

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตอำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. โครงงานวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.2 หลักการของการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.3 จุดมุ่งหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.5 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.6 ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.7 ขั้นตอนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3.1 การสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

- 3.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 3.4 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4.1 การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. โครงการงานวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ (Science Project)

โครงการงานวิทยาศาสตร์ (Science Project) เป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน มีความหมาย ดังนี้

ธีระชัย ปุณณะโชติ (2531:1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีครูผู้ให้คำแนะนำรวมทั้งให้คำปรึกษาในทุกเรื่องตั้งแต่การเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง การพานักเรียนไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องเพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์

นันทิยา บุญเคลือบ (2528:46) ได้ให้ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อตอบคำถามที่สงสัยซึ่งปัญหาที่จะศึกษาต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ มีระบบการศึกษาเพื่อหาคำตอบอย่างเป็นระบบตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ทั้งนี้โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้นๆ เป็นที่ปรึกษา คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

พนัธ ทองชุมนุญ (2547:257) ได้สรุปไว้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ตอบสนองความสนใจของผู้เรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครูอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์นั้นจะทำการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และอาจจัดเป็นกิจกรรมในหลักสูตรหรือกิจกรรมเสริมหลักสูตรในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2540:1) กล่าวว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบการเขียนรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยมีครู อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

พิสมัย มิ่งฉาย (2543:21) กล่าวถึงโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามความสนใจอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน และต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาของตนเองอย่างเต็มศักยภาพด้วยการปฏิบัติจริง ตามวิธีการวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำของครูที่ปรึกษา

วินัย คำสุวรรณ (2543:7) ให้ความหมายไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดระบบสืบเสาะหาความรู้ การสร้างความรู้หรือการแสดงรายละเอียดการทำงานที่นำไปสู่การตอบปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะโครงการอาจทำคนเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ที่มีสมาชิกสองถึงสามคน ภายใต้การให้คำแนะนำปรึกษาจากครูผู้สอน โครงการอาจนำไปสู่การอธิบายให้หมดข้อสงสัย เป็นการขยายความเชิงความรู้อย่างกว้างขวางหรือมีการประยุกต์ความคิดรวบยอดได้อย่างเหมาะสม

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาพะ ทิพย์ศิริ (2543: 6) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นงานวิจัยเล็กๆ ของนักเรียนที่ศึกษาทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาก็ได้ โครงการวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียน ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้ ตอบปัญหาที่สงสัยอยากรู้ โดยนำวิธีการวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้งานจนสำเร็จ

วรรณุช อิศริยงกุล (2548: 13) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นงานวิจัยเล็กๆ สำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นระบบเป็นขั้นเป็นตอน และต่อเนื่องภายใต้คำแนะนำ การกระตุ้นความคิด กระตุ้นการทำงาน จากครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ

สายพิน กองกระโทก (2552: 31) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครู อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ โครงการวิทยาศาสตร์นั้นจะทำการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล และทำในหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

จากความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ผู้เรียนสนใจ โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการตอบปัญหาที่ตนเองสงสัย อยากรู้ด้วยตนเองโดยมีครู อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา

1.2 หลักการของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุระณะโชติ (2538:1) กล่าวถึงหลักการของการจัดกิจกรรมโครงการ ไว้ดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่ม วางแผน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผน การศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง การสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิได้เน้นการส่งเข้าประกวด

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 257-258) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีหลักการสำคัญที่ผู้สอนต้องคำนึง ดังต่อไปนี้

1. ด้านการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มในการวางแผนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาคอยชี้แนะแนวทาง
2. ด้านกระบวนการการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือการเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผน การทดลอง การรวบรวมข้อมูลและการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นด้วยตนเอง
3. ด้านการฝึกนักเรียน ให้รู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

สุนันท์ บุราณมัย และคณะ (2542:47) กล่าวถึงหลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่กำหนดปัญหาที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง และการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักศึกษา นักเรียน รู้จักวิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเอง มากกว่าการส่งเข้าประกวดเพื่อหวังรางวัล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 2) ได้กล่าวถึงหลักการของกิจกรรมของโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสนใจและระดับความรู้และความสามารถ
2. เป็นกิจกรรมที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาข้อสงสัย

3. นักเรียนเป็นผู้วางแผนการศึกษา ค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการปฏิบัติการทดลองหรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษา

4. เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากหลักการสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ดังนี้คือ เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยนักเรียนเป็นผู้ริเริ่มวางแผน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตลอดจนหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยมีครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิให้คำปรึกษา เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาด้วยตนเองและอาศัยกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 จุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

ในการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำให้ชัดเจนตามแนวทางของหน่วยงานที่รับผิดชอบจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ธีระชัย ปุณณะโชติ (2531:4) และ เสน่ห์ ทิมสุกใส (2542:168) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง ในการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตของความรู้และประสบการณ์ ตามระดับชั้นของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและสนใจในงานวิทยาศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และมีโอกาสที่จะแสดงออก
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531:2) ได้กำหนด
จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่สนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่น

จากจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เพื่อให้
นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา และได้พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น

1.4 ความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์

การสอนแบบโครงการ เป็นการสอนแบบหนึ่งในหลายๆ แบบ ที่เชื่อว่าจะช่วยให้
ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานหรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ช่วย
เสริมสร้างความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัยในตนเองได้เป็นอย่างดี

