

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎีและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. กิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์
2. กิจกรรมชุมชนวิทยาศาสตร์
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายการทดลองวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริ และคณะ (2525: 383-399) ได้อธิบายความหมายของการทดลองไว้สรุปได้ดังนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองจริง เพื่อกำหนดในเรื่องต่อไปนี้

- 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- 1.2 กำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า
- 1.3 ทำนายเกี่ยวกับผลที่จะได้เกี่ยวกับการทดลอง
- 1.4 ตั้งสมมติฐานที่จะทำการทดสอบในการทดลอง
- 1.5 ระบุอุปกรณ์ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ ซึ่ง

ประกอบด้วย

2.1 วิธีปฏิบัติการทดลอง

2.2 การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ

2.3 การดำเนินการทดลอง

2.4 เทคนิคการดำเนินการทดลอง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 28) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติการทดลอง สรุปได้ดังนี้
การทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

สรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลอง คือ กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานของการทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง

1.2 ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

กิจกรรมปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรปัจจุบัน ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้ทักษะด้านต่างๆและมีความสำคัญต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

ลูเน็ตต้า (Lunetta 1981: 21 – 25) กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการสรุปได้ว่า จะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการเก็บข้อมูล ทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการสรุปหลักการจากข้อมูล ทักษะการนำความรู้ไปแก้ปัญหา ทักษะการนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่พบใหม่และ ทักษะการรายงานผลการทดลองและกิจกรรมการทดลองยังมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก

ริชาร์ดสัน (Richardson 1958: 66 – 67) ได้กล่าวถึงการสอน โดยการใช้ปฏิบัติการทดลอง สรุปได้ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นแหล่งสำหรับการแก้ปัญหา ที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาหรือพยายามแก้ปัญหา
2. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนทราบคำตอบของปัญหาที่นักเรียนพบในห้องเรียนหรือจากที่อื่น
3. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนในบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม
4. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลักการ และการนำหลักการ ไปใช้ ซึ่งหมายถึง ข้อเท็จจริง กฎและข้อสรุปต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์
5. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในข้อเท็จจริง หลักการ มโนมติและข้อสรุปต่างๆของวิทยาศาสตร์

6. การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ นิสัยการทำงานและเจตคติ บักกีท (Bergquist 1989: 101) กล่าวถึงความสำคัญของการทดลอง สรุปได้ว่า การทดลองไม่ใช่เพียงว่าแค่ให้ข้อเท็จจริงเท่านั้นแต่ทำให้เกิดการพิสูจน์ข้อเท็จจริงและการพัฒนาระดับสติปัญญาให้สูงขึ้น การทดลองทำให้รู้จักคำนึงถึงเหตุผล โดยความสามารถทางสติปัญญาที่จะอธิบายได้จากการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะปัญหา การหาเหตุผล การมีหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหา การปรับสถานการณ์และแนวทางในการเผชิญกับอุปสรรค

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2524: 6) กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ขาดไม่ได้และถ้านักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเองจะเป็นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

ยุพา ตันเจริญ (2529: 34) กล่าวถึง ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ว่า การปฏิบัติการทดลองจะให้ประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียนและช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การสอนโดยการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ มีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา ส่งเสริมให้มีทักษะภาคปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.3 การสอนแบบทดลอง

1.3.1 ความหมายของการสอนแบบทดลอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 167 - 171) กล่าวถึง การสอนแบบทดลอง (Experimental method) ไว้ว่า การทดลอง (experimental) และการปฏิบัติการในห้องทดลอง (laboratory work) เป็นส่วนสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นการพัฒนาวิธีการทดลองและรูปแบบปฏิบัติการ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็น กฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้ว และเป็นการปฏิบัติการเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้นการหาแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง หรือคิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการสอน นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำด้วยตนเอง เป็นผู้วางแผนการทดลอง การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผล และการสรุปผล เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองเช่นเดียวกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์

การสอนแบบการทดลอง เป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลอง และการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการทำงานเป็นขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองทางโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถประเมินผลการทดลองของตนเองได้ การที่ครูจะสอนให้ได้ผลนั้น ครูจะต้องฝึกอบรมนักเรียนให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีนิสัยรักในการศึกษาค้นคว้าตลอดเวลา มีความสามารถในการหาวิธีการเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหได้ตามขั้นตอน ในการสอนการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนแต่ละคนจะมีปฏิริยาการตอบสนองแตกต่างกัน นักเรียนบางคนจะมีความเต็มใจ สนใจและพยายามทำการทดลองตามคำชี้แจงในการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลการทดลองออกมา นักเรียนบางคนต้องการทำการทดลองเพียงเป็นการฝึกหัดเท่านั้น แต่นักเรียนบางคนต้องการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถของตนเอง ต้องการค้นพบสิ่งต่างๆด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรจัดเตรียมกิจกรรมหลายๆ ลักษณะ เพื่อให้โอกาสสำหรับนักเรียนทุกประเภท

คอลเล็ต (Collete 1973: 229 - 236) ได้กล่าวถึง การทดลอง (Experiment) กับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ (Laboratory work) มีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่นั้นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานและการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ในการสอนให้นักเรียนทำการทดลอง มีกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายไม่ซับซ้อนไปจนถึงกิจกรรมการสอนที่ซับซ้อน ในการหาวิธีแก้ปัญหาในแง่ของการสอนแล้ว กิจกรรมการสอนที่ไม่ซับซ้อน

ไปจนถึงกิจกรรมที่ซับซ้อนมีความสำคัญมาก เพราะวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาสามารถที่จะนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ง่าย ครูควรจัดกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสมาช่วยในการแก้ปัญหา เลือกกิจกรรมการทดลองที่เหมาะสมกับผู้เรียน เป็นการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะแก่ผู้เรียนด้วย

1.3.2 ขั้นตอนการสอนแบบทดลอง

ขั้นตอนการสอนแบบทดลองเป็นกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายไม่ซับซ้อน สามารถวิเคราะห์ขั้นตอนการสอนแบบทดลองได้ดังนี้

- 1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความต้องการเสาะแสวงหาคำตอบ
- 2) ขั้นตอนการทดลองและสังเกต เป็นการดำเนินการทดลองและสังเกตว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น
- 3) ขั้นสรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองและการสังเกตผลการทดลองที่เป็นไปตามที่ต้องการ ในบางกรณีถ้าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน นักเรียนมีประสบการณ์ในการทำทดลอง มีวัสดุพร้อมและครูผู้สอนมีความสามารถที่จะสอนการทดลองให้มีคุณค่า

นอกจากนี้ขั้นตอนการสอนกิจกรรมการทดลองอาจแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นกำหนดปัญหา
- 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 3) ขั้นทดลองและสังเกต
- 4) ขั้นสรุปผลการทดลอง

การแบ่งขั้นตอนการสอนแบบทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยอาจเพิ่มขั้นตอนการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้แล้ว จึงออกแบบการทดลองเอง ทดสอบสมมติฐานและสรุปผลการทดลองต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทดลองแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1. การทดลองที่มีการควบคุม (controlled experiment) เป็นการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง โดยควบคุมตัวแปรอื่นไว้เหลือเพียงตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แล้วศึกษาทดลองว่า เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไปจะมีผลกระทบต่อตัวแปรตามอย่างไร โดยนักเรียนยังไม่ทราบว่าจะผลจะเป็นอย่างไร

2. การทดลองที่มีการฝึกหัด (laboratory exercise) กิจกรรมจำนวนมากที่ทำในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเรียกว่าเป็นการทดลองนั้น ที่จริงแล้วเป็นการฝึกหัดใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ บางกิจกรรมออกแบบให้นักเรียนได้คุ้นเคยและมีทักษะในการใช้เครื่องมือ บางกิจกรรมออกแบบเพื่อใช้แสดงให้เห็นหลักการวิทยาศาสตร์บางอย่าง ข้อแตกต่างของการทดลองที่เป็นการฝึกหัดและการทดลองก็คือ ในการทดลองที่เป็นการฝึกหัดนั้น ครูเป็นผู้บอกนักเรียนว่าเมื่อทำกิจกรรมแล้วก็จะได้ผลลัพธ์อะไร และทำอย่างไรจึงจะได้ผลลัพธ์นั้น อย่างไรก็ตาม ครูอาจจัดกิจกรรมการทดลองที่เป็นการฝึกหัดแบบมาตรฐาน (standardized laboratory exercises) ไว้ กล่าวคือ ครูเพียงแต่จัดวัสดุอุปกรณ์และคำแนะนำในการทำกิจกรรมไว้ให้นักเรียน ครูสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่า จะมีปัญหายุ่งยากอะไรบ้างในการทำกิจกรรม ซึ่งครูต้องดูแลในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่เป็นแบบฝึกหัดแบบมาตรฐาน โดยศึกษาเป็นงานค้นคว้าอิสระได้

3. การทดลองที่เป็นงานปฏิบัติการ (laboratory work) เป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง นักเรียนจะเป็นผู้ริเริ่มทำการทดลองเอง โดยใช้ความคิดในระดับสูง นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในการกำหนดปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจะคุ้นเคยกับข้อจำกัดของข้อมูลและต้องระมัดระวังในการสรุปผล เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างพินิจพิเคราะห์

ในการจัดประสบการณ์ในการทดลองนั้น ครูจะต้องวางโครงการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า มีการวางแผนการทดลองที่ดี มีการตั้งสมมติฐานได้ และเมื่อประเมินผลแล้วก็ต้องมีการทดลองซ้ำ นักเรียนจะมีโอกาสได้ร่วมมือในการเรียนการสอนอย่างเต็มที่ในชั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการทดลอง เทคนิคการทดลอง วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ และนักเรียนควรทราบว่าจะต้องมีทักษะใดบ้างในการดำเนินแต่ละครั้ง ซึ่งครูควรให้คำแนะนำชี้แจงเพื่อเป็นพื้นฐานทั่วไปของนักเรียนในการทดลองของนักเรียน

ในการเลือกกิจกรรมในการสอนแบบให้นักเรียนทำการทดลองครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือทำการทดลองจากกิจกรรมหรือการทดลองในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นวิธีการง่ายและตรงกับจุดมุ่งหมายในการทดลองมากที่สุดในการพิจารณาเลือกกิจกรรมต่าง ๆ

สรุปได้ว่าการสอนกิจกรรมการทดลองควรมีลักษณะดังนี้คือ

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมเข้าใจง่ายเพียงใด
2. สามารถให้คำแนะนำชี้แจงแก่นักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. วิธีดำเนินการทดลองง่ายและตรงกับปัญหาหรือไม่
4. ผลการทดลองสามารถสรุปได้ในเวลาที่เหมาะสมหรือไม่
5. นักเรียนมีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ใช้หรือไม่

6. อุปกรณ์มีราคาถูก พร้อมที่จะนำไปใช้และจัดหาได้ง่ายหรือไม่
7. ผลการทดลองเป็นประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้

1.3.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบทดลอง

การปฏิบัติการทดลองและขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง เช่น การอภิปรายก่อนการทดลอง การทำการทดลองโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายหลังการทดลองเพื่อหาข้อสรุป เหล่านี้เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในกระบวนการค้นพบ ตลอดจนสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์คิดค้น ทำให้ความรู้ต่าง ๆ ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว สำหรับการสอนให้นักเรียนทำการทดลองมีข้อดีของการสอนแบบนี้ คือ

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนและได้เรียนผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนเป็นจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบให้นักเรียนทำการทดลองมีดังนี้ คือ

1. ค่าใช้จ่ายสูง จำเป็นต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือและเคมีภัณฑ์ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนและจำนวนการทดลอง
 2. ใช้เวลาในการสอนมาก แต่ละการทดลองมักใช้เวลานาน
- สรุปได้ว่า การสอนแบบทดลอง นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เป็นผู้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.4 การสอนโดยใช้การทดลอง

1.4.1 ความหมายของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

ทิสนา เขมมณี (2545: 331 - 334) ได้กล่าวถึงวิธีสอนโดยใช้การทดลองว่า หมายถึง วิธีสอนโดยใช้การทดลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการที่ผู้สอน / ผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ผู้สอน

ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง

1.4.2 วัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

วิธีสอนการทดลอง เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เกิดการเรียนรู้ โดยเห็นผลประจักษ์ ชัดเจน จากการคิดและการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้น ตรงกับความเป็นจริง มีความหมายสำหรับผู้เรียนและจำได้นาน

1.4.3 องค์ประกอบของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

องค์ประกอบของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง ได้แก่

- 1) ผู้สอนและผู้เรียน
- 2) ปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
- 3) วัสดุอุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 4) การทดลอง
- 5) ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

1.4.4 ขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้การทดลอง

- 1) การสอนโดยใช้การทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้
 - (1) ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
 - (2) ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ขั้นตอนและรายละเอียดใน

การทดลองแก่ผู้เรียน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

- (3) ผู้เรียนลงมือทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่

กำหนดและบันทึกข้อมูลการทดลอง

- (4) ผู้เรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- (5) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้
- (6) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

- 2) เทคนิคและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองให้

มีประสิทธิภาพ

(1) การเตรียมการ ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดตัวปัญหาที่จะใช้ในการทดลองและกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดลองให้ชัดเจน รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อมและลองซ้อมทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อจะแก้ปัญหาข้อขัดแย้งหรืออุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ในการปรับขั้นตอน การดำเนินการและ

รายละเอียดต่าง ๆ ให้รัดกุมขึ้น ผู้สอนอาจจำเป็นต้องทำการเอกสารคู่มือการทดลองให้ผู้เรียนสังเกต การทดลอง นอกจากนั้นในบางกรณีที่ต้องการทดลองต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่จำเป็น ซึ่งหากผู้เรียน ขาดความรู้ดังกล่าวจะไม่สามารถทำการทดลองได้ จึงควรมีการตรวจสอบความรู้ผู้เรียนก่อนให้ทำ การทดลอง โดยผู้สอนจะต้องจัดเตรียมแบบทดสอบไว้ด้วย สำหรับการทดลองที่มีอันตราย เช่น การทดลองทางเคมี ผู้สอนจะต้องตรวจสอบความปลอดภัย รวมทั้งเตรียมการทั้งทางด้านการ ป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย

(2) การนำเสนอเรื่อง / ตัวปัญหาในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้นำใน การเสนอปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง แต่ถ้าให้ผู้เรียนมีความรู้ดีกว่าปัญหามาจากผู้เรียนเองได้ก็จะ ดียิ่ง จะทำให้การเรียนรู้หรือการทดลองนั้นมีความหมายสำหรับผู้เรียนมากขึ้น

(3) การให้ความรู้ / ขั้นตอน / รายละเอียดในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็น ผู้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดลองก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมกับสาระ แต่การให้ผู้เรียน ร่วมกันดำเนินการนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้เพิ่มมากขึ้นอีก และผู้เรียนจะ กระตือรือร้นมากขึ้นเพราะเป็นผู้คิดเอง อย่างไรก็ตาม ครูจำเป็นต้องคอยดูแลให้คำปรึกษาและความ ช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

(4) การทดลอง การทดลองทำได้หลายแบบ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลงมือ ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด โดยครูทำหน้าที่สังเกตและให้คำแนะนำหรือให้ ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองเอง ให้ผู้เรียนสังเกต แล้วทำการทดลอง ไปทีละขั้นหรือผู้สอนลงมือทำการทดลองให้ผู้เรียนดูจนจบกระบวนการแล้วผู้เรียนไปทำการทดลอง ด้วยตนเอง ผู้สอนใช้เทคนิคใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับลักษณะของการทดลองครั้งนั้น ผู้เรียนจะเรียนด้วยวิธีนี้ได้ดี หากมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น ผู้สอนจึงควรฝึกฝน ให้ผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนทำการทดลองหรือไม่ก็ต้องฝึกไปพร้อม ๆ กัน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ดังกล่าวมี 13 ทักษะดังนี้

- ก. ทักษะการสังเกต
- ข. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- ค. ทักษะการจำแนกประเภท
- ง. ทักษะการวัด
- จ. ทักษะการใช้ตัวเลข
- ฉ. ทักษะการสื่อความหมาย
- ช. ทักษะการพยากรณ์
- ซ. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ (space) กับเวลา

ฅ. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ญ. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ฎ. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

ฏ. ทักษะการทดลอง

ฐ. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ผู้สอนจะสอนด้วยวิธีนี้ให้ได้ผลดี จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะ 13 ประเภทดังกล่าว จึงจะสามารถช่วยฝึกฝนผู้เรียนตามปัญหาและความต้องการของผู้เรียนได้

(5) การรวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำผู้เรียนในการสังเกตการทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ความเอาใจใส่ในกระบวนการทดลองและกระบวนการทำงานร่วมกันของผู้เรียนด้วย

(6) การวิเคราะห์สรุปผลการทดลองและสรุปผลการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอื่นๆ ได้อีกมาก นอกจากนั้นผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการในการแสวงหาความรู้ กระบวนการทำงาน กระบวนการอื่นๆ และสรุปการเรียนรู้ร่วมกันด้วย

1.4.5 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

1) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจและจดจำการเรียนรู้ได้นาน

2) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้

3) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก จะทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ข้อจำกัดของวิธีสอน โดยใช้การทดลอง

1) เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุสำหรับนักเรียนจำนวนมาก หรือในกรณีที่ต้องออกไปเก็บข้อมูลนอกสถานที่ ก็ต้องมีค่าใช้จ่ายค่าพาหนะ ที่พักและวัสดุต่าง ๆ ด้วย

2) เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก เนื่องจากการดำเนินการแต่ละขั้นตอนต้องใช้
เวลา

3) เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถฝึกฝนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการทดลอง เป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับ
ประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหา
ความรู้ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้

2. กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2527: 339) ได้ให้
ความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “เป็นกิจกรรมที่ครูและนักเรียนร่วมกันจัดขึ้นเพื่อ
ส่งเสริมความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผู้เรียน”

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2528: 5 - 25, 149) อธิบายไว้ว่า กิจกรรมชุมนุม
วิทยาศาสตร์ (Science club) จัดเป็นกิจกรรมนักเรียนประเภทส่งเสริมวิชาการต่าง ๆ ในหลักสูตร
มีเป้าหมายที่จะปลูกฝังลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ ประดิษฐ์โดยอาศัย
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในคาบของกิจกรรม ซึ่งกำหนด
ไว้อย่างน้อย 1 คาบต่อสัปดาห์ทุกภาคเรียน

นงลักษณ์ ศานนท์ (2529: 37) ให้ความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ว่า
หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นในห้องเรียนเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เปิด
โอกาสให้นักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มาเลือกเรียนหรือทำงาน
ร่วมกันโดยไม่มีหน่วยกิตหรือคะแนนให้ภายใต้การดำเนินการของครูที่ปรึกษา

อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532: 24) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ว่า
“เป็นกิจกรรมนักเรียน มุ่งส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เกี่ยวกับ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนปลูกฝังความคิดวิเคราะห์ การประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้
ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์จัดขึ้นในคาบกิจกรรมนักเรียนและเป็น
กิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วมด้วยความสนใจและความถนัดของตนเอง”

สุนันทา มานะปริชาธร (2535: 40) ให้ความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นกิจกรรมส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติให้กับนักเรียนสามารถ จัดได้หลายรูปแบบ”

สุนันท์ สังข์อ่อง (2536: 182) กล่าวว่า “ชุมนุมวิทยาศาสตร์คือที่รวมของนักเรียนที่มีความสนใจความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเหล่านี้จะมาร่วมกันทำกิจกรรมเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”

ชุดิมา วัฒนะศิริ (2539: 54) กล่าวว่า “ชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร/เสริมหลักสูตรอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นที่รวมของนักเรียนที่มีความสนใจ และมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกันทำงานศึกษาค้นคว้า ปรัชญาและแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีคณะกรรมการดำเนินงานตามโครงการ / งานที่เห็นชอบร่วมกันและได้รับอนุมัติจากทางโรงเรียนแล้วภายใต้การแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา”

ปรีชา บุตรสุโพธิ์ (2539: 17) กล่าวว่า “กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมนักเรียน มุ่งส่งเสริมความรู้ให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ สร้างเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นต่อตัวนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการทดลองและการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์จัดขึ้นในคาบกิจกรรมชุมนุมและเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วมตามความสมัครใจและความถนัดของตนเอง”

จากการศึกษาความหมายของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมนักเรียน ที่มุ่งส่งเสริมความรู้ให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ สร้างเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นต่อตัวนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการทดลองและการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์จัดขึ้นในคาบกิจกรรมชุมนุมและเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วมด้วยความสมัครใจและความถนัดของตนเอง

2.2 วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และอรรณดิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2527: 341) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3. เพื่อส่งเสริมความสามารถพิเศษและความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล

4. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิตตลอดจนการเรียนรู้ถึงสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติรอบตัว

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักเหตุผล มีความเข้าใจ เคารพในความเห็นของบุคคลอื่น โดยฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักเสียสละ ตรงต่อเวลา ตลอดจนรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

6. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

7. เพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์และความใกล้ชิดระหว่างครูและนักเรียนและทำกิจกรรมด้วยกัน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2528: 149) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอาจนำไปประกอบอาชีพได้

3. เพื่อฝึกการทำงานอย่างมีระบบ การคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ไพโรจน์ นาคสุวรรณ และวัน มุหะหมัด นอร์มะทา (2528: 203) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกความคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกการทำงานเป็นหมู่คณะ ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

2. เพื่อให้อ่านใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

3. เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.3 ความจำเป็นและความสำคัญของชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ชุตินา วัฒนศิริ (2539: 54 - 55) ได้กล่าวไว้ว่า ชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ทักษะและทัศนคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีที่สุด จัดได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งอาจกล่าวเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนความเชี่ยวชาญพิเศษมากกว่าในห้องเรียน

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์
3. เสริมทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นหมู่คณะตามระบอบประชาธิปไตย
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. นักเรียนทำงานตามความสนใจของตนเองและด้วยความสนุกสนาน มีกลวิธี

แปลก ๆ ของตนเอง

7. ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้ผลดียิ่งขึ้น
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะในเรื่องของการทดลองและค้นคว้าทาง

วิทยาศาสตร์

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์
10. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีอาชีพ/ รายได้ระหว่างเรียน โดยอาศัยความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ เช่น การทำขนม การทำยาหม่อง การขยายพันธุ์ไม้ ฯลฯ

2.4 ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และอรรรณศิริ สมรรถการอักษรกิจ (2527: 341 - 342) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้รับเมื่อได้ทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้
2. ได้เรียนรู้เหตุการณ์สำคัญต่างๆทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งได้รับเทคโนโลยีสมัยใหม่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ยิ่งขึ้น
3. ได้เรียนรู้ประโยชน์และโทษทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกอย่างสะดวก ปลอดภัย นอกจากนั้นยังมีขอบเขตไกลไปถึงการแก้ปัญหา การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา อันเนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่อีกด้วย
4. เพื่อฝึกให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นการทดลองในชีวิตประจำวัน ให้มีโอกาสใกล้ชิดและเรียนรู้ของจริงนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเอง
6. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
7. ได้ฝึกให้เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อตนเองและหมู่คณะ
8. เป็นการฝึกให้เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
9. เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักวิทยาศาสตร์รู้เพิ่มขึ้น
10. เพื่อเป็นศูนย์รวมของนักเรียนที่สนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

2.5 หลักการจัดหรือดำเนินการกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 306 - 307) ได้กล่าวถึงหลักการจัดหรือดำเนินการกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ควรมีหลักการจัดหรือดำเนินการเป็นขั้นตอนคือ

1. เป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของสถานศึกษาและหลักสูตรไปด้วยกัน เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและขอบเขตของการจัดงาน
2. กิจกรรมที่จัดขึ้นควรอยู่ภายใต้การแนะนำและควบคุมดูแลของครูและอาจารย์ที่ปรึกษา ส่วนการดำเนินงานเป็นหน้าที่ของนักเรียน
3. การจัดกิจกรรมควรมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนตามความสนใจ ความต้องการ ความสามารถของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมอย่างทั่วถึงและด้วยความสมัครใจ พร้อมทั้งให้ความเพลิดเพลินไปด้วย
4. การจัดกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียนและให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียนและสังคม
5. งบประมาณที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ควรพิจารณาให้เหมาะสมเป็นไปอย่างประหยัด ทางโรงเรียนควรจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดและในบางโอกาสให้นักเรียนช่วยกันจัดหาเองโดยขอความร่วมมือจากที่อื่น
6. กิจกรรมที่จัดควรให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนและควรมีการประเมินผลการจัดกิจกรรมทุกครั้ง

2.6 การจัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ชุดิมา วัฒนศิริ (2539: 57) ได้กล่าวไว้ว่า บุคคลที่ทำให้ชุมนุมวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและทำให้กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นไปได้แค่ไหนและอย่างไร ได้แก่บุคคล 5 ฝ่ายต่อไปนี้

1. นักเรียน คือ นักเรียนทุกระดับชั้นของโรงเรียนที่มีความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่ทางชุมนุมจัดขึ้น โดยนักเรียนสนใจเองแล้วขอร้องให้ครูวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือ (เพราะว่าการดำเนินงานของชุมนุมวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง)
2. ครู หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความสนใจอย่างจริงจัง เพื่อที่จะคอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษา
3. ผู้บริหารโรงเรียน ต้องสนับสนุนและอนุมัติให้จัดตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์ได้
4. ผู้ปกครองนักเรียน เพราะผู้ปกครองนักเรียนเข้าใจสนับสนุน ส่งเสริม การจัดกิจกรรมนั้น ๆ นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงจะช่วยให้นักเรียนได้มีความพร้อมยิ่งขึ้น ไม่เฉพาะ

จะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะได้ในเรื่องการทำงานเป็นหมู่คณะ เป็นนักเรียนที่มีความมั่นใจ มีความรับผิดชอบ เป็นต้น

5. ครูที่ปรึกษาชุมนุม ควรเป็นส่วนหนึ่งของการกิจกรรมของครู (work load) และควรลดชั่วโมงสอนลง ต้องใช้เวลาในการทำงานมากกว่าปกติ

สมาชิกของชุมนุม คือ นักเรียนที่มีความสนใจในเรื่องวิทยาศาสตร์แล้วขอร้องให้ครูวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือ ส่วนการดำเนินงานของชุมนุมวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนต้องเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง

การที่ชุมนุมจะจัดตั้งขึ้นและดำเนินงานให้ได้ผลดียิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีระเบียบข้อบังคับ ระบุไว้ด้วย สิ่งที่ชุมนุมต้องจัดทำคือ

1. ชื่อชุมนุม
2. วัตถุประสงค์ของชุมนุม
3. คุณสมบัติของสมาชิก
4. การประชุม
5. การเงิน
6. การขาดจากการเป็นสมาชิกภาพ
7. กิจกรรมที่ทำตลอดปี
8. การเลือกเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินงาน

2.7 ขอบข่ายของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 320 - 325) ได้กล่าวถึงขอบข่ายการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่ควรจัดขึ้น คือ

1. การจัดป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ อาจทำได้โดยนักเรียนแบ่งเวรรับผิดชอบในการจัดป้ายนิเทศเป็นสัปดาห์ และนักเรียนมีอิสระในการเสนอชื่อเรื่องที่จะจัด โดยมีครู อาจารย์เป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ

2. กิจกรรมทัศนศึกษา เช่น การจัดพาสมาชิกไปชมโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานทำเบียร์ นมเปรี้ยว โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ทำแก้ว ไม้อัด โรงงานผลิตเซรามิค อาหารกระป๋อง เป็นต้น หรืออาจจะพาไปชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรมอุตุนิยมวิทยา สวนสัตว์ และอื่น ๆ ที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การจัดอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างสมาชิก และนักเรียนทั่ว ๆ ไป ชุมนุมวิทยาศาสตร์ อาจจะเริ่มดำเนินการในเรื่องนี้ โดยประกาศรับสมัครการ

จัดทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และการส่งโครงการวิทยาศาสตร์เข้าประกวดและเชิญครูอาจารย์ที่มีวุฒิทางวิทยาศาสตร์เป็นกรรมการตัดสิน

4. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ (science camp) อาจเป็นในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 หรือภาคฤดูร้อน ระยะเวลาประมาณ 2- 5 วัน สมาชิกที่จะเข้าค่ายมีทั้งสมาชิกชุมนุมวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่สนใจทั่วไป

5. การจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์และสวนหย่อม โดยชักชวนให้สมาชิกเก็บสะสมสิ่งต่าง ๆ เช่น หินปะการัง เปลือกหอย ก้อนหิน ก้อนกรวดสีต่าง ๆ แล้วนำมาจัดเป็นมุมวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะใช้สถานที่หนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาของสมาชิก นอกจากนี้การชักชวนให้สมาชิกหาพันธุ์ไม้ต่าง ๆ มาปลูกในโรงเรียน โดยอาจทำเป็นสวนหย่อมของชุมนุม

6. การจัดโต้วาทีศึกษา เช่น การฉายภาพนิ่ง ภาพยนตร์ และวีดิทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ บริการแก่สมาชิกของชุมชนเป็นการเสริมความรู้

7. การตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ อาจจะจัดแข่งขันเฉพาะในโรงเรียนหรือเชิญโรงเรียนอื่นมาตอบแข่งขันด้วย ส่วนปัญหาที่ตอบนั้นกรรมการของชุมนุมอาจขอให้อาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์เป็นผู้ออก ทั้งนี้ควรได้ประสานงานกับหมวดวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน

8. จัดนิทรรศการในโอกาสต่าง ๆ เช่น งานวิทยาศาสตร์ งานประจำปีของทางโรงเรียน หรืออาจจัดร่วมกับโรงเรียนอื่น ๆ

9. จัดทำเอกสารเสริมบทเรียนให้แก่สมาชิก เช่น สรุปเนื้อหาของบทเรียน สรุปกฎหรือสูตรสำคัญ

10. จัดอบรมเรื่องที่น่าสนใจให้กับสมาชิก เช่น เป่าแก้ว พลาสติก และการเคลือบรูป เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำหลังเลิกเรียน เสาร์ - อาทิตย์ ก็ได้ สมาชิกชุมนุมจะเสียเงินเฉพาะวัสดุสิ้นเปลืองเท่านั้น

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสุทธิรานนท์ (2525: 48) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นทักษะที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะเป็นการทำงานตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน”

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 4) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้
ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ”

จำนง พรายเข้มแข (2534: 35) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น
วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้หรือความจริงของธรรมชาติ”

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537: 17) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(science process skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น
พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความชำนาญและความ
คล่องแคล่ว”

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ลัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2543: 63)
กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ใช้
วิธีการทางวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหรือสืบเสาะหาความรู้”

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลที่
เกิดจากการฝึกปฏิบัติและการฝึกความคิดอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่ว จน
กลายเป็นกระบวนการทางปัญญา ที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมี
ประสิทธิภาพ

3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทาง
วิทยาศาสตร์ของอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science : AAAS
อ้างใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2537: 17) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยแบ่ง
ออกเป็น 13 ทักษะดังนี้

3.2.1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (basic process skills) ประกอบด้วย

- 1) การสังเกต (observing)
- 2) การวัด (measuring)
- 3) การจำแนก (classifying)
- 4) การคำนวณ (using number)
- 5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปซกับเวลา (space /
space / time relationships)
- 6) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)
- 7) การทำนาย (predicting)

8) การสื่อความหมายข้อมูล (communicating)

3.2.2 ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (integrated process skills) ประกอบด้วย

- 1) การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
- 2) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)
- 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)
- 4) การทดลอง (experimenting)
- 5) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data)

ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการมีรายละเอียดแต่ละทักษะ (อนันต์ จันทร์ทวี และ พิสาล ศรีอยุธยา 2527: 174 - 252) ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎและทฤษฎีอื่น ๆ เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ามักจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้ามีข้อมูลที่ได้จากการทดลองยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว สมมติฐานก็จะพัฒนาไปเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวางครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุดเท่าที่จะมากได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่า ข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่โดยนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปของประโยค ถ้า แล้วก็เมื่อ แล้วถ้า ดังนั้น ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)

การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าสามารถระบุปัญหาได้ว่าคืออะไร ก็จะช่วยให้ผู้นั้นสามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาได้ โดยคิดถึงความเป็นเหตุเป็นผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง มีผลทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่า ตัวแปร ผู้ศึกษาจะต้องมีทักษะในการแยกประเภทของตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นตัวแปรประเภทใด ตัวแปรเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่เป็นเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ ที่เราต้องการทดลองดูว่าส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ที่เราต้องการศึกษาจริงหรือไม่

2.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเป็นสิ่งที่จำเป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2.3 ตัวแปรควบคุมคือตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เราไม่ได้สนใจศึกษาแต่มีผลต่อการทดลองด้วย จึงต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อนเพื่อไม่ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ดังนั้นการกำหนดและการควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ โดยที่ผู้ศึกษาจะต้องบอกตัวแปรที่ต้องการศึกษา (ทดลอง) ผลที่เกิดจากการทดลองและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันไว้เพื่อไม่ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายของคำและขอบเขตต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและความหมายที่กำหนดขึ้นมาต้องสามารถสังเกตและทดลองได้

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของคำต่างๆต้องใช้ภาษาที่กะทัดรัด มีความหมายรัดกุมชัดเจน ไม่กำกวม เหมาะสมกับระดับการศึกษาและต้องระบุสาระสำคัญ 2 ประการคือ

3.1 ระบุสิ่งที่สามารถสังเกตและวัดได้

3.2 ระบุวิธีปฏิบัติเพื่อทดสอบความหมาย ซึ่งอาจจะได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง สิ่งที่ควรคำนึงในการนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

3.2.1 ใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม

3.2.2 ต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำได้ด้วย

3.2.3 อาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่าหนึ่งได้และคำนิยามหนึ่งอาจจะเหมาะกว่าคำนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียนนั้น

4. ทักษะการทดลอง (experimenting)

การทดลองหมายถึง กระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานของปัญหาที่ตั้งไว้ เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 2 ขั้นตอนคือ

4.1 การออกแบบการทดลอง ในการออกแบบกำหนดวิธีสำหรับการทดลอง จะต้องสอดคล้องกับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมโดย

4.1.1 เลือกกระบวนการสุ่มสุ่มได้

4.1.2 กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้

4.1.3 ออกแบบตารางสำหรับบันทึกข้อมูลได้

4.2 ทำการทดลองตามขั้นตอนแล้วบันทึกผลลงในตารางที่ออกแบบได้

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายบรรยาย ลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรืออื่น ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

3.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องประเมินความสามารถของนักเรียนในการแสดงพฤติกรรมออกมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2531: 14) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการสังเกต การใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุม
4. การทดลอง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ
 - 4.1 ออกแบบการทดลองโดย
 - 4.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม
 - 4.1.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้
 - 4.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสม
 - 4.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง
5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ
 - 5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของบุคคลทั้ง 5 ทักษะจะเกิดขึ้นได้นั้นจะต้องมีการฝึกตั้งสมมติฐานบ่อย ๆ ฝึกการกำหนดและควบคุมตัวแปร ฝึกการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ฝึกการทดลอง และฝึกตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปอยู่เป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ

3.4 แนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผู้เสนอไว้ดังนี้

1. การใช้หลักการฝึกบ่อย ๆ ทำซ้ำ จนเกิดความชำนาญสามารถนำไปใช้ได้
คล่องแคล่ว (สุวัณน์ นิยมคำ 2531: 32, สมชัย โกมล และคณะ (2521: 1)
2. ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะว่าไปแล้ว การสอนวิธีนี้ก็ไม่มีอะไร
มากไปกว่าการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ (สุวัณน์ นิยมคำ 2531: 673) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
เป็นการจัดกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสได้พัฒนาความคิด และฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นมีลักษณะที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เน้นการให้
นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการสอน ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ดังเช่น งานวิจัยของ อปสร มณีรุ่ง (2536: 39) ที่พบว่า นักเรียนใช้หนังสือการ์ตูนเสริม
กับนักเรียนที่ไม่ใช้หนังสือการ์ตูนเสริมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ งานวิจัยของ ยุคลธร สังข์สอน (2538: 34)
พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการสอนและนักเรียนที่ได้รับการสอน
ตามคู่มือของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและพบว่า
หนังสือการ์ตูนช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังงานวิจัยของ ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2536) ดำเนิน ยาท่วม
(2536) และเวท สุราช (2544)
5. ใช้ชุดกิจกรรมหรือชุดการสอน พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ดังเช่น วารินทร์ รัชมิพรหม (2531: 20) ที่พบว่า เทคโนโลยีของการสอนอย่างหนึ่งที่น่าจะนำ
หลักการสอนมาสร้างเป็นสื่อเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ชุดการสอน
ชุดการสอนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ
อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532) จิต นวนแก้ว (2532) และสุนันทา มานะปริชาธร (2535) ที่ใช้ชุดกิจกรรม
หรือชุดการสอน พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ เสาวภา
สมวิวัฒนกุล (2541) พบว่า จากการใช้ชุดการเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังใช้ชุดการเรียนแตกต่างจากก่อนใช้ชุดการเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติ

มีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้แตกต่างกันดังต่อไปนี้

เชดส์คัล โนวาสินธุ (2520: 28) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปในทิศทางใด ทิศทางหนึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือคัดค้านก็ได้

ฉลอง ภิมรัตน์ (2521: 42) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความพร้อมของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่เขานึกคิด

พัชริน วรกวิน (2522: 60) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความรู้สึก ความคิด ความเชื่อหรือแนวโน้มที่พร้อมจะกระทำต่อสิ่งแวดล้อมในการตอบสนองในลักษณะที่ ชอบหรือไม่ชอบ

นิพนธ์ แจ่มเอี่ยม (2525: 118) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า คือสิ่งที่อยู่ภายในจิตใจของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เราไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่เราสามารถรับรู้ได้จากพฤติกรรมของบุคคลว่าจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างไร เราก็ทราบได้ทันที

ประภาเพ็ญ สุพรรณ (2526: 3) ได้ให้ความหมายเจตคติว่า เป็นความคิดเห็น ซึ่งมีอารมณ์เป็นส่วนประกอบ เป็นส่วนที่พร้อมที่จะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างต่อภายนอก (ประภาเพ็ญ สุพรรณ 2526: 3)

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2529: 92) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความรู้สึกหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันมีผลให้บุคคลมีพฤติกรรมตอบสนองต่อลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่สอดคล้องกันด้วย

ครูส (Cruze 1974: 187) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า คือความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่ได้รับ อาจจะมากหรือน้อยก็ได้ และเจตคดียังเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพ

เธอรสโตน (Thrustone 1964: 49) ได้ให้ความหมายเจตคติว่าเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาอย่างหนึ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายในแสดงให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุรวิทย์ ศรีพล (2540: 15) กล่าวถึง เจตคติว่ามีความหมายอยู่ 2 ประการคือ เจตคติ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองและเป็นสมำเสมอในการตอบสนองของบุคคลที่มีต่อบุคคลอื่นหรือ สภาพทางสังคม (Traindis 1971)

กู๊ด (Good 1973: 46) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า หมายถึง ความโน้มเอียงหรือแนวโน้ม ของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติจะแสดงออกมาพร้อมกับ ความรู้สึกและอารมณ์ เจตคติไม่อาจสังเกตได้ด้วยตนเอง แต่จะอ้างอิงได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก ซึ่งเป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ภาษา

ออลพอร์ต (Allport 1976: 2) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติว่า เป็นสภาพความพร้อมของจิตและประสาทเกิดจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองของ บุคคลต่อสภาพต่างๆที่เกี่ยวข้อง

กานเย (Gagne 1977: 219) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นสภาพภายในของบุคคลที่มี อิทธิพลต่อการเลือกปฏิบัติในแต่ละบุคคล เจตคติไม่ได้กำหนดการปฏิบัติที่เป็นเฉพาะแต่ทำให้การ ปฏิบัติในแต่ละกลุ่มเฉพาะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากหรือน้อย เจตคติจึงเป็นแนวโน้มของการ ตอบสนองของบุคคล

ไอเคน (Aiken 1974: 293) ได้กล่าวว่าเจตคติ คือ ความโน้มเอียงที่เกิดจากการ เรียนรู้ในการตอบสนองเชิงบวกหรือเชิงลบ ต่อวัตถุที่แน่นอน สถานการณ์ สถาบัน มโนคติหรือ บุคคลอื่น

กล่าวโดยสรุป เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ความเชื่อหรือความพร้อม ของบุคคลที่มีต่อประสบการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่บุคคลได้รับโดยตรง

4.2 ลักษณะของเจตคติ

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2529: 92 -93) กล่าวว่า ลักษณะของเจตคติเป็น 2 มิติ คล้าย ๆ กับวัตถุซึ่งเป็นมิติกว้างและมิติยาว ลักษณะของเจตคติประกอบด้วยมิติ ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทิศทาง (direction) มีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทางบวกและทางลบ ทางบวกได้แก่ ความรู้สึกหรือท่าทีที่ดี ชอบหรือพึงพอใจ เป็นต้น ส่วนทางลบจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม ได้แก่ ความรู้หรือท่าทีในทางที่ไม่ดี ไม่ชอบหรือไม่พึงพอใจ

2. ความเข้ม (magnitude) มีอยู่ 2 ขนาด คือ ความเข้มมากและความเข้มน้อย ถ้า บุคคลที่มีความเข้มมากจะเป็นอุปสรรคในการเปลี่ยนแปลงเจตคติ

ชอร์ และ ไรท์ (Shaw and Wright 1967: 13 - 14) ได้อธิบายถึงลักษณะของเจตคติ ไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินสิ่งเร้าแล้วเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม

2. เจตคติแต่ละบุคคลแปรค่าได้ทั้งในด้านคุณภาพและความเข้ม โดยจะครอบคลุมช่วงเจตคตินั้น ซึ่งแปรค่าได้มาก ปานกลาง และน้อย นั่นคือ เจตคติมีทั้งค่าทางบวกและทางลบ

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าที่จะมีแต่กำเนิดหรือเป็นโครงสร้างภายในตัวบุคคลหรือบุคลิกภาวะ

4. เจตคติเกิดจากสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม

5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าเป็นกลุ่มเดียวกันอาจมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดแล้วมีลักษณะที่ค่อนข้างคงที่และเปลี่ยนแปลงได้ยาก

ไทรแอนดิส (Triandis 1971: 3) ได้สรุปลักษณะของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่จะเกิดขึ้นจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลนั้นเกี่ยวข้อง

3. เจตคติ มีความหมายที่อ้างถึงบุคคลหรือสิ่งของเสมอ นั่นคือ เจตคติที่เกิดจากสิ่งที่มีตัวตนและสามารถอ้างอิงได้

4.3 องค์ประกอบของเจตคติ

นิพนธ์ แจ่มเอียด (2525: 118 - 119) กล่าวว่า การที่บุคคลมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มีองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (cognitive component) ได้แก่ ความรู้สึกที่มีขอบเขตครอบคลุมถึงความคิดเห็น ความเชื่อที่มีต่อสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เมื่อบุคคลรับและวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับทำให้เกิดความคิดที่ว่าอะไรถูกอะไรผิด

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (affective component) ได้แก่ ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์ต่อสิ่งของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้นและถ้ารู้สึกต่อสิ่งใดในทางที่ไม่ดี ก็จะมีเจตคติในทางที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วยและถ้าไม่มีความรู้สึกต่อสิ่งนั้นเลย เจตคติก็จะไม่เกิดขึ้น

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ (action tendency component) เป็นความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือมีแนวปฏิบัติตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากความคิดและความรู้สึกที่ปรากฏในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธหรือเฉย ๆ

ในปัจจุบันเมื่อก้าวถึงองค์ประกอบของเจตคติโดยทั่วไปจะประกอบด้วย
ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออก

4.4 แหล่งกำเนิดเจตคติ

มีผู้กล่าวถึงแหล่งกำหนดเจตคติ ดังนี้

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526: 91 - 93) กล่าวว่า แหล่งที่สำคัญจะทำให้เกิดเจตคติมี
ดังนี้

1. การได้รับประสบการณ์เฉพาะด้าน (specific experience) บุคคลจะเกิดเจตคติ
ต่อสิ่งหนึ่งได้เมื่อได้รับประสบการณ์จากสิ่งนั้นด้วยตนเอง ถ้าเป็นเจตคติทางบวก จะทำให้เกิดความ
ประทับใจ ซาบซึ้งกับประสบการณ์ที่ผ่านมา แต่ถ้าเป็นเจตคติในทางลบก็ยากที่จะลบเลือนความรู้สึกที่
ไม่พอใจออกไปง่าย ๆ

2. การติดต่อสื่อสารความหมายกับผู้อื่น (communication from others) ถ้าบุคคลมี
การติดต่อ การสื่อสารความหมายกับผู้อื่นแล้วได้รับการตอบสนองในทางที่ดีก็เป็นที่พึงพอใจย่อม
เกิดเจตคติในทางบวก ถ้าบุคคลมีการติดต่อสื่อสารความหมายกับบุคคลอื่นแล้วได้รับการตอบสนอง
ในทางที่ไม่ดี ไม่เป็นที่พอใจ ย่อมเกิดเจตคติในทางลบ

3. สิ่งที่เป็นแบบอย่าง (models) บุคคลจะเกิดเจตคติได้จากตัวแบบที่ปรากฏให้
เห็นและถ้าเกิดเจตคติทางบวกแล้วก็จะเลียนแบบพฤติกรรมตัวแบบนั้น แต่ถ้าเจตคติทางลบก็จะ
เลียนแบบและอาจมีพฤติกรรมตรงกันข้ามกับตัวแบบก็ได้

4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับสถาบัน (institutional factor) บุคคลจะเกิดเจตคติ
เนื่องมาจากอิทธิพลของสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยสถาบันนั้นย่อมมีกฎข้อบังคับ ระเบียบแบบแผน
แนวทางปฏิบัติกำหนดไว้ให้บุคคลในสถาบันนั้นยึดถือและปฏิบัติตาม การปลูกฝังเจตคติจาก
องค์ประกอบ 4 ประการ เป็นสิ่งที่สามารถทำได้และพบบ่อยในสังคม

คอลเลตต์ (Collete 1972: 221) ได้อธิบายปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดเจตคติ 4 ประการ
ดังนี้

1. การเข้าร่วมกิจกรรม ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจพัฒนาความชอบในการเรียน
เรื่องไฟฟ้าเนื่องจากเขามีโอกาสในการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ หรือกิจกรรมนั้น ๆ ทำให้เขา
ได้รับความสนุกสนาน ในทางตรงกันข้ามนักเรียนอาจจะไม่ชอบเรียนเรื่อง สัตววิทยา เนื่องจากเขา
ต้องลงมือกับสัตว์ที่ตายแล้ว

2. ได้รับอิทธิพลจากคนอื่น เช่น เด็กส่วนมากจะกลัวงู เนื่องจากได้รับการปลูกฝัง
จากคนอื่น

3. การมีประสบการณ์ตรงในขณะนั้น ตัวอย่างเช่น ความคับข้องใจอย่างรุนแรงของนักเรียนที่เกิดจากอุบัติเหตุในช่วงระหว่างการสาธิต อาจทำให้นักเรียนเกิดอคติต่อการเสนอตัวในการสาธิตอื่น ๆ

4. การผสมผสานในการตอบสนองพิเศษ การประสานการตอบสนองเฉพาะกิจของกิจกรรมต่าง ๆ จะเกิดการสะสมถึงระดับหนึ่งที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ เช่น เมื่อเด็กได้รับการปฏิเสธจากครูบ่อย ๆ จะทำให้เขาไม่ชอบครูและรายวิชานั้นมากขึ้น

4.5 การเกิดเจตคติ

ชริกเลย์ (Shrigley 1977: 427) กล่าวว่า เจตคติไม่ใช่สิ่งที่มีมาแต่กำเนิด แต่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ เจตคติบางอย่างมีขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่อยากให้เป็นที่ยกย่องในสังคม

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2530: 95 - 96) ได้กล่าวว่า การเกิดพฤติกรรมด้านเจตคติไม่ว่าจะเป็นการให้ความสนใจในการแสดงความรู้สึก การแสดงท่าทีและการแสดงว่าชอบหรือไม่ชอบนั้นแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้หรือการให้ความตั้งใจ (receiving or attending) เมื่อบุคคลได้ปะทะกับสิ่งเร้าย่อมเกิดการรับรู้หรือให้ความตั้งใจหรือเกิดความตระหนักหรือความเต็มใจที่จะรับรู้และให้ความตั้งใจในสิ่งเร้าบางอย่าง

2. การตอบสนอง (responding) เมื่อบุคคลจะรับรู้หรือให้ความตั้งใจในสิ่งเร้าใด ๆ ก็ตามในขั้นที่หนึ่งแล้ว มันเป็นพันธกรณีให้บุคคลตอบสนองต่อสิ่งเร้า อาจจะเป็นไปในรูปของการเชื่อฟังหรืออาจเกิดความสมัครใจหรือความเต็มใจที่จะทำหรือเกี่ยวข้องกับหรือทำด้วยความสนุกสนาน

3. การเห็นคุณค่า (valuing) หลังจากทีบุคคลได้รับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าแล้ว บุคคลจะเกิดความเชื่อในสิ่งเร้านั้น ในขั้นแรกก็จะมียอมรับในคุณค่าในสิ่งเร้านั้น ๆ ต่อมาเกิดความรู้สึกชอบและขั้นตอนสุดท้ายจะเกิดการยอมรับอย่างแน่นแฟ้น

4. การจัดระเบียบ (organizing) เมื่อบุคคลได้ยอมรับในสิ่งใดแล้วก็จะเกิดการจัดระเบียบของคุณค่าเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่หรืออาจจะพัฒนาคุณค่าของสิ่งนั้นก็ได้

5. การแสดงพฤติกรรมตามคุณค่าที่ปรากฏ (characterizing by a value) ในขั้นนี้บุคคลจะแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับค่านิยมที่เขายึดถือ ซึ่งอาจจะเป็นพฤติกรรมที่เป็นมาตรฐานสำหรับบุคคลนั้น ๆ

4.6 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

พัชรี วรกวิน (2522: 74) กล่าวว่า สถานการณ์สังคมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติ ประกอบด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

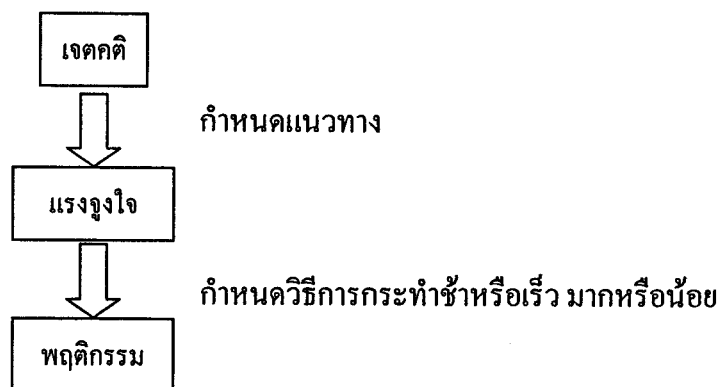
1. การแนะนำให้เปลี่ยน (suggestion situation) การแนะนำมี 2 วิธี คือ การแนะนำตามปกติ คือ การแนะนำจากกลุ่มเพื่อนผู้มีความสำคัญทางสังคมหรือแก่ตนเองหรืออีกวิธีหนึ่ง คือ การสะกดจิต ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัมผัสและการเคลื่อนไหว
 2. การทำให้เกิดการคล้อยตาม (conformity situation) เป็นการสื่อสารโดยการบอกให้ทราบว่า กลุ่มที่คล้ายกับท่านมีความคิดเห็นเป็นอย่างไร เป็นการแนะนำให้เกิดความรู้สึกขึ้นมาเองว่า สมควรจะเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มอื่นหลังจากที่ได้รับการบอกเล่าแล้ว
 3. การอภิปรายกลุ่ม (group discussion) เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน โดยการอภิปรายจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเจตคติ
 4. การใช้ข้อมูลชักจูง (persuasive messages) เป็นการใช้ข้อมูลที่มีมาจากคนที่มีความสำคัญด้านนี้หรือกลุ่มที่เหมือนกันมากเท่าใด ก็จะทำให้คนเปลี่ยนแปลงเจตคติได้มากขึ้นเท่านั้น ผู้รับจะไม่มีสิทธิ์โต้แย้งคัดค้านหรือแสดงความคิดเห็นต่อที่มาจากข้อมูล
 5. การปลูกฝังความเชื่อ (intensive indoctrination) เช่น การอบรมเลี้ยงดู การล้างสมอง การนิตยาให้ประสาทหลอน การทรมานร่างกายเพื่อให้ประสาทเกิดความอ่อนแอ
- กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2529: 203) ได้กล่าวถึงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงเจตคติไว้ดังนี้

1. โดยการอบรมเลี้ยงดูที่ถูกต้อง บุคคลที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูอย่างใด ย่อมมีเจตคติตามผู้อบรมเลี้ยงดู ดังนั้นถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงเจตคติต้องเปลี่ยนแปลงเจตคติผู้อบรมเลี้ยงดูด้วย
2. โดยการเรียนรู้และเพิ่มประสบการณ์ให้กว้างขวางขึ้น เพื่อให้มีโอกาสได้ทราบผลดีและผลเสียต่อการเกิดเจตคติต่าง ๆ
3. โดยการชักถามหรือชักจูงจากกลุ่มหรือบุคคลที่มีอิทธิพลต่อผู้ถูกเปลี่ยนเจตคติ
4. โดยการเปลี่ยนกลุ่ม ถ้าบุคคลอยู่ในกลุ่มหนึ่งหรือสังคมหนึ่ง แล้วมีเจตคติอย่างหนึ่ง เมื่อเขาต้องการเปลี่ยนไปอยู่อีกกลุ่มหนึ่ง หรือสังคมหนึ่ง ที่มีเจตคติที่ตรงกันข้ามหรือไม่เหมือนเจตคติของกลุ่มเดิม ถ้าบุคคลต้องการอยู่ในกลุ่มใหม่มีสุขภาพกายสบายใจ ย่อมต้องเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มใหม่ด้วย

4.7 อิทธิพลของเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม

พฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกนั้นเกี่ยวข้องกับเจตคติ โดยก่อให้เกิดแรงจูงใจจึงหมายถึงภาวะภายในจิตใจของบุคคลที่พร้อมที่จะกระตุ้นนำทางให้พฤติกรรมดำเนินไปตาม

เป้าหมายและแรงจูงใจ เป็นตัวกำหนดให้เกิดพฤติกรรมที่จะให้กระทำหรือละเว้นสิ่งต่าง ๆ ดังแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ผลของเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม

ที่มา: ฉลอง ภิรมย์รัตน์ (2521) จิตวิทยาสังคม กรุงเทพมหานคร ประจักษ์การพิมพ์

4.8 ประโยชน์ของเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526: 5 – 6) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติไว้ดังนี้

1. ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวโดยการจัดระบบสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว
2. ช่วยให้มี self – esteem โดยช่วยให้บุคคลหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดีหรือปกปิดความจริงบางอย่าง ซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่ตัวเรา
3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิริยาโต้ตอบหรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้น ส่วนมากจะทำให้สิ่งที่นำความพอใจมาให้หรือเป็นบำเหน็จรางวัลจากสิ่งแวดล้อม
4. ช่วยให้บุคคลสามารถแสดงออกถึงค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าค่าของเจตคตินั้นนำความพึงพอใจมาให้บุคคลนั้น

4.9 ระดับเจตคติ

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2522: 1) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. เจตคติเชิงนิมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เห็นชอบด้วย สนับสนุนปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ
2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในเชิงลักษณะตรงกันข้ามกับเจตคติเชิงนิมาน เช่น ไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี

3. เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งเจตคติเชิงนิมาน และเจตคติเชิงนิเสธ เช่น รู้สึกเฉย ๆ ไม่ถึงกับชอบหรือเกลียด

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 55) แบ่งเจตคติไว้ 2 ระดับคือ

1. เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะความพึงพอใจและ เห็นด้วยอาจทำให้บุคคลอยากกระทำ อยากได้ หรืออยากใกล้ชิดสิ่งนั้น

2. เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะความไม่พึงพอใจ ไม่ เห็นด้วย อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ชิงชัง หรือต้องการหนีให้ห่างสิ่งนั้น

4.10 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.10.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

อนันต์ จันทร์ทวี (2523: 61) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึงความรู้สึก ความพอใจ ชอบ ไม่ชอบหรือความเบื่อหน่ายกับประสบการณ์ทาง วิทยาศาสตร์ ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงออก 2 ทาง คือ

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิมาน (positive attitudes toward science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพอใจ ชอบ อยากเรียน อยากเข้าใกล้ ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิเสธ (negative attitudes toward science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน ไม่อยากเข้าใกล้ เบื่อหน่าย สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ฮาสันและบิลเลห์ (Hason and Bielleh 1975: 247) กล่าวว่า เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ และความซาบซึ้งของบุคคลที่เกิดจากผลของ วิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลของวิทยาศาสตร์นั้นจะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของมนุษย์ที่มี ต่อวิทยาศาสตร์

ฮาลาไดนา และชอเนสซี (Haladyna and Shaughnessy 1982: 548) ได้ ศึกษาสังเคราะห์เชิงปริมาณงานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แล้วสรุปความหมายของเจตคติที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามคำนิยามของนักวิจัยแต่ละคน ดังนี้

1. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific attitudes) เป็นเจตคติที่เกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกหรือความคิดทางวิทยาศาสตร์ ความซื่อสัตย์ในการรายงานข้อมูล จิตใจที่เปิดกว้าง ความมีเหตุผลและความเป็นปณัย

2. เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ (attitudes toward scientist) เป็นความรู้สึกรู้สึกเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และอาชีพวิทยาศาสตร์

3. เจตคติต่อวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (attitudes toward method of teaching science) เป็นความรู้สึกรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมหรือวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการทดลอง การใช้ผู้เชี่ยวชาญ หนังสือ ครู ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ (scientific interest) เช่น ความสนใจในอาชีพนักวิทยาศาสตร์

4. เจตคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (attitudes toward part of curriculum) เป็นการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมที่หลากหลายหรือส่วนต่าง ๆ ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ รายวิชาการเรียนการสอนที่เสนอในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ดึงดูดใจ

5. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (attitudes toward the subject of science) เป็นความรู้สึกรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

อาจกล่าวได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกรู้สึก ความคิด ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นจะมีลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. เจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความไม่พึงพอใจ ความไม่ชอบ ไม่อยากเรียน ความเบื่อหน่าย ไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4.10.2 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 57 - 58) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนจากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทดลอง นักเรียนควรได้ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบ

ต้องงานที่ได้รับมอบหมาย และขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูต้องดูแลและให้ความช่วยเหลือบางอย่างเพื่อจะได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนไปด้วย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4. ในขณะที่ทำการทดลองควรนำหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความสนใจใส่ดูแลของครู ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งในการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาของบทเรียนและวัยของนักเรียนกับการให้มีการพัฒนาเจตคตินั้นด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาของสังคม แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว หลังจากได้มีการสรุปแล้ว ครูควรอภิปรายเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ทุกขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนากับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจจะได้ศึกษาหรือเลียนแบบได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน เป็นต้น

ในการที่จะทราบว่า การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนประสบผลสำเร็จหรือไม่ หรือนักเรียนคนใดมีเจตคติทางบวกหรือทางลบต่อวิทยาศาสตร์ อาจจะสังเกตได้จากพฤติกรรมหรือลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่แสดงออกดังที่มีผู้เสนอไว้ดังนี้

ไวโตรเกน (Vitrogan 1967: 170) ได้กำหนดไว้ว่า ผู้มีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. เน้นที่ความแตกต่างที่เห็นชัดเจนมากกว่าความแตกต่างที่ไม่ชัดเจน
2. รู้จักสังเกตเองมากกว่าได้รับคำสั่งให้สังเกต
3. ชอบคำตอบที่หลากหลายและยืดหยุ่นได้ของปัญหามากกว่าคำตอบที่เดียวและตายตัว
4. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกตที่ควบคุมได้และการสังเกตที่ไม่ถูกเกณฑ์แน่นอน
5. รู้ว่าสิ่งที่ไม่แน่นอนย่อมมีการเปลี่ยนแปลงได้
6. เน้นหลักการใหญ่ ๆ มากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย
7. พิจารณารูปแบบของปัญหามากกว่าพิจารณาคำตอบ

8. เน้นการอธิบายตามรูปแบบของความน่าจะเป็นไปได้มากกว่า
คำตอบที่สมบูรณ์

จะเห็นได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ควรจะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียน คือ เจตคติในทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ อาจทำได้โดยการสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหาของบทเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่จะสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะครูผู้สอนเองจะต้องรู้จักเทคนิควิธีการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ถ้าครูผู้สอนสามารถดำเนินการตามกระบวนการดังกล่าวได้ นักเรียนก็จะเกิดเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ขึ้นได้เองแบบค่อยเป็นค่อยไป

สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทั้งทางบวกและทางลบ อาจเป็นความพึงพอใจ ชอบ ไม่ชอบ อยากเรียน ไม่อยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เรื่องผลการจัดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไม่พบบางงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ แต่พบบางงานวิจัยที่นำกิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์จัดเป็นกิจกรรมหลักของชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์หรือชุดฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดังนี้ ปรีชา บุตรสุโพธิ์ (2539) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดขอนแก่น โดยออกแบบกิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ในชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมมีประสิทธิภาพ = $89.06/87.81$ (2) คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จร ลวนางกูร (2542) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการเรียนตามปกติ ซึ่งชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้กิจกรรม

ทดลองวิทยาศาสตร์ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05