสอบเครื่องมือทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) ความเที่ยงเชิงความคงที่ เป็นการวิเคราะห์ผลของการวัดด้วยเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซ้ำ 2 ครั้ง ว่าได้ผลการวัดคงเดิมหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ถ้าค่าสัมพัทธ์สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญ แสดงว่าเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนั้นมีความเที่ยง

2) การตรวจสอบความเที่ยงเชิงความสัมพันธ์สอดคล้องภายในพิจารณาจากความสอดคล้องของข้อความถามจากเครื่องมือชุดเดียวกัน ซึ่งได้จากการวัดกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว แล้วนำผลการตอบมาคำนวณค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha)

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของปัญหา

เรย์ (Reys,1995:54) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่จำเป็นต้องหาวิธีการหรือทางออกให้กับปัญหานั้นๆ อย่างมีลำดับขั้นตอน

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1996:3) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่แต่ละบุคคล จะต้องเผชิญเพื่อต้องการหาทางแก้ไขเหตุการณ์นั้น หรือสถานการณ์ที่แต่ละบุคคลไม่สามารถที่จะหาทางออกได้ทันทีทันใด

คานโตว์สกี (Kantowski, 1990:195) กล่าวว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ซึ่งแต่ละบุคคลเผชิญแล้วผู้เผชิญต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกันจึงมองแนวทางในการแก้ปัญหา

สคไล เตียนพลกรัง (2548, น.20) กล่าวว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยทราบคำตอบมาก่อน ยังไม่สามารถหาทางออกได้ ต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันจึงจะสามารถหาทางออกได้ ซึ่งในการหาคำตอบต้องใช้ความรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผ่านกระบวนการที่มีขั้นตอน

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ใหม่ที่บุคคลต้องเผชิญแล้วยังไม่สามารถหาทางออกได้ในขณะนั้น การจะแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อนำมาหาแนวทางในการแก้ปัญหา

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหา

จากที่นักการได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหาไว้สามารถสรุปได้ดังนี้

กู๊ด (Good,1973 p.44) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหที่สามารถพบได้ในทุกสถานการณ์ การแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยากลำบากหรือยุ่งยากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ชาร์ฟเทล (Shaftel, 1982 p.31 อ้างถึงในสคไล เตียนพลกรัง. 2548, น.21) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหา คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคล โดยที่สถานการณ์นั้นเป็นปัญหาและอุปสรรค ดังนั้น ผู้ที่แก้ปัญหานั้นจะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ๆ การเรียนการสอน เพื่อให้สามารถแก้ปัญหานั้นจะต้องใช้สถานการณ์ สอนให้นักเรียนคิด

ตั้งสมมติฐานเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และลงข้อสรุปตั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้ และได้ใช้ความคิดหลายๆ ทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.109) ได้ระบุความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นถึงการมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้ และการเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการหาวิธีการแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นหารูปแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหานั้นมาโดยใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนและมิติสัมพันธ์

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ในการแก้ไขอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่ยุ่งยากโดยการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่พร้อมทั้งศึกษารูปแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหามาโดยใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนและมิติสัมพันธ์

3.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, น.15-17) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้อย่างมีลำดับขั้นตอนของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์อาจใช้ครบทุกขั้นตอนหรือใช้เพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แล้วข้ามไปใช้ขั้นตอนอื่นๆ ก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้รับคือผลที่ได้จากการทำงานจนสำเร็จลุล่วงไป โดยเริ่มต้นจากการเผชิญปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหานั้นจนแก้ปัญหาได้สำเร็จ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้นจะได้ผลหรือได้ความรู้ที่เชื่อถือได้ ไม่ใช่ความรู้ หรือความเชื่อที่ได้มาโดยบังเอิญ หรือยึดถือกันมาตามขนบธรรมเนียมประเพณี ประสบการณ์ความคิดเห็นส่วนตัว หรือการลองผิดลองถูก การแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบันว่าเป็นความรู้ที่เชื่อถือได้ มีความเที่ยงตรงไม่ยึดอารมณ์ ความเชื่อ ค่านิยม และอคติเป็นบรรทัดฐาน เป็นการแสวงหาความจริงตามวิธีที่มีระบบขั้นตอน มีหลักฐานที่ได้จากการพิสูจน์ มีการนำวิธีการของหลักเหตุผลที่อุปนัย และนิรนัยมาผสมผสานกัน โดยมีกระบวนการลำดับขั้นตอนการแสวงหาความรู้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา มีปัญหาและเป็นปัญหาที่กำลังเผชิญ
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนว่าคำตอบของปัญหาคืออะไร