พันธุ์ ทองชุมนุม (2547:258-259) กล่าวว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้
นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะที่สำคัญๆ ในการศึกษาค้นคว้า
ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์กล่าวโดยสรุปได้
ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของหลักสูตร การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
สัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ในการแสวงหาความรู้ด้วย
ตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และ
ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
4. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่ตนที่สนใจเป็นพิเศษได้อย่าง
ลึกซึ้งกว่าการเรียนแบบปกติ

6. ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้กับนักเรียน
7. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์
8. ช่วยพัฒนาให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้
9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบและสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
10. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนให้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น
11. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชน และสามารถเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ชุมชนสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540:275) วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาพะ ทิพย์ศิริ (2543:8) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544:3) ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้ฝึกระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบต่อตนเองและหมู่คณะ ฝึกการเป็นผู้นำและ ผู้ตามที่ดี
2. นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความชื่นชมในผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. นักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่นและเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
5. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้คิดอย่างมีอิสระ การคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการช่วยพัฒนานักเรียนแต่ละคนให้ถึงจุดสูงสุด
6. นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเป็นผู้มีวิจรรย์ญาณ
8. นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ทางสร้างสรรค์
9. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับครู และครูกับนักเรียนให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น
10. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

นอกเหนือจากการที่นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรงแล้ว การเรียนโดยวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ยังส่งผลต่อนักเรียนด้านอื่นๆ อีกมากมายหลายด้าน (พันธ์ ทองชุมนุม 2547:272-273) สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา

นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าความรู้ดังกล่าวทั้งจากการศึกษาเอกสารต่างๆ เพื่อมาประกอบความรู้นั้น รวมทั้งความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนั้น

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่างๆอย่างเต็มที่จากการทำโครงงาน เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบ การทดลองและควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล การใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการเขียนรายงานโครงงาน เป็นต้น สิ่งดังกล่าวล้วนแต่ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในทักษะด้านต่างๆ เหล่านั้นเป็นอย่างดี

3. ความสามารถในการถ่ายโยงกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหา

จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองตลอดโครงการที่ทำ โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญคอยเพียงแต่ให้คำแนะนำเท่านั้น ซึ่งหากว่านักเรียนได้มีโอกาสกระทำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง ก็จะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่เกิดความสงสัย จนสามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ด้วย

4. เจตคติ

การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนสนใจจะศึกษาเอง ลงมือศึกษาค้นคว้าเองและพบคำตอบของปัญหาดังกล่าวด้วยตนเองเช่นนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจต่อวิชานั้นๆ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การที่นักเรียนลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ได้เผชิญกับปัญหาต่างๆ และแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเองและค่อยๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นเจตคติดังกล่าว ได้แก่ การที่ชอบเกิดความสงสัยในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างสม่ำเสมอ มีเหตุผลและจิตใจที่กว้างในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีความซื่อสัตย์และอดทน เป็นต้น

5. คุณสมบัติด้านอื่นๆ

การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่นๆ ให้แก่นักเรียนอีก เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ และทักษะในการร่วมงานกับบุคคลอื่นๆ ได้

จากความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นโดยสรุปได้ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ทั้งในด้านของเนื้อหาสาระของเรื่องที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาหาความรู้ ตลอดจนเกิดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาความสามารถทางการคิด ความสามารถในการทำงานให้แก่ผู้เรียน อีกทั้งเป็นการสร้างความสัมพันธ์โรงเรียนกับชุมชนอีกด้วย

1.5 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณะโชติ (2531: 5-9) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2546:283-284) และไสว พักขาว (2540:17-20) ได้กล่าวถึงประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงการประเภทสำรวจ (Survey Research Project)
 2. โครงการประเภททดลอง (Experimental Research Project)
 3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Research Project or Invention Project)
 4. โครงการประเภทการสร้างหรือการอธิบายทฤษฎี (Theoretical Research Project)
- ธีระชัย ปุณณะโชติ (2531: 5-9) ได้กล่าวถึงประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภทดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงการประเภทสำรวจ (Survey Research Project) เป็นกิจกรรมการศึกษาถึงแวดล้อมต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อความรู้ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ตามธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือเห็นความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่ต้องการการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระอาจทำได้หลายลักษณะ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การจำลองเพื่อสังเกตและศึกษาข้อมูลต่างๆ

2. โครงการประเภททดลอง (Experimental Research Project) เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงการประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การ

ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรต่างๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรมีการแปลผลและสรุปผล

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Research Project or Invention Project) เป็นการพัฒนาหรือปฏิบัติเครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ อาจประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิมรวมทั้งเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา

4. โครงการประเภทการสร้างหรือการอธิบายทฤษฎี (Theoretical Research Project) เป็นโครงการที่เสนอแนวความคิดใหม่ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือสนับสนุนหรือหากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปการอธิบายสูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนการทำโครงการประเภทนี้ ผู้ทำต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีจะต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

ไสว พักขาว (2540: 17-20) ได้กล่าวถึงประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภทดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงการประเภทการสำรวจ เป็นการรวบรวมปัญหาจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมเพื่อการศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบ และสื่อความหมายแล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ การทำโครงการประเภทนี้ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรหรือควบคุมตัวแปร ตัวอย่างเช่น การสำรวจพฤติกรรมด้านต่างๆ ของสัตว์ในธรรมชาติ การสำรวจทิศทาง และอัตราเร็วลมในท้องถิ่นต่างๆ และการศึกษาสำรวจมลพิษของอากาศในแหล่งต่างๆ

2. โครงการประเภททดลอง เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดย การออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง ลักษณะของโครงการประเภทนี้คือมีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในสนามแม่เหล็ก และการศึกษาฮอร์โมนเพศชายในสัตว์เพศเมีย

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นการพัฒนาหรือการประดิษฐ์หรือสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอยโดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ดังกล่าว อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือ

การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ หรืออาจเป็นการเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ไขปัญหาหนึ่งก็ได้ ตัวอย่างเช่น เครื่องเตือนอัคคีภัยระบบความดัน การประดิษฐ์เครื่องร้อน และบ้านยุคนิวเคลียร์

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบายเป็นโครงการที่เสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่นตลอดจนข้อมูลต่างๆ สนับสนุนทฤษฎีดังกล่าวอาจใหม่หรือขัดแย้งหรือขยายแนวความคิด หรือคำอธิบายเดิมที่มีผู้ให้ไว้ก่อนแล้วก็ได้ อาจเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่า ในแนวใหม่อาจเสนอในรูปของคำอธิบาย สูตรหรือสมการก็ได้ แต่จะต้องมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นมาสนับสนุนอ้างอิงตัวอย่างเช่น กำเนิดของทวีปและมหาสมุทร

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542: 9) โครงการวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ เช่นเดียวกับการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งตามลักษณะของกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงการประเภทการสำรวจ รวบรวมข้อมูล

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบเพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นการปฏิบัติตามโครงการนี้ ผู้เรียนจะต้องไปศึกษา รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่นแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างเช่น การสำรวจประชากร พืช สัตว์ หินแร่ ฯลฯ ในชุมชนการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกในชุมชน ตัวอย่างเช่น การสำรวจความต้องการเกี่ยวกับอาชีพของชุมชนการสำรวจมลภาวะในชุมชน และการศึกษาanamชื่อบ้าน

2. โครงการที่เป็นการค้นคว้า ทดลอง

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเรื่องใด เรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงการในรูปของ การทดลองเพื่อศึกษาว่า ตัวแปรหนึ่ง จะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ การทำโครงการประเภทนี้ จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งวัตถุประสงค์ หรือสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปรผล และสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างเช่น การใช้ น้ำซักผ้ารดน้ำต้นไม้ การรดผ้าที่ประหยัดไฟฟ้า และวิธีการประหยัดน้ำประปาภายในบ้าน

3. โครงการงานที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่

โครงการงานประเภทนี้ เป็นโครงการงานที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือขัดแย้ง หรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือตามกติกา / ข้อตกลงที่กำหนดขึ้นมาเอง หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายข้อความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ ก็ได้โครงการงานที่เป็นการศึกษา ความรู้ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดนี้ ผู้ทำโครงการงานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี หรือต้องมีการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลมาประกอบอย่างลึกซึ้ง จึงจะทำให้สามารถกำหนดความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ ขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น การจัดทำปฏิทินประจำปี พลังงานแสงอาทิตย์ และความมหัศจรรย์ของตัวเลข 9

4. โครงการงานที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น

โครงการงานประเภทนี้ เป็นโครงการงานที่มีวัตถุประสงค์ คือการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงาน หรือการใช้สอยอื่นๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการงานนี้ อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น กว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบสำรวจแบบต่างๆ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่างๆ โครงการงานที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้นนี้จะครอบคลุมเรื่องต่างๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา สังคม อาชีพ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ ตัวอย่างเช่น เครื่องกรองดักไขมัน ถังไอโซน และเครื่องสีข้าวกลิ้ง

สรุปได้ว่าโครงการงานวิทยาสตรมีด้วยกันทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ โครงการงานประเภทสำรวจ ซึ่งเป็นโครงการงานที่ใช้การรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ในธรรมชาติแล้วนำมาสื่อความหมาย เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่ศึกษา โครงการงานประเภททดลอง เป็นการหาคำตอบของปัญหา โดยอาศัยการออกแบบการทดลองและศึกษาอิทธิพลของตัวแปร มีการแปลผลและสรุปผล โครงการงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ หรือประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่หรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิม โครงการงานประเภทการสร้างหรือการอธิบายทฤษฎี เป็นการนำความรู้หรือหลักการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนทฤษฎี

1.6 ขั้นตอนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ชวลิต สีหามาศย์ (2547:34-35) ได้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการทำแบบโครงการงานวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหา

ขั้นที่ 2 การวางแผนวิธีดำเนินงาน

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 310) ได้สรุปขั้นตอนการทำให้สำคัญดังนี้คือ

1. การคิดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงการ
3. การดำเนินการทำโครงการ
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

ลัดดา ภูเกียรติ (2553:10) ขั้นตอนของการทำโครงการประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1. การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่อง
2. การวางแผนในการทำโครงการ
- 3.การลงมือทำโครงการ
4. การบันทึกผลการปฏิบัติงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การนำเสนอโครงการ
7. การประเมินผลโครงการ

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2544 : 9-11) ได้กล่าวถึง จัดการเรียนรู้โครงการมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. การเลือกหัวข้อในการทำโครงการ
2. การออกแบบการทำงาน
3. การลงมือทำโครงการ
4. การเขียนรายงาน
5. การนำเสนอโครงการ
6. การวัดผลประเมินผล

สุนันท์ บุราณธรรม และคณะ(2542:52-56) กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการ

2. การเขียนเค้าโครงย่อ
3. ทำการทดลองเบื้องต้น
4. เขียนเค้าโครงจริง
5. ทำการศึกษาทดลองหรือเก็บข้อมูล
6. การเขียนรายงาน
7. การเสนอผลงาน

จากขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการทำ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเลือกหัวข้อหรือเรื่องที่จะศึกษา วางแผนดำเนินการ เขียนรายงาน แสดงผลงาน และประเมินผล

1.7 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน

จากการศึกษาการขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานของ นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์ และประจวบจิตร คำจตุรัส (2555 : 22-26) ได้ลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนที่ได้ชี้บทบาทของผู้สอนไว้อย่างชัดเจน เหมาะที่จะนำไปจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบ่งเป็น 11 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความหมายและประเภทของโครงงาน

ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงงาน และนำเสนอโครงงานแต่ละประเภท ด้วยวิธีการที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับผู้เรียน

2. สำรวจเรื่องที่จะทำโครงงาน

ครูให้แนวคิดในการสำรวจหัวข้อเรื่อง ให้นักเรียนยกตัวอย่างหัวข้อ ปัญหาที่ทำโครงงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดชื่อเรื่องโครงงาน โดยการนำเสนอชื่อเรื่องโครงงานและศึกษาบทความย่อของโครงงานประเภทต่างๆ

3. วิเคราะห์โครงงาน

เสนอแบบวิเคราะห์โครงงานและอธิบายวิธีใช้แบบวิเคราะห์โครงงาน และให้นักเรียนวิเคราะห์โครงงานประเภทต่างๆ

4. ระบุปัญหา / เรื่องที่จะทำโครงงาน

ให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการพิจารณาหัวข้อโครงงาน นักเรียนค้นคว้า บทความวารสาร ข้อมูลในชุมชน และระบุปัญหา / เรื่องที่จะทำโครงงาน

5. ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆเกี่ยวกับโครงงาน

ให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการทำโครงงาน และการเขียนเอกสารอ้างอิง

6. ออกแบบการทดลอง / วางแผนการดำเนินการทำโครงการ

ให้ผู้เรียนออกแบบการทดลอง และวางแผนการดำเนินการทำโครงการ

7. เขียนเค้าโครงของโครงการ

ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงของโครงการ อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการเขียนเค้าโครงของโครงการ และให้นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงการ

8. ลงมือทำโครงการ

นักเรียนลงมือทำโครงการตามแผนที่เสนอไว้ และบันทึกผลการทำงานของตนเอง และรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของผู้เรียน

9. การเขียนรายงานโครงการ

ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงการ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนรายงานโครงการ

10. เสนอผลงานและจัดแสดงผลงาน

ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการจัดแสดงผลงานโครงการ โดยผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโดยกำหนดการวางหัวข้อต่างๆ รวมทั้งข้อความที่ใช้ในการนำเสนอผลงาน

11. อภิปรายผลการเรียนรู้จากการทำโครงการ

ผู้เรียนสรุปผลการเรียนรู้ และประโยชน์จากการทำโครงการ ให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกลองของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของการทำโครงการ

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ศึกษาความหมายและประเภทของโครงการ
2. สำรวจเรื่องที่จะทำโครงการ
3. วิเคราะห์โครงการ
4. ระบุปัญหา/ เรื่องที่จะทำโครงการ
5. ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆเกี่ยวกับโครงการ
6. ออกแบบการทดลอง/ วางแผนการดำเนินการทำโครงการ
7. เขียนเค้าโครงของโครงการ
8. ลงมือทำโครงการ
9. การเขียนรายงานโครงการ
10. เสนอผลงานและจัดแสดงผลงาน
11. อภิปรายผลการเรียนรู้จากการทำโครงการ

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความหมายต่างกันหลายประการ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544:9) กล่าวว่าไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาเป็นทักษะทางปัญญาไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือเพราะเป็นการทำงานของสมอง

ลัดดา ภูเกียรติ (2544:291) กล่าวว่าไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้กระบวนการคิด ทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดซับซ้อนในระดับสูงขึ้น

สายพิน กองกระโทก (2552:44) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีระบบและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะหลายๆ อย่างประกอบกันจนกระทั่งเกิดความชำนาญ

อุดมพร กันทะใจ (2546: 11) กล่าวว่าความสามารถในการฝึกฝน ปฏิบัติหรือเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว มีขั้นตอนเป็นระบบให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนทางระบบการคิด เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ จึงต้องปลูกฝังนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (1970: 33 อ้างถึงในไพฑูรย์ ชุมแสงวาปี 2549 : 81) (American Association for the Advancement of Science-AAAS) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526: 1-5 อ้างถึงในทิพวรรณ ไกรนรา 2550 : 23-27) และลัดดา ภูเกียรติ (2547: 292-319) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทั้งสิ้น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะพื้นฐาน หรือทักษะเบื้องต้น (Basic Science Process Skill) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ทักษะที่ 1-8 ประกอบด้วย

1.1 การสังเกต

1.2 การวัด

1.3 การจัดจำแนกประเภท

1.4 การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับเวลา

1.5 การคำนวณ

1.6 การสื่อความหมายข้อมูล

1.7 การสรุปอ้างอิง

1.8 การทำนายหรือการพยากรณ์

2. ทักษะขั้นบูรณาการ หรือ ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Science Process Skill)

ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ทักษะที่ 9-13 ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.2 การตั้งสมมติฐาน

2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.4 การทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526: 1-5 อ้างถึงใน ทิพวรรณ ไกรนรา 2550 : 23-27) ได้ระบุความหมายและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะทั้ง 13 ทักษะดังนี้ คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ เช่น ชีbungและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ หรือบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย เช่น เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ หรือบอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นพวกรๆ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ เช่น เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกลสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกลสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ หรือบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการเรียงลำดับหรือแบ่งพวกลได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุ นั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุจะมี

3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง เช่น ชั่งรูป 2 หรือ รูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ วาดรูป 2 มิติ รูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ บอกชื่อรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น การนับ การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) การหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การแยกประเภท และการคำนวณหาใหม่ เช่น เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความถี่ให้เห็นกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป เช่น การพยากรณ์ทั่วไป การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ

9. การตั้งสมมติฐาน คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ และอื่นๆ เช่น สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร อักษร หรือคำต่างๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน เช่น สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่งๆ ส่วนการควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา เช่น สามารถชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวมจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง เช่น แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

จากการศึกษาประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งในการหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ การวัด เป็นการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง การจัดจำแนกประเภท เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งต่างๆ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา การคำนวณ เป็นการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย การสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความคิดเห็นของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล การพยากรณ์ เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ มาช่วยในการสรุปข้อมูล การตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม เป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการบอกความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ให้ตรงกัน การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้ การทดลอง เป็นการทดสอบสมมติฐาน โดยเริ่มจากการออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง รวบรวม จัดกระทำ สื่อความหมาย ตีความหมาย และลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

2.3 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 การสร้างเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 126) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1) การสร้างสถานการณ์

- (1) สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะต้องยากง่ายและมีเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม
- (2) ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย
- (3) สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะต้องไม่เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้
- (4) ถ้าเป็นเรื่องที่เป็นหน่วยการวัดต้องระบุให้ชัดว่าเป็นหน่วยใด

(5) สถานการณ์ที่ยกมาจะต้องสั้น กระชับ เข้าใจง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้คำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้ไม่ให้เกิดเวลาในการอ่านมากเกินไปจนเกินไป

2) การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- (1) ถามในสิ่งที่ต้องใช้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่อ่านเรื่องความรู้ความจำ
- (2) ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว
- (3) ใช้คำถามวัดคุณ บ่งชี้ว่าจะให้ตอบเรื่องใด
- (4) ข้อความที่จะให้ตอบในแต่ละข้อคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ตอบถูกควรให้คะแนนเป็น 1 ตอบผิดควรให้ 0

3) การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะคำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

สรศักดิ์ แพรดำ (2544:25) การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเชิงพฤติกรรมโดยผู้สอนต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจแล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมซึ่งจะมีภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ
2. เลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึงการเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียไม่ได้ในบทหนึ่งๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ทักษะนั้นเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ
3. สร้างตารางและกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม ทักษะซึ่งจะมีความมุ่งหมายที่กำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมอย่างละกี่ข้อจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนี้ผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่าข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนสำคัญน้อยเพียงใด
4. เลือกแนวทางในการออกข้อสอบควรจะต้องถือหลักว่าจะใช้ในการสอบแบบใดจึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเชิงพฤติกรรมโดยผู้สอนต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจแล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร สร้างเครื่องมือ ทดลองใช้ วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือการนำไปใช้จริง จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ อาจพบว่ายังมีคุณภาพไม่ตรงตามที่ต้องการ ควรทำการปรับปรุง และถ้ายังไม่แน่ใจว่าจะมีคุณภาพตามที่ต้องการหรือไม่ ต้องนำไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพจนได้คุณภาพตามที่ต้องการแล้วจึงนำไปใช้จริง

2.3.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไพศาล วรคำ (2552: 254) กล่าวว่าคุณภาพของเครื่องมือ หมายถึง คุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากและอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลักส่วนอำนาจจำแนกนั้นใช้เฉพาะแบบทดสอบและแบบสอบถามและความยากจะใช้เฉพาะแบบทดสอบเท่านั้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551: 134) กล่าวถึงเครื่องมือวัดที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ ดังนั้น ก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความยาก อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น เครื่องมือวัดผลบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพให้ครบทั้ง 5 ประการ แต่เครื่องมือบางชนิดอาจตรวจสอบเพียงบางประการแล้วแต่ลักษณะเครื่องมือ

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่าคุณภาพเครื่องมือ หมายถึง การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อการประเมินเป็นที่เชื่อถือได้นั้น ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น

1. ความยากและอำนาจจำแนก

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 138) กล่าวถึงความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้ ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่า ข้อสอบข้อนั้น มีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบนั้นก็มีความยากปานกลางข้อสอบที่ดี มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถ จำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่า คนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูกคนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคน

เก่ง กับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ไพศาล วรคำ (2552: 287) กล่าวถึงความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นถูกได้ ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกถ้ามีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากมีค่าดัชนีความยากต่ำ

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่าการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตร วิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers)

จากการศึกษาความหมายเกี่ยวกับความยากและอำนาจจำแนกของเครื่องมือสรุปได้ว่า ความยากหมายถึงคุณลักษณะของข้อสอบที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อสอบได้ถูกและอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ โดยใช้วิธีของ วิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) ในการประมาณค่าอำนาจจำแนก

2. ความเที่ยง

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล (2553 : 9-47) ความเที่ยง หมายถึง ความคงที่ของการวัด นั่นคือเมื่อนำเครื่องมือไปวัดแล้วผลที่ได้จากการวัดก็จะเหมือนเดิม

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551 : 134-135) ได้กล่าวถึงความเที่ยงว่าเป็นสมบัติของเครื่องมือ ที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ไพศาล วรคำ (2552 : 254) กล่าวว่า ความเที่ยง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด

จากการศึกษาวิธีการหาคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยง สรุปได้ว่า ความเที่ยง เป็นความคงที่ของเครื่องมือในการวัด สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาที่มุ่งวัด

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำว่า “เจตคติทางวิทยาศาสตร์” เป็นศัพท์บัญญัติที่แปลเทียบมาจากคำว่า “Scientific Attitude” มีที่ใช้เป็นครั้งแรกในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ก่อนหน้านั้นใช้คำว่า “ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์” โดยใช้เป็นครั้งแรกในหลักสูตร พุทธศักราช 2503 และใช้ต่อมาอีกในหลักสูตรฉบับต่าง ๆ มาจนถึงหลักสูตรฉบับ พุทธศักราช 2524

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545:103) ที่ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ เจตคติเป็นคุณลักษณะด้านหนึ่งที่เป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาเชิงศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้สึกลึกซึ้งโดยพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์จะเน้นที่เจตคติ 2 กลุ่ม คือเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยที่เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นอารมณ์ และโน้มเอียงไปในเชิงศีลปะ ในขณะที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติโน้มเอียงไปในทางเป็นเหตุผลและศาสตร์มากกว่าส่วน

สรศักดิ์ แพรดำ (2544:20) ได้สรุปว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมหรือแนวความคิดของบุคคล ที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจ หรือความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นในตัวบุคคลแล้วจะมีประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าหรือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังที่

สุคนธรักษ์ วงศ์คำขาว (2544 :12) สรุปว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์อันเป็นสิ่งที่แสดงออกให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญา หรือความคิดของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2542: 6-7) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นลักษณะท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกลึกซึ้งของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีเจตคติเป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิด หรือมีทักษะการคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของบุคคลที่แสดงออกถึงการใช้ความคิด การแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหาแนวโน้มการ

กระทำหรือแนวทางการเลือกกระทำของบุคคลที่เอื้อต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำเอาไปใช้ประโยชน์ ในการดำรงชีวิตการพัฒนาดตนเองและสิ่งแวดล้อม

3.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

กูลด์ (Gauld, 1992 : 111 – 121.อ้างถึงใน ลักษณะ ศรีวรจันท์ 2550 : 10-11) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจในงานทางวิทยาศาสตร์ และลอกเลียนแบบการทำงานเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตจริงด้วย
2. นอกจากการลอกเลียนแบบเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว เจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็ยังเป็นลักษณะของบุคคลที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วย เช่นเดียวกับที่มาตินและคณะ (Martin et al. 1994 : 203 อ้างถึงใน ลักษณะ ศรีวรจันท์ 2550 : 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติ ไว้ 3 ประการดังนี้

1. เจตคติเกิดขึ้นกับความพร้อมทางจิตใจ ถ้าเด็กเจตคติทางบวก เด็กจะรับรู้โนมิตี (Concept) เนื้อหาสาระ (Content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นเด็กที่ไม่พร้อมเด็กจะขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือกับสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติไม่ใช่สิ่งที่มีมาแต่กำเนิด กล่าวได้ว่า เจตคติสามารถเรียนรู้ได้และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดเจตคติ นอกจากนี้ เจตคติของเด็กสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เป็พลวัตร (Dynamic) อันเนื่องมาจากประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึกและเจตคติด้านสติปัญญา ซึ่งเจตคติทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ

ลัดดาวัลย์ กันหสุวรรณ (2539: 3) ที่กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนจะต้องได้รับการปลูกฝังเพราะถ้านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แล้วจะช่วยทำให้มีโอกาสเรียนวิทยาศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จและจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีได้

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2543: 13) ที่กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไป เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้นักบุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด รวมทั้งมีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำตลอดจนการตัดสินใจของบุคคลอื่นๆ ด้วย

จากความหมายของความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจเรียน และสามารถแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดีเพราะเห็นถึงประโยชน์ได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายโดยแท้จริงและช่วยให้เข้าใจถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเองและความถนัดเพื่อจะให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

3.3 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom 1970 อ้างถึงใน พัทธรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2550 : 263-266) ได้ระบุรายละเอียดพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น
2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความใจกว้าง
3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมุ่งไปสู่ความจริง
4. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกล้าได้กล้าเสีย
5. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีจุดหมาย
6. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความชัดเจน
7. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง
8. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอดทน
9. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจ
10. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี
11. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรับผิดชอบ
12. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น

พัธรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2550: 262) ได้สรุปคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็นเป็นความพอใจของบุคคลที่จะเผชิญกับสภาพการณ์ใหม่ๆ นักวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่างๆ และพร้อมที่จะค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ

2. ความมีเหตุผล ซึ่งความมีเหตุผลจะเป็นตัวกำหนดแนวทางของพฤติกรรมของบุคคลนักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความมีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้นตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้

3. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความเพียรพยายามมานะอดทน และไม่ท้อถอยเมื่อพบอุปสรรคต่างๆ มีความตั้งใจแน่วแน่ในการแสวงหาความรู้เมื่อได้คำตอบไม่ถูกต้องก็คิดค้นหาวิธีการใหม่จนได้คำตอบที่ต้องการไม่ว่าจะใช้เวลาพยายามกี่ครั้งก็ตาม

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความซื่อสัตย์ บันทึกข้อมูลไว้ตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้องซึ่งสามารถตรวจสอบได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่ทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบรอบคอบ จัดระบบในการทำงาน ใช้วิธีการศึกษาหลายวิธีในการตรวจสอบผลการทดลอง ใตร่ตรงวินิจฉัยวิเคราะห์อย่างละเอียดถี่ถ้วนในการทำงานก่อนตัดสินใจสรุปผล

6. ความใจกว้าง หมายถึง ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเมื่อมีเหตุผลสมควร นักวิทยาศาสตร์มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิจารณ์ ข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว

7. การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อสนับสนุนหลักฐานหรือข้ออ้างต่างๆ ก่อนตัดสินใจหรือลงข้อสรุปใดๆ หรือไม่ยอมรับความคิดเห็นด้านใดๆ โดยปราศจากข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ รู้จักแย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตน

8. การยอมรับในข้อจำกัด หมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริงที่พบในวันนี้ว่า อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต และไม่ยอมรับข้อสรุปใดๆ อย่างไม่มีเหตุผล

9. การยอมรับในสิ่งที่ค้นพบ หมายถึง ความพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูลสนับสนุนหรือได้รับการทดสอบแล้ว

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540 : 4 – 5) ที่กล่าวว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่างๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่ๆ

2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอย มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบ่วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีเหตุผลยอมรับในคำอธิบาย เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ ยอมรับประโยชน์ในการวางแผนในการทำงานและจัดระบบการทำงาน

6. ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองฝ่ายเดียว

รัตติยา วงศ์ชื่อ (2547: 25) ได้สรุปไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบ เป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน มีความต้องการที่จะถามว่า ทำไม และ อย่างไร

2. ความมีเหตุผล หมายถึง เชื่อในความสำคัญของเหตุผล แสวงหาเหตุผลของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ

3. ความเพียรพยายาม หมายถึง การทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว มีความแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้

4. ความใจกว้าง หมายถึง ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง เต็มใจที่รับรู้ความคิดใหม่ ๆ ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่คนอื่น

5. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง หมายถึง สังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวว่ามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ เป็นผู้มีความซื่อตรงยุติธรรม

6. ความละเอียดรอบคอบ หมายถึง ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจที่รวดเร็วเกินไป

จากการศึกษาเอกสารและทฤษฎีของลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปว่ามี 6 คุณลักษณะ ที่เป็นคุณลักษณะร่วม และมีความสอดคล้องที่พบได้จากการศึกษาค้นคว้าจะประกอบไปด้วย 6 ลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นการสนใจใฝ่รู้ในสิ่งใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอยู่เสมอ แล้วศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล
2. ความมีเหตุผล เป็นการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ก่อนที่จะให้การยอมรับหรือให้คำอธิบายใดๆ
3. ความอดทนและความพยายาม เป็นการอดทนต่อการโจมตีคัดค้านและความผิดพลาดต่างๆ ที่รอคอยคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีจิตใจมุ่งที่จะแสวงหาความรู้ไม่ทอดทิ้งอุปสรรค เมื่อมีความล้มเหลวก็พร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการศึกษาใหม่
4. ความซื่อสัตย์ เป็นการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง โดยการบันทึกผลการสังเกตหรือการทดลองด้วยความละเอียดถูกต้องตรงตามความเป็นจริง ซึ่งผู้อื่นสามารถตรวจสอบในความถูกต้องได้เมื่อมีข้อสงสัย
5. ความใจกว้างเป็นการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งอาจจะเป็นคำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลโดยมีข้อมูลที่เชื่อถือได้มากกว่าของตน แล้วเต็มใจที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือเปลี่ยนแปลงโดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน
6. ความเป็นระเบียบและความรอบคอบ เป็นการจัดระบบการทำงานโดยมีการวางแผนการทำงานและมีการทำงานอย่างเป็นระบบ อีกทั้งมีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

3.3 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 การสร้างเครื่องมือในการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือวัดแบบลิเคอร์ท มีดังนี้ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความรู้สึกรู้สึก ความคิดเห็นหรือเจตคติของคนต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดตัวแปรเกี่ยวเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ชัดเจน เช่น เจตคติของทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เสร็จแล้วจึงนิยามตัวแปรที่จะวัดให้ชัดเจน ที่เรียกว่านิยามเชิง

ปฏิบัติการ คำนิยามเกี่ยวกับเจตคติควรเขียนแสดงถึงพฤติกรรมหรือลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. รวบรวมข้อความจากเอกสารต่างๆ หรือสร้างข้อความขึ้นเอง ให้สอดคล้องหรือตรงกับคำนิยามตัวแปร เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ข้อความต่างๆ ที่รวบรวม หรือสร้างขึ้นเอง ต้องอยู่ภายใต้คำนิยามที่กำหนดไว้ในข้อ 1 ข้อความที่รวบรวมหรือสร้างขึ้นเองควรมีลักษณะดังนี้

- 2.1 ข้อความต้องมีลักษณะที่บุคคลมีเจตคติต่างกัน จะต้องตอบต่างกัน
- 2.2 ข้อความที่รวบรวมมาหรือสร้างขึ้นจะต้องไม่เป็นข้อความที่เป็นจริง
- 2.3 หลีกเลี่ยงข้อความที่มีความหมายกำกวมหรือมีความหมายเป็นสองนัย
- 2.4 ข้อความควรมีทั้งทางบวก และทางลบต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ตรวจสอบข้อความ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อความนั้นเหมาะสมกับการที่จะตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉยๆ หรือ ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และตรวจสอบดูว่าข้อความต่างๆ ที่เขียนขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ข้อความที่รวบรวมมาครอบคลุมคำนิยามหรือไม่ และข้อความแต่ละข้อมีความชัดเจนหรือไม่ ในขั้นนี้จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆเป็นผู้ตรวจสอบ

4. สร้างมาตรวัดเป็น 5 ค่า โดยในแต่ละข้อความจะมีค่าดังนี้

	การให้คะแนน	
	ข้อความบวก	ข้อความลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
เฉยๆ หรือไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

5. การทดลองขั้นต้น เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด มีวิธีการดังนี้

5.1 เลือกกลุ่มตัวอย่าง 30 ถึง 50 คน จากกลุ่มประชากรเป้าหมายที่เราต้องการทราบเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.2 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปให้กลุ่มตัวอย่างตอบโดยให้แสดงความคิดเห็นแต่ละข้อความ เป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉยๆ หรือ ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.3 ตรวจให้คะแนนรายชื่อ สำหรับข้อความทางบวก ให้คะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ ส่วนทางลบ จะให้คะแนนกลับกันเป็น 1, 2, 3, 4, 5 ตามลำดับ

3.3.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

กัญญา ถินทรต้นศิริกุล (2553 : 9-46) กล่าวว่าเครื่องมือวิจัยจะต้องสอดคล้องกับตัวแปรที่นักวิจัยมุ่งวัดเพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่มีคุณภาพรวม 5 ลักษณะคือ

1. ความเที่ยง หมายถึง ความคงที่ของการวัด นั่นคือ เมื่อนำเครื่องมือใดๆ ไปวัดแล้วผลที่ได้จากการวัดควรจะเหมือนเดิม เช่น ถ้านำไม้เมตรไปวัดความยาวของห้องในวันนี้ได้ความยาวเท่ากับ 6 เมตร ในทำนองเดียวกัน ถ้านำไม้เมตรไปวัดความยาวของห้องเดียวกันในวันพรุ่งนี้ก็ควรจะได้ความยาวเท่ากับ 6 เมตรเช่นเดียวกัน

2. ความตรง คือ ความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อกล่าวถึงความตรงมักจะสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ว่า เครื่องมือวัดคุณลักษณะอะไรและวัดได้คืออะไร ข้อคำถามจะเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดหรือไม่

3. ความเป็นปรนัย เป็นลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเครื่องมือวิจัย กล่าวคือข้อคำถามในเครื่องมือวิจัยจะต้องชัดเจน

4. ความครอบคลุม เครื่องมือวิจัยจะต้องมีความยาวเพียงพอ มีจำนวนข้อคำถามและกำหนดชนิดของข้อคำถามได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

5. ความสามารถในการนำไปปฏิบัติ เครื่องมือวิจัยจะต้องสามารถนำไปปฏิบัติกล่าวคือ

5.1 ง่ายต่อการนำไปใช้ เครื่องมือวิจัยจะต้องมีคำชี้แจงที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและชัดเจนไม่ยุ่งยากแก่ผู้ตอบ

5.2 กำหนดเวลาในการตอบให้เหมาะสมกับจำนวนข้อคำถามในเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้ผลที่ได้จากการวัดมีความเชื่อถือได้และมีความตรง

5.3 ง่ายต่อการตรวจให้คะแนน หากเครื่องมือวิจัยมีคำชี้แจงที่ชัดเจนสามารถทำให้ตรวจให้คะแนนได้ง่าย

5.4 ง่ายต่อการแปลความหมายของคะแนนของการตอบและการวัด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้ศึกษาจากนักการศึกษาหลายท่านเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานของการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยงานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยต่างประเทศ

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

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญโดยสุ่มนักเรียนกลุ่มทดลอง 20 คน ได้รับการสอนโดยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม 20 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประภาภรณ์ ลังกาสีทิ (2552: 74) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธรรมราชศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญสม นุชสาย (2551: 88) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านถนน (ประสมทรัพย์ประชานุกุล) จังหวัดบุรีรัมย์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลาวรรณ พุทไธสง (2548:88) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง หิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกระทุ่มราย จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุริพร ก้อนเงิน (2553:88) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาคานหักประชานุสรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กรีนวูด (Greenwood, 2000: 377) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น ภายใต้ปัจจัยของสภาวะแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบัน และผลจากการทดลองใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงงาน ปรากฏว่า ได้พบคุณประโยชน์และอุปสรรคมากมายกว่าที่จะสามารถนำวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานไปใช้ในการจัดชั้นเรียนระดับ

เจจิก (Keajcik 1994) ได้ศึกษารูปแบบการให้ความช่วยเหลือของครูในการทำโครงงานของนักเรียน พบว่า ครูต้องช่วยเหลือและเอาใจใส่เป็นอย่างมากกับนักเรียนที่อ่อน นักเรียนที่เก่งจะสามารถช่วยเหลือตนเองได้ นักเรียนจะเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่ตนเองสนใจ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยใช้วิธีการศึกษาค้นคว้า จากการศึกษายังทราบผลของการศึกษารูปแบบโครงงานว่า โครงงานเป็นการพัฒนาความคิดรวบยอด อีกทั้งยังส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้โดยเฉพาะทักษะการทำงานร่วมกัน หรือมนุษย์สัมพันธ์ทางวิชาการของผู้เรียน

เมสัน (Mason 1990: 3376 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคตินิยมวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในระดับเจ็ดและระดับแปด จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดในเขตออตาว่า รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มคือ (1) โครงงานที่ครูมอบหมาย (2) โครงงานที่นักเรียนเลือกเอง (3) ไม่มีการทำโครงงาน นักเรียนมีเวลา 6 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จ ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) โดยใช้

แบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 2 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน
2. โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายได้เพียงเล็กน้อย
3. นักเรียนชอบทำโครงการที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นใน ตัวผู้เรียนได้ ดังนั้นครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ทางด้านบวกจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