อะไร

3. ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นการหาหลักฐานมาพิสูจน์ด้วยการสังเกต ทดลอง ศึกษา ค้นคว้าเพื่อหาข้อสรุปว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

4. ขั้นสรุปผล เป็นการหาผลลัพธ์คือการยอมรับ หรือปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งอาจส่งผลให้มีการสร้างปัญหาเพื่อพิสูจน์หรือศึกษาค้นคว้าต่อไป

ในเรื่องขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกัน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, น.8-9) ได้ขยายขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) ทำการทดลอง 4) สังเกตขณะทดลอง 5) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 6) ตรวจสอบข้อมูล และ 7) สรุปผลการทดลอง เมื่อนำข้อมูลการนำเสนอทั้งสองแบบมารวมกันจะได้ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล (ทำการทดลอง สังเกตขณะทดลอง รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบข้อมูล)
4. ขั้นสรุปผล

จากข้อมูลที่น่าสนใจข้างต้น พบว่า ในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการทำงานย่อยๆ อยู่ 4 ขั้นตอน ซึ่งจะเน้นไปที่การรวบรวมข้อมูลโดยใช้การทดลอง ซึ่งต้องมีการกำหนดตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามที่ชัดเจน และต้องมีการควบคุมตัวแปรควบคุม ซึ่งในบางกรณี ที่การทดสอบสมมติฐานไม่สามารถทำได้ด้วยการทดลอง การรวบรวมข้อมูลอาจใช้การสำรวจ หรือการสืบค้นด้วยวิธีต่างๆ ก็จะได้ข้อมูลที่น่าสนใจมาใช้ในการสรุปผลได้ แต่ในขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูล ก็ต้องมีการรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยเช่นกัน จะทำให้ได้การสรุปผลที่น่าเชื่อถือ

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น.27) ได้สรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานหรือการหาสาเหตุของปัญหา
3. วางแผนแก้ปัญหา
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐาน
6. สรุปผล

เวียร์ (Weir, 1974, p.18; อ้างถึงใน จริยรัตน์ ไซ้ช้าง. 2556, p.36) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

3.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สมคิด พรหมขุย (2557, น.13-110-13-114) กล่าวถึง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เป็นการตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อและทั้งฉบับ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นรายข้อได้แก่ ความยาก และอำนาจจำแนก การตรวจสอบข้อสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ความตรง และความเที่ยง

3.4.1 การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ และความตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึงความสอดคล้องของเนื้อหาสาระของเครื่องมือกับเนื้อหาสาระที่ต้องการวัด เป็นการพิจารณาว่าข้อคำถามของแบบวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาครอบคลุมครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการวัดหรือข้อคำถามมีเนื้อหาสอดคล้องกับนิยามหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ถ้าค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัดหรือนิยามของสิ่งที่ต้องการวัด

2) ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่วัดได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และให้ผลสอดคล้องกับการวัด ซึ่งนำมาเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกระบวนการในการตรวจสอบ ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ มีดังนี้

(1) นำเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกข้อมูลไว้

(2) นำเครื่องมืออื่นที่เชื่อถือได้ว่าวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกันกับเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเดิม ข้อ 1) แล้วบันทึกข้อมูล

(3) วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูล ในข้อ 1) และ 2) โดยใช้สูตรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับข้อมูล

3) ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เป็นการแสดงหลักฐานความตรงที่เกี่ยวข้องกับการวัดด้านทักษะว่าเครื่องมือวัดทักษะมีความตรงเชิงโครงสร้างนั้นที่กำหนดขึ้นเป็นสมมติฐานได้ ซึ่งสามารถแสดงหลักฐานได้จากกลุ่มตัวอย่างที่แจ้งชัดว่าต่างกันสองกลุ่ม การนำเครื่องมือทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไปให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มดังกล่าว แล้วนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบค่าที (t - test) ถ้าพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างมามีความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ

3.4.2 การตรวจสอบความยาก คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบขึ้นนั้น ถูกจะนำคะแนนของผู้สอบมาจัดเรียงตามลำดับจากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุด แล้วแบ่งผู้สอบออกเป็นกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ ด้วยเทคนิคร้อยละ 25 ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

3.4.3 การตรวจสอบอำนาจจำแนกด้วยการทดสอบค่าที การตรวจสอบอำนาจจำแนกของข้อความในเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากคนกลุ่มสูงกับคะแนนที่ได้จากคนกลุ่มต่ำ เทคนิคกลุ่มสูงร้อยละ 25 และกลุ่มต่ำร้อยละ 25 ถ้าค่า t ของข้อความในข้อใดมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึงข้อความนั้นสามารถจำแนกจากผู้ตอบได้ แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนก สามารถนำไปใช้ได้

3.4.4 การตรวจสอบความเที่ยง หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัด การตรวจสอบเครื่องมือทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) ความเที่ยงเชิงความคงที่ เป็นการวิเคราะห์ผลของการวัดด้วยเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซ้ำ 2 ครั้ง ว่าได้ผลการวัดคงเดิมหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญ แสดงว่าเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนั้นมีความเที่ยง

2) การตรวจสอบความเที่ยงเชิงความสัมพันธ์สอดคล้องภายใน พิจารณาจากความสอดคล้องของข้อคำถามจากเครื่องมือชุดเดียวกัน ซึ่งได้จากการวัดกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว แล้วนำผลการตอบมาคำนวณค่าความเที่ยง โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 มีขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบทดสอบ 1 ฉบับให้ผู้สอบทำและตรวจให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

(2) คำนวณหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อ (คือค่าความยากของข้อสอบรายข้อ; p) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมของผู้สอบ

(3) นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาหาความเที่ยงโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

สรุปได้ว่าการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการต้องมีการกำหนดตัวชี้วัด เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นช่วงของการประเมินผลย่อยเพื่อประเมินความก้าวหน้าของตัวชี้วัดทำให้ผู้สอนสามารถนำไปสู่พฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกมาตรงตามจุดประสงค์นั้นที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ด้วยวิธีการที่หลากหลายเช่น การวัดด้วยแบบทดสอบ เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ประภาภรณ์ ลังกาสีทธิ์ (2552) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธรรมราชศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฑาภรณ์ อุมาสะ (2556) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตอำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จินตนา รุ่งเรือง (2556) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มโรงเรียนขยายโอกาส สำนักงานเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร พบว่าหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 83.05 สูงกว่าคะแนนตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ปรีชา เต็มชุมพล (2556) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาเริ่มต้น โครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์จำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราษฎร์อนุสรณ์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเริ่มต้นโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน

รัฐราษฎร์อนุสรณ์ ที่เรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อมรรัตน์ นามบุญ (2557) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองสาหร่าย จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เครือดาว ขำหินตั้ง (2552) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) คิดเป็นร้อยละ 85.71 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญสม นุชสาย (2551, น. 88) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านถนน (ประสมทรัพย์ประชานุกุล) จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริพร ก้อนเงิน (2553, น. 88) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาทาน หักประชานุสรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงาน วิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ฮูเวอร์ (Hoover, 1999) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนรู้ 3 แบบที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ได้ โดยทำการทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนด้วยการอธิบายตัวอักษรอย่างเดียวก่อน กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยการอธิบายตัวอักษรและตาราง กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยการอธิบายตัวอักษรและแผนผังที่เป็นระบบโดยมีการนำเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กลูโคส พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

บัตโซว์ (Butzow, 1971, p.81) ได้ทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพได้ศึกษาทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คนโดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอบและหลังการสอน พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองครั้งมีความแตกต่างกัน นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต เปรียบเทียบจัดจำแนกประเภท การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น และยังพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

กรีนวูด (Greenwood, 2000, p.377) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานในชั้นเรียนระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ภายใต้สภาวะของสภาพแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบัน และผลจากการทดลองใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงงาน ปรากฏว่า ได้พบคุณประโยชน์และปัญหาที่จะสามารถนำวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานไปใช้ในการจัดชั้นเรียนให้ประสบความสำเร็จได้

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง