

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร ที่เน้น
กิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.5 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. กิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.2 หลักการของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.3 จุดมุ่งหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.4 ความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.5 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.6 ประโยชน์ของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.7 ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.8 แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.9 การประเมินผลสัมฤทธิ์การทำโครงงานวิทยาศาสตร์
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. ชุดการสอนและการสร้างชุดการสอน
8. สาระความรู้เกี่ยวกับอาหาร
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 1) หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจน การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหลักสูตรแกนกลางที่มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระ ในแต่ละระดับชั้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียน พัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึง มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 4)

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะแสวงหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไป สู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้
2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็น เรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้อง เรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้ สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลการประสบความสำเร็จในการเรียน วิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกตสำรวจตรวจสอบ สืบค้น ความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับ สภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในห้องเรียน และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่าง ซึ่ง และเห็น ความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพ ชีวิตมีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและ การจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและการกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กรมวิชาการ กำหนดสาระที่เป็น องค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ ดังนี้

- สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5: พลังงาน
- สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสร้างชุดการสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ วิสัยทัศน์ เป้าหมายและสาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าว เป็นแนวทางในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสม และสอดคล้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร มีสาระการเรียนรู้ อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 2.1 และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ซึ่งวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ได้ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว.1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3)

สำรวจตรวจสอบสารอาหารต่าง ๆ ที่รับประทานในชีวิตประจำวัน และนำความรู้มาใช้ในการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ได้สัดส่วน เหมาะสมกับเพศและวัย

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทดสอบและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารอาหารหลักในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวัน (ว 1.1 - 6)
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสำคัญของสารอาหารที่ที่ต่อร่างกาย (ว 1.1 - 6)
3. เลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ได้สัดส่วนเหมาะสมกับเพศและวัย (ว 1.1 - 6)

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็น หรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. สำรวจตรวจสอบเชิงปริมาณและคุณภาพโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
5. วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลจากการสำรวจตรวจสอบที่สอดคล้องกับสมมติฐาน
6. อธิบายและแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และอธิบาย กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวทางการจัดการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 215 - 230)

1. จัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ในการจัดการสอน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการ

เรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของ โรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญคือศักยภาพของผู้เรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียน เป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรม ทัศนศึกษา การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจาก แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมต่างกัน ที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียน มีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิด ขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาใน ส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยา พัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development)

เด็กมีการพัฒนาด้านต่าง ๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ที่บ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจและ ความรู้ความสามารถต่าง ๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้าสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถบางส่วน หนึ่งแล้ว ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ได้มีการศึกษาในส่วน ของพัฒนาการของนักเรียนเป็นจำนวนมากและในหลายทิศทาง ทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไป คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอไว้ว่าพัฒนาการ เรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะใช้ประสาทสัมผัส (Sensory - Organs Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรก เกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่มมี

การพัฒนาการใช้วัตถุให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการได้ยินและการมอง ฝึกการเดิน ขึ้น ฝึกพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการได้หยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. ระยะควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational Stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุม การพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการจับถ้าย มีการฝึกใช้วัตถุต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กัน ภายได้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นเกม การขี่จักรยาน การเล่นล้อเลื่อน

3. ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete – Operational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วง อายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนก สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็ก ในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

4. ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal – Operational Stage) เป็นพัฒนาการใน ช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12 – 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็น เหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาที่มีภาวะต่อไปการพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้น อย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้น จนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไป การพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีรวมทั้ง วิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้เร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็น หลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ ผ่านมานี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 215 - 230)

กระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้ อย่างมีความสุขในสังคมการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้

เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนจึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคน ได้พยายามคิดค้นทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้กันมานานแล้ว เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) ของ John Dewey (1922) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of Cognitive Development) ของ Jean Piaget (1958) การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ของ Jerome S. Bruner การเรียนรู้อย่างมีความหมายของ David P. Ausubel (1969) เป็นต้น

กาจเย (Robert M. Gagne, 1970) ได้เสนอขั้นตอนของการเรียนรู้ไว้ 8 ขั้นตอน คือ

1. การจูงใจ (Motivative Phase) การคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
3. การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
4. ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
5. ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
6. การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)
7. การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)
8. การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็วจะทำให้มีผลดีและประสิทธิภาพสูง

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่กล่าวถึงกันมากในปัจจุบันนี้คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้กระบวนการดังกล่าวแล้ว อาจใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยรูปแบบอื่น ๆ อีกดังนี้

การค้นหารูปแบบ (Pattern Seeking) โดยที่นักเรียนเริ่มด้วยการสังเกตและบันทึกปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ หรือทำการสำรวจ ตรวจสอบ โดยที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ แล้วคิดหารูปแบบจากข้อมูล เช่น จากการสังเกตผลฝรั่งในสวนจากหลายแหล่ง พบว่าฝรั่งที่ได้รับแสงจะมีขนาดโตกว่าผลฝรั่งที่ไม่ได้รับแสง นักเรียนก็สร้างรูปแบบและสร้างความรู้ได้

การจัดจำแนกประเภทและการระบุชื่อ (Classification and Identification) เป็นการจัดประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์ เป็นกลุ่ม หรือการระบุชื่อวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เป็นสมาชิกของกลุ่ม เช่น เราจะแบ่งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเหล่านี้ได้อย่างไร วัสดุใดนำไฟฟ้าได้ดีหรือไม่ดี ฯลฯ

การสำรวจและค้นหา (Exploring) เป็นการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์ในรายละเอียดหรือทำการสังเกตต่อเนื่องเป็นเวลานาน เช่น ไข่กบมีพัฒนาการอย่างไร เมื่อผสมของเหลวต่างชนิดกันเข้าด้วยกันจะเกิดอะไรขึ้น

การพัฒนาแบบจำลอง (Developing System) เป็นการออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์หรือระบบ

การสร้างแบบจำลองเพื่อการสำรวจตรวจสอบ (Investigate Models) เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเพื่อให้เห็นถึงการทำงาน เช่น สร้างแบบจำลองระบบนิเวศ

กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา

การแก้ไขปัญหามักทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหามักจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ 1) ปัญหาถามว่าอย่างไร 2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ 3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดียิ่งจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลองขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ไขปัญหานั้นได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะอื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาลักษณะอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้านวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องานและสิ่งแวดล้อมด้วย

กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hands - on Mind - on Activities)

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลายตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่

1. นำแม่เหล็กเข้าใกล้วัสดุต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น
2. ใช้วัตถุต่าง ๆ ถูกับผ้าชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาแขวนไว้ใกล้กัน หรือนำมาแตะกัน กระจายแล้ว
3. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

4. ต่อหลอดไฟฟ้าหลายหลอดกับถ่านไฟฉาย สังเกตและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น
5. ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต สังเกตและเปรียบเทียบเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

6. เป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ฯลฯ

เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมลักษณะนี้ จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุปและการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีรูปแบบหรือมีการจัดระบบอย่างดี นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ด้วย

แนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย

6 ประการ

1. การจัดกลุ่ม กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ และหญิงชายเท่า ๆ กัน
2. อุดมการณ์ หมายถึง ความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของนักเรียนที่จะร่วมงานกัน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและให้คงไว้ โดยให้ทำกิจกรรมหลากหลาย
3. การจัดการ เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของครูและการจัดการของนักเรียนภายในกลุ่ม ครูจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ
4. ทักษะทางสังคม เป็นทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกันให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. หลักการพื้นฐาน ได้แก่

5.1 การช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยมีแนวคิดที่ว่า เมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน เพื่อนก็จะได้ ประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละคน

5.2 ยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มต่างมีความสามารถและมีความสำคัญต่อกลุ่ม แต่ละคนมีส่วนในการทำงานให้กลุ่มสำเร็จ

5.3 ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือ และมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน

5.4 ทุกคนในกลุ่มต้องปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานในกลุ่ม

6. โครงสร้างของกิจกรรม หมายถึงรูปแบบของกิจกรรมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีหลากหลายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะศึกษา

การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ นั้น นอกจากมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนแล้ว ยังมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูง และพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วย

ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making)

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ

การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher-ordered Thinking)

ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการรวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ ความคิดขั้นสูง ประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

1. ความคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) คือ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ

2. ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ

3. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ ความคิดแปลกใหม่ ยืดหยุ่นและแตกต่างจากผู้อื่นได้

3. ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical Thinking) คือ ความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ

4. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) คือ ความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง

การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสื่อสารหมายถึงการแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้ และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดทักษะ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 58 – 60) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านตามที่กล่าวมาแล้วจึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษหรือโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ในการทำกิจกรรมเหล่านี้ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกันผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้เสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็จะต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่าง ๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำและผลงานเหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีเหมาะสมและแตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ความสามารถและความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านหลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

1. การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะที่สำคัญคือใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลิต มากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควร จะแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจและ ความต้องการของแต่ละบุคคล

3. เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเอง และของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้

4. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน แต่ละบุคคลได้หรือไม่

5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

6. ประเมินด้านต่าง ๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน

ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)
8. แฟ้มผลงาน (Portfolio) ฯลฯ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พวงแก้ว โคจรานนท์ (2530, หน้า 25) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ เช่น ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็ก ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการรายงาน ทั้งเขียนและพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการทำการบ้านในแต่ละรายวิชา

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 19) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการตรวจสอบความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางของสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าหลังจากการเรียนรู้เรื่องนั้นแล้วผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2531, หน้า 146) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่า นักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริมหรือวัดดูความพร้อมก่อนจะขึ้นบทเรียนใหม่
2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือจากครูผู้สอนวิชานั้น แต่ผ่านการหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการดำเนินการสอน คือ ไม่ว่าโรงเรียนหรือ ส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

จิรพรรณ แสงหล้า (2532, หน้า 141 - 173) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า จะต้องวัดสมรรถภาพของสมองในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยประสบมาโดยที่เรื่องราวนั้นอาจได้มาจากไหนหรือใครก็ได้
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญจากบรรดาสื่อสารการติดต่อทั้งปวง เป็นการขยายความจำให้ไกลออกไป การที่จะเกิดความเข้าใจได้ นักเรียนจะต้องคัดแปลง ปรับปรุงเรื่องที่ประสบให้กลายเป็นรูปลักษณะใหม่ แต่ยังคงคล้าย ๆ ของเดิมอยู่บ้าง นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกับของเดิม
3. การนำไปใช้ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากที่ได้เรียนมาแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือสถานการณ์จำลองที่คล้ายคลึงกัน หรือเมื่อเรียนรู้เรื่องใดไปแล้วจะสามารถนำทฤษฎี กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องนั้น ไปแก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ใด ๆ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการที่กำหนดให้ เช่น แยกเหตุการณ์ เรื่องราว บท

ประพันธ์ ผลลัพธ์ผลรวม หรือปรากฏการณ์ใดๆที่ปรากฏว่า เกิดส่วนย่อยอะไรบ้าง ความสำคัญอยู่ตรงไหน ส่วนย่อยๆ นั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร

5. การสังเคราะห์ หมายถึง การให้นักเรียนผสมส่วนย่อยต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปให้เป็นเรื่องเดียวกัน เพื่อให้เป็นสิ่งที่สมบูรณ์หรือสำเร็จรูปชิ้นใหม่ที่มีลักษณะต่างออกไปจากส่วนย่อยเดิม กระจ่างกว่าเดิม หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม สิ่งที่น่ามาผสมรวมกันนี้ ได้แก่ วัสดุ สิ่งของ ข้อเท็จจริง หรือความคิดเห็นก็ได้

6. การประเมินค่า หมายถึง การติวราสิ่งต่าง ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ว่า สิ่งนั้นดีเลวเหมาะสม ไม่เหมาะสม ซึ่งได้แก่การติชมรวบยอด หรือการวินิจฉัยชี้ขาด ตัดสินขั้นสุดท้าย การติวราในสิ่งใด เรื่องใด จะต้องมิเกณฑ์หรือมาตรฐานสำหรับยึดเป็นข้ออ้างหรือบรรทัดฐานสำหรับใช้ในการวินิจฉัย การติชมโดยไม่มีเกณฑ์หรือมาตรฐานจะไม่เป็นการประเมินค่า แต่เป็นความเห็น

ประเภทของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมพิศ อุดมศิลป์ (2525, หน้า 40 – 41 อ้างถึงใน จิรพรรณ แสงห่อ (2532, หน้า 141 - 173) กล่าวว่า การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการเขียนตอบนั้น สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบแบบอิงกลุ่ม หรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการสอบวัดที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่า ความสามารถของบุคคลใด ๆ ในเรื่องใดนั้น มิไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถน้อย และส่วนใหญ่จะมีความสามารถปานกลาง การกระจายความสามารถของบุคคลถ้านำมาเขียนกราฟ จะมีลักษณะคล้าย ๆ โค้งรูประฆังหรือที่เรียกว่า “โค้งปกติ” ดังนั้นการทดสอบนี้จึงยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลการสอบของบุคคลเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่มคะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการทดสอบฉบับนี้ ก็เพื่อการกระจายบุคคลทั้งกลุ่มไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล นั่นก็คือ คนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถต่อยกกว่าก็จะได้คะแนนลดหลั่นลงมาจากจนถึงคะแนนต่ำสุด

2. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เป็นการทดสอบหรือการวัดที่ยึดความเชื่อในเรื่องการเรียนเพื่อรอบรู้ กล่าวคือ ยึดหลักการว่าในการสอนนั้นจะต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะแตกต่างกันก็ตาม แต่ทุกคนควรได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตน โดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันก็ตามในแต่ละบุคคล ดังนั้นการทดสอบแบบอิงเกณฑ์จึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลการสอบของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้มีการนำผลไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ

ในกลุ่ม ความสำคัญของการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญ “เกณฑ์” หมายถึง กลุ่มพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชา ตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือกลุ่มของพฤติกรรมที่ได้มุ่งหมาย การทดสอบแบบนี้จึงเป็นการตรวจสอบดูว่า ใครเรียนได้ถึงเกณฑ์ และใครยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น อาจให้มีการเรียนซ่อมเสริม เป็นต้น

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง ต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้สัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ใช้พฤติกรรม 5 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยประสบมาโดยที่เรื่องราวนั้นอาจได้มาจากไหนหรือใครก็ได้
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง ย่นย่อเอาแต่ใจความสำคัญ แปลความหมาย ตีความหมาย และขยายความสำคัญของเรื่องได้
3. การนำไปใช้ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจ ทฤษฎี กฎเกณฑ์ และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องนั้น ที่ได้จากการเรียน ไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม ในด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นของข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
5. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทนมุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ และการยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

กิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแล และให้ปรึกษาของครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผน ออกแบบ ประดิษฐ์ ดำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล สรุปผลและการเสนอผลงาน กล่าวอีกนัยหนึ่ง กิจกรรมที่จัดว่าเป็น โครงการวิทยาศาสตร์ ต้อง ประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสนใจและระดับความรู้ ความสามารถ
3. เป็นกิจกรรมที่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย
4. นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนดำเนินการปฏิบัติทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลหรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผลและเสนอผลการศึกษาค้นคว้า โดยมิครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษา

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2540) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการดำเนินงานด้วยรูปแบบการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 1) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Project) เป็นกิจกรรมที่ทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ อาจทำเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มก็ได้ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ และอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยในการศึกษา เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ กิจกรรมหรืองานที่เป็นโครงการวิทยาศาสตร์อาจเป็นประเภทการสำรวจ ประเภทการทดลอง ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ และประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่

บุญถึง เน้นหนา (2542, หน้า 46) ให้ความหมายการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งปัญหาที่จะศึกษานั้นต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ มีกระบวนการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ทั้งนี้

โดยอาจมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้น ๆ เป็นที่ปรึกษา คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

ซิมัว เอช โฟว์เลอร์ (Fowler, 1964, pp. 91 – 93 อ้างถึงใน บุญถึง แน่นหนา, 2542, หน้า 44) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการศึกษาแนวทางและวิธีการ แก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางใน การศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ หรือให้โครงการนั้นสัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย

ฮาร์เวเนศุมาร์ กุพตา (Gupta, 1981, p. 28 อ้างถึงใน บุญถึง แน่นหนา, 2542, หน้า 50) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าหมายถึงการศึกษาเกี่ยวกับ ความจริง หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนที่มีโอกาสได้แสดงออกขณะทำงานกลุ่มร่วมกันเพื่อ พัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำและการดูแลของ ครูหรือผู้เชี่ยวชาญ

หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

เฟว์เลอร์ (Fowler, 1964, pp. 91 – 93 อ้างถึงใน บุญถึง แน่นหนา, 2542, หน้า 47) ได้ กล่าวถึงหลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ 3 ประการ ดังนี้

1. หลักความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ได้ทำขึ้น โดยยึดหลักความจริงตามธรรมชาติจากบุคคลอื่น ๆ รวมทั้ง
2. หลักเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ใน การเลือกเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ และเงินทุนที่มีอยู่ ตลอดจนเป็นการดำเนินการอย่าง ประหยัดและคุ้มค่ากับการทำโครงการ
3. หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การสนับสนุนให้ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ ใช้ความสามารถในการวางแผนดำเนินการทำโครงการและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการฝึกให้ นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 2) ได้กล่าวถึงหลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผน และ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่ การกำหนดปัญหาหรือการทดลองและการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิได้เน้นการส่งเข้าประกวด

สรุปได้ว่า หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นหลักการที่เน้นการฝึกให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีระบบ

จุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า มีผู้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของ โครงการวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529, หน้า 2) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ
3. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
4. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ละ

ท้องถิ่น

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 2) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรักและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของเทคโนโลยี
3. เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
4. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือออกแบบประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ
5. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 7. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกพร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
 8. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- สรุปได้ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้ทำโครงงานได้มีประสบการณ์ตรงในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา คิดค้น หรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความรับผิดชอบ รู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ และสามารถทำงานเป็นหมู่คณะ

ความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 3-5) กล่าวว่า สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา กล่าวคือ นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ และผู้รู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโดยเฉพาะความรู้ที่เป็นข้อค้นพบของการทำโครงงาน
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ กล่าวคือ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง และการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการเขียนรายงานโครงงาน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะต่าง ๆ เหล่านี้
3. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา กล่าวคือ จากการที่นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองโดยตลอด โดยมีครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำถ้านักเรียนมีโอกาสทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าวซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่สงสัยจนทำให้สามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้ด้วย
4. เจตคติ กล่าวคือ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนสนใจจะศึกษาเอง ลงมือศึกษาด้วยตนเอง และค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบ และสนใจในวิชานั้น ๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ได้เผชิญกับปัญหาต่าง ๆ และแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเองจะค่อย ๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น เจตคติและค่านิยมดังกล่าว ได้แก่

ความสงสัย ไม่เชื่ออะไรโดยง่าย มีความใฝ่รู้อยู่เสมอ มีความเป็นเหตุเป็นผล มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์และอดทน

5. คุณสมบัติอื่น ๆ กล่าวคือ การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่น ๆ ให้แก่นักเรียนอีก เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง มีวินัยในการทำงาน มีความรับผิดชอบ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 5 - 10) ได้จัดแบ่งประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งใกล้เคียงกับการแบ่งประเภทโครงการวิทยาศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526, หน้า 13 - 18) เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยทฤษฎี แล้วอาจมีหลาย ๆ ตัวแปรที่จะศึกษา แต่ผู้ที่ทำการศึกษาดำเนินการเลือกศึกษาเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้น ตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลจะต้องทำการควบคุมให้หมดทุกตัวเพื่อกันไม่ให้เกิดการแทรกซ้อนของตัวแปร
2. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปร อาจเป็นการรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติได้ทันที หรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงาน สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่ดีขึ้นมาใหม่ทั้งหมด หรือเป็นการดัดแปลงมาจากของที่มีอยู่แล้วก็ได้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่าง
4. โครงการประเภททฤษฎี เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิด หรือทฤษฎีใหม่ ๆ ซึ่งจะอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยที่ได้ตั้งข้อตั้งหรือทฤษฎีขึ้นมาเอง แล้วนำเสนอหลักการ หรือแนวคิด หรือทฤษฎีตามทฤษฎีหรือข้อตั้งนั้น ๆ หรือเป็นรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี

ประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อผู้ทำหลายประการ ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ ดังนี้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดูแลเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่าการเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ นักเรียนมีโอกาสดูแลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะ ซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบ การทดสอบและควบคุมตัวแปร

4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแค่ความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้

6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเป็นผู้มีวิจรรณญาณ

7. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

8. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบและสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

10. ช่วยให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างจิตสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ

4. ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง

5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542, หน้า 275) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ
2. นักเรียนจะได้ฝึกทักษะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหา ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน

ขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับ ชีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 4 - 9) ที่กล่าวถึงขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามลำดับดังนี้

1. การคิดหาปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะทำการศึกษา ขั้นตอนนี้นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากที่สุด ซึ่งกว่าที่นักเรียนจะคิดได้นั้นค่อนข้างยาก เพราะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ไม่ได้ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้คิด เป็นแต่ผู้ทำตามเท่านั้น แม้แต่การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนก็มีน้อยมาก นักเรียนขาดโอกาสในการคิดทั้ง ๆ ที่ความสามารถในการคิดของเด็ก ๆ มีมากมาย เพียงแต่หากได้มีการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ ความคิดซึ่งค่อนข้างจะกระฉับกระเฉงของเด็ก ๆ ก็จะนำมาสู่แว่นแสบที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น ดังนั้นก่อนที่จะฝึกให้นักเรียนคิดหาปัญหาหรือหัวข้อเรื่อง ครูจำเป็นต้องฝึกนักเรียนคิดเป็นเสียก่อนโดยการนำสิ่งที่นักเรียนสนใจหรืออยากรู้ อยากเห็น ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ก็ได้มาตั้งคำถาม
2. การวางแผนในการทำโครงการ เป็นขั้นตอนในการเขียนแผนงานซึ่งต้องคิดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอะไร โดยการเขียนเป็นโครงร่างหรือเค้าโครงเสนออาจารย์ที่ปรึกษา หรือครูพี่เลี้ยงนั่นเองว่าจะดำเนินการเป็นขั้นตอนอย่างไร หรือเป็นการกำหนดแผนงานอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นลำดับ ไม่สับสน
3. การลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการดำเนินการตามแผนงานที่ได้วางไว้แล้ว โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบจากครูพี่เลี้ยงหรืออาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ทั้งนี้การปฏิบัติดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทของการทำโครงการ ถ้าเป็นโครงการประเภททดลองควรตรวจสอบผลของการทดลองโดยการทำการทดลองซ้ำอีกเพื่อได้ผลที่

แน่นอน เมื่อทำการทดลองไปตามขั้นตอนและได้ผลของข้อมูลจากการวิเคราะห์แล้ว ผู้ทำโครงการจะต้องทำการแปลผลและสรุปผลการทดลองด้วย พร้อมกับอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า หากไม่ตรงกับสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ก่อนทำการทดลอง ให้บอกเหตุผลด้วยว่าเหตุใดจึงไม่เป็นไปตามสมมุติฐานนั้น เพื่อจะได้รู้ว่ามีข้อบกพร่องอะไร และผิดพลาดตรงกระบวนการใด

4. การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของการรายงานเป็นเอกสารเพื่อขยายผลให้ผู้อื่นได้ทราบว่าสิ่งที่เราทำการศึกษานั้นมีผลเป็นอย่างไรบ้าง วิธีการเขียนรายงานจะมีลักษณะหรือแนวทางในการเขียนแบบเดียวกันกับการเขียนรายงานผลการวิจัยซึ่งจะมีหัวข้อดังนี้

- 4.1 ชื่อโครงการ
- 4.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
- 4.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
- 4.4 บทคัดย่อ
- 4.5 ที่มาและความสำคัญ
- 4.6 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
- 4.7 สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า
- 4.8 วิธีดำเนินการ
- 4.9 ผลของการศึกษาค้นคว้า
- 4.10 สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า
- 4.11 ข้อเสนอแนะ
- 4.12 เอกสารอ้างอิง
- 4.13 กิตติกรรมประกาศ

5. การนำเสนอผลงาน จัดเตรียมผลงานที่จะนำเสนอต่อชุมชนโดยประชุมตกลงกันเสียก่อนในเรื่องของรูปแบบของแผนโครงการ หัวข้อสำคัญที่จะนำเสนอ การเขียนข้อความที่จะคิดในแผนโครงการ กระบวนการหรือขั้นตอนในการทโครงการซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 5.1 ชื่อผู้จัดทำ
- 5.2 ชื่อที่ปรึกษา
- 5.3 ที่มาของโครงการ
- 5.4 ชื่อโครงการ
- 5.5 ปัญหาที่ต้องการศึกษา

- 5.6 สมมติฐาน
- 5.7 วิธีดำเนินการ
- 5.8 ผลการทดลอง
- 5.9 สรุปผล
- 5.10 ข้อเสนอแนะ

แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 15 - 16) ได้เสนอแนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. จัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสปัญหาหรือมองเห็นปัญหา
4. แนะนำทางให้นักเรียนในการเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
5. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์
6. อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
7. ติดตามการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกระยะและให้คำปรึกษาเมื่อจำเป็น
8. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์
9. ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงานของตนต่อผู้อื่นในโอกาสและรูปแบบต่าง ๆ

ตามความเหมาะสม

10. ประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กิ่งทอง ใบหยก (2540, หน้า 31 - 59) กล่าวถึง ขั้นตอนของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. การปฐมนิเทศและเตรียมความพร้อม เป็นขั้นเตรียมตัวฝึกทักษะที่จำเป็นในการทำโครงงานและการกระตุ้นเพื่อให้เกิดคำถาม

2. จากการศึกษาแนวปฏิบัติข้างต้น การสร้างชุดการสอนครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดเป็นแนวทางในการดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผลสัมฤทธิ์การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผลโครงงานของนักเรียนเป็นสิ่งสะท้อนถึงความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหาสาระ กระบวนการทำงาน คุณภาพของโครงงาน ทักษะการสื่อสารในการนำเสนอผลงาน รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ทำให้ครูและนักเรียนได้เห็นปัญหา อุปสรรคของการทำงาน แล้วนำมาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขการทำงานต่อไป

การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินผลโครงการ เพื่อจะได้ทราบว่าโครงการที่นักเรียนทำไปแล้วนั้นถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด (สถาบันส่งเสริม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการศึกษา, 2537, หน้า 52 - 58) เป็นการประเมิน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มและทัศนคติ สิ่งเหล่านี้จะต้องประเมินว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์ในด้านต่าง ๆ นี้ จากการทำโครงการจริง หรือไม่ ตามปกติครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมิน จริงแล้วผู้ที่ประเมินทุกด้านอาจจะไม่ได้มาจาก กลุ่มเดียวกัน ผู้ทรงคุณวุฒิอาจประเมินในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ ส่วนทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นและทัศนคติ อาจจะต้องอาศัยอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งใกล้ชิดนักเรียนมากกว่าช่วยประเมิน

การประเมินผลโครงการทำได้โดย กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะประเมินว่าจะวัดในด้านใด พิจารณาวัดอะไร ใช้วิธีการอะไรบ้างในการวัดเรื่องนั้น สิ่งที่จะวัดได้ก็คือ ดูที่ตัวผลงาน และ วิธีการที่จะได้มาซึ่งผลงานหรือขั้นตอนการทำงาน ผลงานนั้นน่าจะประเมินได้ทั้งตัวรายงาน แผ่น เสนอผลงานและการรายงานด้วยปากเปล่า ทั้ง 3 อย่างนี้จะเป็นการประเมินทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรู้ และวิธีการศึกษาได้

ตัวอย่างแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้ทำโครงการ

ชั้น/ห้อง โรงเรียน

ชื่อโครงการคะแนนที่ได้.....

ชื่อผู้ประเมินโครงการ

ให้วงกลมล้อมรอบคะแนนที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมในตารางข้างล่างนี้

รายการพิจารณา	ด้อยเยี่ยม		ดีเยี่ยม			ดี			พอใช้	
1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการหรือเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการประดิษฐ์	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3. การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการและการอธิบายปากเปล่า	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
4. การแสดงผลงาน										
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

การพิจารณากรณีที่นักเรียนสามารถทำโครงการ จนสำเร็จและนำมาแสดงในงานได้ แสดงว่านักเรียนได้ใช้สติปัญญา กำลังความสามารถ และได้เกิดการเรียนรู้แล้ว การประเมินผลโครงการจึงไม่ควรมีคำว่า “ตก” หรือ “ใช้ไม่ได้” หรือ “ไม่ผ่าน” ทุกโครงการที่นำมาแสดงถือว่าอย่างน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้แล้ว ดังนั้นการแปลความหมายของคะแนนจึงอาจแปลได้ดังนี้

36 - 40 หมายถึง ดียอดเยี่ยม

24 - 35 หมายถึง ดีเยี่ยม

12 - 23 หมายถึง ดี

4 - 11 หมายถึง พอใช้

รายละเอียดการพิจารณาให้คะแนนในแต่ละเกณฑ์นั้น มีหลักการพิจารณาดังนี้

เกณฑ์ที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ พิจารณาจาก

1. การใช้หลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง เหมาะสมกับระดับความรู้และปัญหา

โดยมีความเข้าใจเป็นอย่างดี

2. การอ้างอิงความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม มีความรู้ ความเข้าใจในความรู้ที่อ้างถึงเป็นอย่างดี

เกณฑ์ที่ 2 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิจารณาจาก

1. มีการสังเกตที่นำไปสู่ปัญหา

2. ตั้งสมมติฐานที่ถูกต้องชัดเจน

3. การระบุตัวแปรที่ต้องศึกษา

4. การออกแบบการทดลอง (การควบคุมตัวแปร วิธีการรวบรวมข้อมูล การทดลอง การเลือกและการทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ฯลฯ) เป็นไปอย่างถูกต้องละเอียด รอบคอบ และสอดคล้องกับปัญหา

5. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการอย่างถูกต้อง

6. การจัดกระทำข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล (ในลักษณะรูปภาพ กราฟ ตาราง ฯลฯ) ที่ถูกต้องเหมาะสม กระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย น่าสนใจ

7. การแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปที่ถูกต้อง

8. การวัด การเลือกเครื่องมือวัด การใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง มีหน่วยกำกับเสมอ

9. การคำนวณถูกต้อง

เกณฑ์ที่ 3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พิจารณาจาก

1. ความแปลกใหม่ของปัญหา และการระบุตัวแปรที่ต้องศึกษา (การดัดแปลง เปลี่ยนแปลงจากที่ผู้อื่นเคยทำมาก่อน การคิดขึ้นใหม่)
2. ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง (การดัดแปลง เปลี่ยนแปลงจากที่ผู้อื่นเคยทำมาก่อน การคิดขึ้นใหม่ วิธีการแก้ปัญหา วิธีการวัดและควบคุมตัวแปร วิธีการรวบรวมข้อมูล การเลือกและการทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหรือการประดิษฐ์ ฯลฯ)

เกณฑ์ที่ 4 การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงงาน และการอธิบายโครงงาน พิจารณาจาก

1. การเขียนรายงาน
 - 1.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์มครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกชัดเจนตามลำดับ (คำขอบคุณ บทคัดย่อ บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 บทเอกสาร บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง บทที่ 4 ผลการทดลอง บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง ประโยชน์ที่ได้รับของโครงงาน เอกสารอ้างอิง)
 - 1.2 การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน
 - 1.3 การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มีความถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม และสละสลวย
 - 1.4 สามารถสื่อสารสำคัญให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้เป็นอย่างดี
 - 1.5 แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 1.6 แสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ อย่างต่อเนื่อง และเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความมานะบากบั่น ความตั้งใจจริงในการทดลองและรวบรวมข้อมูล
 - 1.7 การอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ มีข้อเสนอแนะหรือสมมติฐานสำหรับการศึกษาทดลองต่อไปในอนาคต

2. การจัดแสดงโครงงาน

- 2.1 การออกแบบ การจัดแสดงผลงานที่สื่อความหมายถึง แนวคิดหลัก สาระสำคัญต่าง ๆ อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย น่าสนใจ

- 2.2 ความถูกต้อง เหมาะสม กะทัดรัด ชัดเจนของคำอธิบายในแผนโครงการ
- 2.3 ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุ กลไกต่าง ๆ ประกอบการแสดงผล
- 2.4 ความสามารถในการสาธิตผลการทดลองหรือการทำงานของกลไกต่าง ๆ
- 2.5 ความประณีต ความสวยงาม คงทน

3. การอธิบายโครงการ

- 3.1 อธิบายและตอบข้อซักถามถึงที่มาและความสำคัญของปัญหาได้อย่างชัดเจน น่าสนใจ
- 3.2 อธิบายและตอบข้อซักถาม โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำการศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงการได้เป็นอย่างดี
- 3.3 อธิบายและตอบข้อซักถาม โดยแสดงหลักฐาน ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการอ้างเอกสารได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
- 3.4 อธิบายและตอบข้อซักถาม พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของโครงการต่อการพัฒนาตนเอง ต่อส่วนรวม ความเป็นไปได้ ในการขยายผลการศึกษาดูแลโครงการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การใช้ทรัพยากรภายในประเทศ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผล

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลัง และการศึกษาผลสัมฤทธิ์การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนนั้น ได้เลือกแนวทางการประเมินผลและใช้แบบประเมินผลสัมฤทธิ์การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีรายละเอียดการประเมิน ที่กำหนดในแบบประเมินนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมต่อไป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะหลายๆอย่างมาประกอบกัน ซึ่งเกิดจากการได้ฝึกฝนความคิด

อย่างเหตุผลนั่นเอง จึงควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับเยาวชนทุกคนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ และใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 หน้า 1 - 5) ดังก็มีความเห็นสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 3) ในการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนก
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็น
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล

รายละเอียดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ มีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหา ข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป การสังเกตเป็นกระบวนการหลักที่จะนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.1 ชีบ่งและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง
- 1.2 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการวัดว่า จะวัดทำไม จะใช้อะไรวัด และวัดอย่างไร ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ เลือกเครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
 - 2.1 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
 - 2.2 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง
 - 2.3 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกลักษณะหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ
 - 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกลักษณะของต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้
 - 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกลักษณะของต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ตนเองได้
 - 3.3 บอกเกณฑ์ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้นมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ
 - 4.1 ชีบ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
 - 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
 - 4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทรงเรขาคณิตได้
 - 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
 - 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้
 - 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของวัตถุหนึ่ง
 - 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
 - 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนับตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินใจว่าของแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

- บวกวิธีคำนวณได้
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

- บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยได้
- หาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัดทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของชุดข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 บอกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานการณ์ ตลอดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้

จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองอยู่

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในชุดการเรียนรู้นั้นมาช่วยในการทำนายการทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และ ภายในขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าที่จะดำเนินการทดลอง สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลอง และแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตได้และวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะเป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน ไม่กำกวม และระบุการกระทำซึ่งเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบ่งชี้ว่า ตัวแปรใดเป็นต้นแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่ง ๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ

การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง (Experimenting) หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือทดลองปฏิบัติการทดลองจริง ๆ
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายของข้อมูลหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติ เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 14) ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควรและมีการประเมินสม่ำเสมอ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความสนใจใฝ่รู้ หรือความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
3. ความซื่อสัตย์
4. ความประหยัด

5. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6. ความมีเหตุผล

7. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
 3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
 5. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
 6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
 7. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
 9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย
- ในการทำวิจัย ผู้วิจัยใช้ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์กำหนดคุณภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลังด้วย โดยการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติและหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้

ชุดการสอนและการสร้างชุดการสอน

ชุดการสอน หรือ ชุดการเรียนรู้ มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมทีเดียวใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวความคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้นการเรียนรู้ที่ดีควรจะให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอน เป็นชุดการเรียนรู้ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2530)

ความหมายของชุดการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง และให้ความหมายของชุดการสอน หรือ ชุดการเรียนรู้ (Instructional Package) ไว้ดังนี้

ชุดการสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับโดยจัดไว้เป็นชุด ๆ ชุดการสอนจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจ พร้อมทั้งจะสอน (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2530, หน้า 91)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนของผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยในการสอนของครูให้ดำเนินไปอย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพ

ชุดการสอน เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่ง ที่ได้จากระบบการผลิตที่มีความสอดคล้องกับวิชา หน่วย และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2531, หน้า 4)

ชุดการสอน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดเป็นกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ และถือว่าเป็นแผนการสอนที่ช่วยให้ครู ได้รับความสะดวกในการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้ (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2540, หน้า 6)

ชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอน เนื้อหา และการมอบหมายงานหรือกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์มากยิ่งขึ้น (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2521)

ชุดการสอน คือ โปรแกรมทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่างครบถ้วน ชุดการสอนนี้ครูเป็นผู้จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่คอยให้คำแนะนำเท่านั้น

จากคำนิยามของชุดการสอนที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ชุดการสอน คือ ชุดของสื่อประสมที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับขอบข่ายเนื้อหาของความรู้ตามหลักสูตร เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ทั้งยังสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

บุญเกื้อ คอรวาเวช (2530, หน้า 92 - 94) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับหลักการและแนวคิดในการผลิตชุดการสอนไว้ 5 ประการ คือ

1. **ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล** การเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลและการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2. ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิม การจัดการเรียนการสอนแต่เดิมนั้น เรายึดครูเป็นหลัก เปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเอง โดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่าง ๆ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ โดยนิยมนัดในรูปของชุดการสอน

3. การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การใช้สื่อการสอน แต่เดิมนั้น การผลิตและการใช้มักออกมาในรูปต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสมผสานกันให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนแทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน

4. ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว คือ ผู้สอนเป็นผู้นำและผู้เรียนเป็นผู้ตาม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนก็แทบจะไม่มีเลย เพราะผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ชอบให้ผู้เรียนคุยกัน ผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝนในการทำงานร่วมกัน และในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม ผู้สอนไม่เคยพาผู้เรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่ในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงต้องเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดการสอน

5. การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงบวกให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูก และให้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความหมายและความสนใจของผู้เรียนเอง การจัดสภาพการณ์ที่จะเอื้ออำนวยการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

ประเภทของชุดการสอน

บุญเกื้อ คอรวาเวช (2530, หน้า 94 - 95) และชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, หน้า 53)

ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย

เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้ผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลงและใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดการสอน ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ ข้อสำคัญก็คือสื่อที่จะนำมาใช้นี้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดการสอนชนิดนี้ บางคนอาจเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม

เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 – 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3. ชุดการสอนแบบบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ

เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียน หรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

4. ชุดการสอนทางไกล

เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วย สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษาเช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช

องค์ประกอบของชุดการสอน

ชาติรี เกิดธรรม (2547, หน้า 138 – 139) ได้กล่าวถึง ชุดการสอนประเภทที่ครูผู้สอนใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือทั้งชั้นเรียนว่าควร ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. คู่มือครู ซึ่งเปรียบเสมือนแผนการสอนของครู ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร รายละเอียดที่เกี่ยวกับเนื้อหา ขั้นตอนการสอน รายการบอกชนิดของสื่อ คำแนะนำการใช้สื่อ หนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู

2. สื่อการเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดเสริมทักษะ

4. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

สุนันท์ สังข์อ่อน (2526, หน้า 134 – 135 อ้างถึงใน ชาตรี เกิดธรรม, 2547, หน้า 138 – 139) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่าจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 7 ประการ คือ

1. เนื้อหาหรือมโนทัศน์
2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. กิจกรรม
4. วัสดุประกอบการเรียน
5. แบบทดสอบ
6. กิจกรรมเพิ่มเติม
7. คำชี้แจงในการใช้ชุดการสอน

บุญเกื้อ ควรวาเวช (2530, หน้า 95 - 97) ได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียน
2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ ประกอบด้วย
 - 2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา
 - 2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม
 - 2.3 การสรุปบทเรียน
3. เนื้อหาสาระและสื่อจะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจจะประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง แผ่นโปร่งใส หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ
4. แบบประเมินผลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อาจจะอยู่ในลักษณะของแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ คูณผลจากการทดลอง หรือกิจกรรม

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกแก่การใช้ โดยแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. กล่อง
2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการเรียนตามลำดับการใช้
3. บันทึกรายการการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน
 - 3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน
 - 3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง
 - 3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป

3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

3.7 กิจกรรมและสื่อการสอน

3.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

องค์ประกอบของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไปแล้วนั้น สรุปได้ว่าชุดการสอนประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 4 ส่วน โดยส่วนประกอบเหล่านี้จะบรรจุอยู่ในกล่องหรือซอง ดังนี้ คือ

1. คู่มือครู
2. บัตรคำสั่งและคำแนะนำ
3. เนื้อหาสาระและสื่อ
4. แบบประเมินผล

ขั้นตอนการผลิตและการใช้ชุดการสอน

ชุดการสอน มีลำดับขั้นการผลิตที่เป็นระบบ เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน และสะดวกในการใช้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539) ได้กล่าวถึง การผลิตชุดการสอน โดยทั่วไปว่าแบ่งเป็นขั้นตอนโดยสรุปได้เป็น 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามความเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอนแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรจะให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย
4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการหลักการและความคิดรวบยอดที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวข้อเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องโดยเขียนเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้ว จึงเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียน หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ เล่นเกมส์

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูให้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล และการทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ มีขั้นตอน ดังนี้

9.1 แบบเดี่ยว (Individual Tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 60/ 60 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

9.2 แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 70/ 70 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

9.3 แบบภาคสนาม (Field Tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/ 80 หากทดลองภาคสนามได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดการสอนและทำการทดลองหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียน ได้ตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ไว้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ชี้นสอน ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ชี้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539) กล่าวว่า เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อ

1. เป็นหลักประกันว่า ชุดการสอนนั้นทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนที่สูงขึ้น สมควรที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแต่ถ้าไม่มีการตรวจสอบหาประสิทธิภาพเสียก่อน เมื่อผลิตออกมาแล้ว และนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดี ก็จะเป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา และค่าใช้จ่าย

2. ชุดการสอนที่ดี มีประสิทธิภาพสูง เมื่อครูนำมาใช้ก็จะก่อให้เกิดความมั่นใจที่จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จริง

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่า ชุดการสอนนี้มีเนื้อหาสาระที่เหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมต้นฉบับใหม่

ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Tryout) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะกระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นพฤติกรรมต่อเนื่อง เรียกว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ และพฤติกรรมสุดท้าย เรียกว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น

E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนนิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ความจำ และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะเจตคติ เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม คิดตามระยะเวลาไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเป็น 2.5% ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2539)

การทดสอบหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนแล้วจะต้องนำชุดการสอนที่ได้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังที่ ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527, หน้า 41 - 42) กล่าวไว้ดังนี้

1. แบบเดี่ยว (Individual Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 3 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ 60/ 60 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
2. แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 70/ 70 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3. แบบภาคสนาม (Field Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 30-100 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/ 80 หากทดลองภาคสนามได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงชุดการสอนและทำการทดลองหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในการหาประสิทธิภาพชุดการสอน จะทำให้ได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการวิจัย และเกิดความมั่นใจที่จะทำให้ผู้เรียน ได้เกิดการเรียนรู้จริง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดประสิทธิภาพของชุดการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 และจะทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้แบบกลุ่มเล็ก ซึ่งทดลองกับนักเรียนที่ผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 4:4:4 คน

ประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอนเมื่อมีการทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว เมื่อนำไปใช้ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย ดังที่ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2526 และบุญเกื้อ ควรหาเวช, 2530, หน้า 110 - 111) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามสามารถ ความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน
2. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ให้ความสะดวกสร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้แก่ครู
4. ทำให้การเรียนการสอนมีมาตรฐานเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนได้เรียนรู้ขอบข่าย และความลึกซึ้งที่เหมือนกัน เพราะการเรียนการสอนที่เป็นไปตามครูแต่ละคนซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันไปทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แตกต่างออกไป
5. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

6. ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

7. ส่งเสริมการศึกษาของประชาชนทั่วไปได้อย่างดีและประหยัดในแง่เศรษฐกิจ

8. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

9. ช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ได้ตรงตามความมุ่งหมาย

10. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือความเห็นของผู้อื่น

11. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วย

ตนเอง

12. ทำให้การเรียนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของครูผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าครูผู้สอนจะมีสภาพหรือความขัดแย้งทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

13. ช่วยให้การเรียนของผู้เรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครูผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากชุดการสอนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษา หลายคนได้ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกฝน อบรม สั่งสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นความสามารถในการเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา (จิรพรรณ แสงหล้า, 2532, หน้า 321)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหา ความรู้ และด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ หรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใดได้โดยเฉพาะ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 13)

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือมวลประสบการณ์ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีแบบทดสอบ หรือที่เรียกว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ ความสามารถ และทักษะทางวิชาการที่ได้จากการเรียนรู้ (ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2527, หน้า 44) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และควรวัดระดับพฤติกรรมต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้เมื่อได้ปรากฏในรูปแบบ
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม ในด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นของข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
5. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทนมุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ และการยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

สาระความรู้เกี่ยวกับอาหาร

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นแผ่นดินที่อุดมสมบูรณ์ นอกจากจะผลิตอาหารพอเลี้ยงประชากรภายในประเทศแล้ว ยังมีมากพอที่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อีกด้วย แต่กระนั้นก็ตามยังมีรายงานว่าประชาชนยังเป็นโรคขาดสารอาหารกันอีกไม่น้อย มีประชาชนที่มีปัญหาทุพโภชนาการ เป็นโรคต่าง ๆ เนื่องจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ไม่ถูกต้อง การได้รับสารพิษต่าง ๆ ที่ปะปนมากับอาหาร การเป็นโรคอ้วน ร่างกายได้รับสารอาหารมากเกินไปจนเป็น และโรคต่าง ๆ ล้วนมีสาเหตุมาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจเรื่อง อาหาร และการรับประทานอาหารที่ไม่ถูกต้อง สถานการณ์เช่นนี้มีผลกระทบต่อคุณภาพของประชากรโดยตรง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ

พัฒนาประเทศ จึงจำเป็นที่ประชาชนทุกคนต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับอาหาร และ เลือกรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และเหมาะสมกับแต่ละบุคคล

สารความรู้เกี่ยวกับอาหารประกอบด้วย 6 หัวข้อ ดังนี้

อาหารและการทดสอบอาหาร

อาหาร คือสิ่งที่กินแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ช่วยซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานแก่ร่างกายในการดำรงชีวิต ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ให้ภูมิคุ้มกัน และช่วยสร้างความต้านทานโรคแก่ร่างกาย อาหารที่ดีต้องประกอบด้วย

1. กินง่ายไม่เป็นพิษ
2. มีโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตเพียงพอ
3. ให้พลังงานพอที่จะสร้างส่วนที่สึกหรอ
4. มีแร่ธาตุพอเหมาะ
5. มีวิตามินพอเพียง

อาหารมีมากมายหลายชนิด ซึ่งเราแบ่งประเภทของอาหารได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามรส ตามลักษณะหรือตามประโยชน์ แต่ที่นิยมใช้ในการแบ่งคือแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี มี 3 ประเภทคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมี น้ำตาล และแป้ง น้ำตาลมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลซูโครส (น้ำตาลทราย) พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้มาจาก คาร์โบไฮเดรตและไขมัน อาหารประเภทโปรตีนนับว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกายเป็นอย่างยิ่ง ถ้าร่างกายขาดนอกจากจะไม่เจริญเติบโต แล้วร่างกายยังจะอ่อนแอ ติดโรคง่าย ผอมแห้ง ตัวบวม และผิวหนังกร้าน

อาหารประกอบด้วยธาตุที่สำคัญอันเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน อาหารพวกโปรตีนนอกจากมีธาตุทั้ง 3 นี้ แล้วยังมีธาตุอื่นประกอบอีกคือ ไนโตรเจน กำมะถัน นอกจากนี้ในอาหารยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก

สารอาหาร

สารอาหาร คือ สารที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายซึ่งมีอยู่ในอาหารที่เรารับประทาน สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ

การทดสอบสารอาหาร

1. การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต สารที่ใช้สำหรับทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีดังนี้

1.1 สารละลายไอโอดีน เป็นสารละลายที่ใช้สำหรับทดสอบแป้ง เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงไป 2-3 หยด ถ้าเกิดสีน้ำเงินเข้ม แสดงว่าอาหารชนิดนั้นมีแป้ง ถ้าน้ำไกลโคลเจนมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะให้สีน้ำตาลแดง

1.2. สารละลายเบเนดิกต์ เป็นสารละลายที่ใช้สำหรับทดสอบน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส ซูโครส เป็นต้น เมื่อหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงไป 5 หยด แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดถ้าเกิดตะกอนสีเหลือง หรือสีส้ม แสดงว่าสารอาหารนั้นเป็นน้ำตาล

2. การทดสอบโปรตีน สารที่ใช้สำหรับทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน มีดังนี้

2.1 สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น เมื่อหยดสารละลายกรดไนตริกเข้มข้นลงไปประมาณ 5 หยด แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าเกิดสีเหลืองขึ้น แสดงว่าสารอาหารนั้นเป็นโปรตีน

2.2 สารละลายแอมโมเนีย (NH_4OH) เมื่อทดสอบตามข้อ 2.1 แล้วทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้อาหารเย็นลง แล้วหยดสารละลายแอมโมเนียลงไป 2-3 หยด ถ้าเกิดสีส้ม แสดงว่าสารอาหารนั้นเป็นโปรตีน

2.3 การทดสอบไบยูเรต (Biuret solution) หรือการทดสอบด้วยสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดแล้วค่อย ๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 10 หยด ลงไปในอาหาร ถ้าเกิดสีม่วงขึ้น แสดงว่าเป็นสารอาหารประเภทโปรตีน

การทดสอบไขมัน

การทดสอบสารอาหารประเภทไขมันทำได้โดยนำมาถูกับกระดาษ ถ้าทำให้กระดาษโปร่งแสง แสดงว่าสารอาหารนั้นเป็นสารอาหารประเภทไขมัน

สารอาหารที่ให้พลังงาน

ในอาหารมีพลังงานเคมีสะสมอยู่ และพลังงานเคมีจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อเราเผาอาหารจะได้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง ซึ่งพลังงานความร้อนนี้เราวัดเป็น หน่วย แคลอรี ถ้ามีจำนวนแคลอรีสูง ก็แสดงว่าอาหารนั้นมีพลังงานมาก เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานจากอาหารเรียกว่า บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ ค่าที่วัดได้นิยมนำมาวัดเป็น กิโลแคลอรี 1 กิโลแคลอรี หมายถึง จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ 1,000 กรัม หรือ 1,000 มล. ชม. ร้อนขึ้น 1°C พลังงานความร้อนมีหน่วยวัดเป็นจูล แต่พลังงานความร้อนในอาหารนิยมนำมาวัดเป็นแคลอรี 1 แคลอรี มีค่าประมาณ 4.2 จูล สารอาหารที่ให้พลังงาน มีดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates)

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) สารอาหารคาร์โบไฮเดรต สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ดังนี้

2. น้ำตาล น้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ดี มีรสหวาน น้ำตาลที่สำคัญมีดังนี้

ก. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides) เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สำคัญและพบมากคือ น้ำตาลเฮกโซส (Hexose) น้ำตาลเฮกโซส ที่สำคัญ ได้แก่ กลูโคส (Glucose) ฟรุคโตส (Fructose) กาแลกโตส (Galactose) แมนโนส (Mannose) เป็นต้น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทุกชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ $C_6H_{12}O_6$ แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

ข. น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharides) คือน้ำตาลที่เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสองโมเลกุลรวมตัวกันโดยปฏิกิริยาควบแน่น ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) มอลโตส (Maltose) แล็กโตส (Lactose) น้ำตาลโมเลกุลคู่ทุกชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ $C_{11}H_{22}O_{11}$ แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

2. โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) คือ คาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ที่สุด ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างโมเลกุลของกลูโคสนับพัน ๆ โมเลกุล ได้แก่ แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน โพลีแซคคาไรด์ไม่ละลายน้ำ มักจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของพืชและสัตว์

บทบาทของคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เมื่อเรากินอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตเข้าไป 1 กรัม จะให้พลังงานเท่ากับ 4 กิโลแคลอรี

นอกจากนี้คาร์โบไฮเดรตยังมีบทบาทช่วยให้ไขมันถูกเผาผลาญได้ดี และป้องกันมิให้โปรตีนถูกเผาผลาญโดยไม่จำเป็นอีกด้วย เมื่อร่างกายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจะมีผลทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย ตาลาย เป็นต้น

3. โปรตีน (Protiens)

โปรตีน คือสารอินทรีย์เชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อนมาก โดยมีธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังมีธาตุกำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) หรือธาตุเหล็ก (Fe) ประกอบอยู่ด้วย โปรตีนเป็นสารอาหารที่ร่างกายนำไปใช้สร้างหรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เช่น ผิวหนัง เนื้อเยื่อ โลหิต เล็บ ขน กล้ามเนื้อต่างๆ ฯลฯ

โปรตีนประกอบด้วย กรดอะมิโน (Amino Acid) ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเล็ก มารวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วยพันธะระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน เรียกว่า พันธะเปปไทด์ (Peptide Bond) อาหารที่มีโปรตีนได้แก่ เนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่วเหลือง ข้าว ผักคะน้า ฟักทอง เป็นต้น

บทบาทของโปรตีนในร่างกาย โปรตีนจัดเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานและช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ โปรตีน 1 กรัมให้พลังงานเท่ากับ 4 กิโลแคลอรีเสมอ นอกจากนี้สารอาหารประเภทโปรตีนยังมีบทบาทสำคัญต่อร่างกายอีกคือ เป็นส่วนประกอบของสารที่ใช้ควบคุมปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นฮอร์โมน และเอนไซม์ ทำหน้าที่เป็นตัวต่อต้านเชื้อโรค ผลของการที่ร่างกายขาดโปรตีน จะทำให้ร่างกายเติบโตช้า อ่อนแอ ติดโรคง่าย ผอมแห้ง ผิวหนังกร้าน และทำให้เกิดปัญหาเสื่อม

4. ไขมัน (Fats)

ไขมัน คือสารประกอบระหว่างกรดไขมัน (Fatty Acid) กับกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งมีธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบ ถ้าไขมันมีสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำมัน แต่ถ้ามีสถานะเป็นของแข็งเรียกว่า ไขมัน

ชนิดของกรดไขมัน กรดไขมันแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ก. กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) คือกรดไขมันที่มีโครงสร้างของคาร์บอนทุกตัวจับกันเองแบบแขนเดี่ยว (Single Bond) กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่สำคัญ ได้แก่ กรดลอริก (Lauric Acid) มีมากที่สุดในน้ำมันมะพร้าว รองลงมาได้แก่ น้ำมันหมูและไขมันสัตว์ทั่วไป กรดไมริสติก (Myristic Acid) มีมากที่สุดในเนยและน้ำมันมะพร้าว รองลงมาได้แก่ น้ำมันหมูและไขมันสัตว์ทั่วไป กรดปาล์มิติก (Palmitic Acid) มีมากที่สุดในน้ำมันปาล์ม น้ำมันหมูและไขมันสัตว์ทั่วไป กรดสเตียริก (Stearic Acid) มีมากในเนยและไขมันสัตว์ทั่วไป

ข้อดีและข้อเสียของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว

ข้อดี

1. ไม่มีกลิ่นหืน เนื่องจากไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ
2. แข็งตัวได้ง่าย ทำให้สะดวกต่อการใช้และเก็บรักษา

ข้อเสีย

1. ย่อยยาก
2. ทำให้เกิดไขมันในเลือด หรือคอเลสเตอรอลได้ง่าย

ข. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) คือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่สำคัญ ได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic Acid) พบมากในน้ำมันถั่วลิสง น้ำมันมะกอก และน้ำมันข้าวโพด กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) พบมากในน้ำมันดอกคำฝอย ถั่วลิสงและน้ำมันรำ กรดไลโนเลนิก (Linolenic Acid) พบมากในน้ำมัน ถั่วลิสงและน้ำมันลินสีด

ข้อดีและข้อเสียของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

ข้อดี

1. ย่อยง่าย
2. ไม่ทำให้เกิดไขมันในเลือด

ข้อเสีย

1. มีกลิ่นเหม็นหืน
2. มีความว่องไวในปฏิกิริยาเคมีสูง

กรดไขมันที่จำเป็น เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งร่างกายคนเราขาดไม่ได้เลย มีอยู่ 3 ชนิด คือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) กรดไลโนเลนิก (Linolenic Acid) และกรดอะราชิไดนิค (Arachidonic Acid)

คอเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายไขมัน มีความจำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งร่างกายสะสมไว้ที่ตับ ม้ามสมอง กล้ามเนื้อ และได้ผิวหนัง คอเลสเตอรอลเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด อาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง ได้แก่ มันสมอง ไข่แดง ตับวัว ตับหมู เป็นต้น รังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนสารคอเลสเตอรอลที่อยู่ใต้ผิวหนังให้เป็นวิตามินดีได้

บทบาทของไขมันในร่างกาย เมื่อมนุษย์รับประทานไขมันเข้าไปในร่างกายแล้ว จะถูกย่อยที่ลำไส้เล็กโดยเอนไซม์ไลเปส เกิดเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล กรดไขมันส่วนหนึ่งร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ในการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี ส่วนที่เหลือร่างกายเก็บสะสมไว้ใช้ในเวลาที่จำเป็นต่อไป นอกจากนี้ไขมันยังเป็นโครงสร้างของเซลล์ไขมัน เป็นเกราะป้องกันอวัยวะภายในไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือน และช่วยในการละลายวิตามินบางชนิด

ผลของการที่ร่างกายขาดไขมัน

1. ทำให้มีพลังงานไม่เพียงพอ
2. ทำให้ผิวหนังแห้งแตกเป็นแผล
3. ทำให้เกิดการขาดวิตามิน เอ ดี อี และเค

สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

สารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่กินไปแล้วไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ร่างกายก็ขาดไม่ได้ คือวิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ

วิตามิน มี 2 ประเภท คือ วิตามินที่ละลายในไขมัน และวิตามินที่ละลายในน้ำ

วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่

1. วิตามิน A มีในอาหารพวก ตับ ไข่แดง นม ผักและผลไม้ ประโยชน์ของวิตามิน A คือ ช่วยบำรุงสายตา รักษาสุขภาพของผิวหนัง ถ้าขาดจะเป็นโรคเกี่ยวกับตา
2. วิตามิน D มีในอาหารพวก นม ไข่ ตับ น้ำมันตับปลา ประโยชน์ของวิตามิน D คือ ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส เพื่อให้สร้างกระดูก ถ้าขาดจะเป็น โรคกระดูกอ่อน
3. วิตามิน E มีในอาหารพวก ผักเขียว และไขมันจากพืช เช่น ข้าวโพด ถั่วลิสง มะพร้าว ประโยชน์ของวิตามิน E คือ ทำให้เม็ดเลือดแดงแข็งแรง และไม่เป็นหมัน ถ้าขาดจะเป็นหมัน และโรคโลหิตจาง

4. วิตามิน K มีในอาหารพวกผักและตับ ประโยชน์ของวิตามิน K คือ ช่วยให้เลือดเป็นลิ่มเร็ว ถ้าขาด เลือดจะเป็นลิ่มช้า

วิตามินละลายในน้ำ ได้แก่

1. วิตามิน B1 มีในอาหารพวก ข้าวซ้อมมือ ตับ ถั่ว ไข่ มันเทศ ประโยชน์ของวิตามิน B1 คือ ช่วยบำรุงระบบประสาทและการทำงานของหัวใจ ถ้าขาดจะเป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร ไม่มีแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก
2. วิตามิน B2 มีในอาหารพวก ไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว ประโยชน์ของวิตามิน B2 คือ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปกติ ถ้าขาดจะเป็นโรคปากนกกระชอก ผิวหนังแห้ง ลื่นอักเสบ
3. วิตามิน B6 มีในอาหารพวก ตับ นม ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เนื้อ ประโยชน์ของวิตามิน B6 คือ ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหาร และบำรุงผิวหนัง ถ้าขาดจะมีอาการบวม คันตามผิวหนัง ผมหร่วง ปวดตามมือเท้า ประสาทเสื่อม
4. วิตามิน B12 มีในอาหารพวก ตับ ไข่ เนื้อปลา ประโยชน์ของวิตามิน B12 คือ ช่วยในการสร้างโลหิตแดง ถ้าขาดจะเป็นโรคโลหิตจาง เจ็บลิ้น เจ็บปาก เส้นประสาทไขสันหลังเสื่อมสภาพ

5. วิตามิน C มีในอาหารพวกผลไม้จำพวก ส้ม มะละกอ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ประโยชน์ของ วิตามิน C คือ ช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก หลอดเลือดแข็งแรง ถ้าขาดเลือดจะออกตามไรฟันเส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นหวัดง่าย

แร่ธาตุ เป็นสารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ร่างกายต้องการ และขาดไม่ได้ แร่ธาตุที่สำคัญมีดังนี้

1. แคลเซียม เป็นส่วนที่สำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการแข็งตัวของเลือด มีในอาหารพวกนม ไข่

2. ฟอสฟอรัส ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การดูดซึมของคาร์โบไฮเดรต การสร้างเซลล์สมองและประสาทมีในอาหารพวก นม เนื้อ ไข่ และพืชต่าง ๆ

3. เหล็ก เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง มีในอาหารพวก ตับ เนื้อวัว ผักสีเขียว

4. ไอโอดีน ช่วยในการเจริญเติบโตและป้องกันโรคคอพอก มีในอาหารพวก อาหารทะเล และเกลือแกง

5. โซเดียม ช่วยรักษาปริมาณน้ำในเซลล์ให้คงที่ มีในอาหารพวก เกลือแกง

6. แมกนีเซียม ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท มีในอาหารพวก เนื้อวัว นม

7. กำมะถัน ช่วยสร้างโปรตีนในร่างกาย มีในอาหารพวก ไข่ เนื้อสัตว์ นม

การกินอาหารให้ถูกต้อง

บุคคลในวัยต่าง ๆ กันต้องการสารอาหารและพลังงานในแต่ละวันต่างกัน หญิงชายในวัยรุ่นถึงวัยกลางคนต้องการพลังงานมากในแต่ละวัน มากกว่าวัยอื่น ๆ ดังนั้นจึงต้องการสารอาหารบางชนิดมากขึ้นด้วย เด็กทารกจนถึงวัยรุ่น ต้องการโปรตีนสูงกว่าในวัยอื่น ๆ ผู้ใหญ่โดยทั่วไปต้องการโปรตีนประมาณ 0.1% ของน้ำหนักตัว หญิงในระยะตั้งครรภ์หรือระยะให้นมบุตรมีความต้องการสารอาหารทุกประเภทมากกว่าบุคคลอื่นทุกวัย เพราะต้องการสารอาหารส่วนหนึ่งไปเลี้ยงทารกในครรภ์หรือไปผลิตน้ำนมอาหารแต่ละชนิดที่มีปริมาณเท่ากัน จะให้ค่าพลังงานและสารอาหารปริมาณต่างกัน ในการกินอาหารควรกินอาหารหลายอย่างสลับกันไป เพื่อร่างกายจะได้รับพลังงานและสารอาหารครบตามที่ต้องการ

โทษของการขาดสารอาหาร

โปรตีนเป็นสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันและฮอร์โมนหลายชนิด ถ้าร่างกายขาดโปรตีน จะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตช้า อ่อนแอ ติดโรคง่าย ผอมแห้ง ผิวกร้าน บางคนตัวบวมอ้วน และยังทำให้สติปัญญาเสื่อมอีกด้วย อาหารที่ให้โปรตีนสูง ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ และเมล็ดถั่ว วิตามินเป็นสารอาหารที่ทำให้ร่างกายสมบูรณ์ขึ้น คือช่วยควบคุมให้อวัยวะต่าง ๆ ทำงานได้ ตามปกติ ถ้าขาดจะทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ และอาจเป็นโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ขาดวิตามินเอ เป็นโรคตาฟาง ตาตำอึกเสบ หรือบอดได้ ขาดวิตามินบี 1 เป็นโรคเหน็บชา ขาดวิตามินบี 2 เป็นโรคปากนกกระจอก เป็นต้น

แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ให้เป็นไปตามปกติ และยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกาย เช่น กระดูกและฟัน ถ้าขาดแร่ธาตุจะทำให้เป็นโรคบางอย่างได้ เช่น ขาดเหล็ก จะเป็นโรคโลหิตจางหรือซีด ขาดไอโอดีน จะเป็นโรคคอพอก เป็นต้น

ร่างกายบางคนได้สารอาหารบางอย่างมากเกินไปก็เป็นโทษได้ เช่น สารอาหารประเภทไขมัน ซึ่งมีแคลอรีสูง ถ้าในร่างกายมีมากเกินไป จะทำให้อ้วน และมีโรคอื่น ๆ ตามมา เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ เป็นต้น

พลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ

การใช้พลังงานของแต่ละคนแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจกรรม เพศ และน้ำหนักตัว โดยที่กิจกรรมที่ต้องออกแรงมากจะใช้พลังงานมาก เพศชายใช้พลังงานมากกว่าเพศหญิง และคนที่น้ำหนักตัวมากก็จะใช้พลังงานมากด้วย ดังตัวอย่างในตาราง แสดงพลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ 1 ชั่วโมง ต่อ น้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (Kcal)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	1.05	0.97
นั่งพัก อ่านหนังสือ	1.26	1.16
นั่งเขียนหนังสือ	1.47	1.36
ล้างจาน ปัดฝุ่น	2.84	2.62
อาบน้ำ แปรงฟัน	3.05	2.81
ถูพื้นบ้าน	3.89	3.59
ว่ายน้ำ	4.73	4.37
ขุดดิน	7.35	6.79
เล่นฟุตบอล	7.88	7.28
ชกมวย	9.45	8.73
ปีนทางชันและขรุขระ	10.50	9.70

การคิดคำนวณค่าพลังงานในการทำกิจกรรมมีดังนี้ สมมตินักเรียนชาย ซึ่งหนัก 45 กิโลกรัม เล่นฟุตบอล 1 เซนติเมตร จะใช้พลังงานเท่าไร

น้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม ผู้ชายใช้พลังงานในการเล่นฟุตบอล 7.88 กิโลแคลอรี ถ้า น้ำหนักร่างกาย 45 กิโลกรัม จะใช้พลังงานเล่นฟุตบอลเท่ากับ 354.6 กิโลแคลอรี

พลังงานที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ มาจากอาหาร ดังนั้นการรับประทานอาหารต้องให้ได้ พลังงานพอเหมาะกับกิจกรรม และให้ได้สารอาหารครบทุกประเภทและได้สัดส่วน

สิ่งเป็นพิษในอาหาร

สิ่งเป็นพิษในอาหารเกิดจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. สิ่งเป็นพิษในอาหารเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สิ่งเป็นพิษอาจมีในพืชผักหรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด เมื่อนำมาประกอบอาหารจะเป็นอันตราย ได้แก่ เห็ดบางชนิด ขี้หนอนซึ่งมีลักษณะคล้ายผักหวาน

สิ่งเป็นพิษยังเกิดจากจุลินทรีย์ที่ปนในอาหาร จะทำลายสุขภาพที่ละน้อย และเกิดโรคต่าง ๆ ได้

การป้องกันสารพิษในอาหารที่เกิดจากธรรมชาติ ทำได้โดยการกินอาหารที่ต้มสุกและยังร้อน หรือที่เก็บไว้อย่างมิดชิด และหลีกเลี่ยงการซื้ออาหารกระป๋องที่มีลักษณะผิดปกติมารับประทาน

2. สิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการใช้สารเคมีในการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดแมลง อันตรายที่อาจเกิดจากการกินอาหารที่มีสารเคมีบางชนิดปะปนอยู่ อาจก่อให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างฉับพลันถึงแก่ชีวิตได้ หรือสารพิษจะสะสมไปเรื่อย ๆ ทำให้สุขภาพเสื่อมลง การป้องกันไม่ให้สิ่งเป็นพิษเหล่านี้ปะปนในอาหารหรือให้มีน้อยที่สุดอาจทำได้โดยลดปริมาณสารพิษที่ตกค้างในผักและผลไม้ โดยการล้างน้ำหรือสารละลายบางชนิด เช่น น้ำส้มสายชู น้ำปูนใส หรือหลีกเลี่ยงไม่กินเสีย ถ้าทราบว่ามีสารพิษสะสมมาก

นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้สารเคมีบางชนิดผสมกับอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอาหารเสีย แต่งกลิ่นหรือรส และแต่งสีของอาหาร ซึ่งสารเคมีที่ใช้จะมีส่วนประกอบของสารบางอย่างที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว สารหนู และดินประสิว เป็นต้น

สารเคมีบางชนิดไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้กับอาหาร แต่ก็มีผู้นำมาใช้อยู่เสมอ ได้แก่ บอแรกซ์ หรือน้ำประสานทอง ผงฟอกสี นอกจากนี้ก็มีการปลอมแปลงผงชูรส และการทำน้ำส้มสายชูจากกรดกำมะถัน เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ด้านการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน มีดังนี้

บังอร นิลฉวี (2539, หน้า 80) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสรุปผลการวิจัยว่า ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 80/100 นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ของคณะกรรมการเฉลี่ย คิดเป็น

ร้อยละ 70.37 และพัฒนาการทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการใช้
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณณิน นาคะไพบุลย์ (2532, หน้า 80) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติที่ดีต่อ
วิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า
นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่าก่อนทำ
โครงการวิทยาศาสตร์

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533, หน้า 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบความสามารถการสร้าง
โครงการวิทยาศาสตร์ และบุคลิกของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้
ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กับโดยครูเป็นผู้สอน พบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

2. บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการ
วิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัยวัน สุขประสิทธิ์ (2533, หน้า 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชีววิทยา เรื่อง อาณาจักร โปรติสตา และสमुคัลธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้
กิจกรรมในคู่มือครูพบว่าพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
โครงการวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมในคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ.05

จิรวรรณ แสงหล้า (2532, บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกการทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม อำเภอ
สันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ นักเรียนร้อยละ 88.90 สามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์
ตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้านการใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วันดี แบนเชย (2542) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีเรื่อง หอยนางรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สารภี จินกุล (2543) ได้วิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง โลก ดวงดาว และอวกาศ สำหรับนักเรียนโรงเรียนสิงหวิทยาคม อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัย ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.33/ 90.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ชุดการสอน สูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ปัญญา สุขศิริ (2545) ได้สร้างชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง ชีวิตในบ้านสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่อง ชีวิตในบ้านที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.08/ 86.62 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ที่กำหนดไว้

แสนสุข ศิลปะกุล (2545, บทคัดย่อ) ได้สร้างชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.66 / 92.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ที่กำหนดไว้

ประไพพร ไพโรจน์สรกิจ (2547, บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดระยอง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ซิลดริสส์ (Childress, 1983, p. 3280 – A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของวัยรุ่น โดยผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 73 คน จาก 12 เขตการศึกษา ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มที่ได้รับโอกาสให้เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่ทำก็ได้
3. กลุ่มที่ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบการวิจัยพบว่า การพัฒนาการเรียนรู้ตาม

ทฤษฎีของเพียร์เจย์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ที่ผ่านการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับส่วนรวม นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มักเข้าไปร่วมด้วยมากที่สุด นอกจากนี้การวัดโดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิง

ตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีระดับการพัฒนการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงจากเดิมมากที่สุด

มาโซน (Mason, 1990, p. 3376 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสืบค้นหาประสิทธิผลเชิงสัมพันธ์ระหว่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ริเริ่มโดยครู และโครงการที่ริเริ่มโดยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้นักเรียนในระดับเจ็ดและระดับแปด จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดเขต Ottawa Country รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. โครงการที่ครูมอบหมาย

2. โครงการที่นักเรียนเลือกเองโครงการที่ไม่มีการควบคุมใดๆ นักเรียนมีเวลา 6 อาทิตย์ในการทำงานให้สำเร็จ ทำการ Pretest และ Post test โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 2 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

2.1 นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.2 โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเพศชายเป็นส่วนน้อย

3. นักเรียนได้ทำโครงการที่ครูมอบหมายได้เสร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

ซิงค์แฮม (Singham, 1987, p. 3321 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่วางโครงการเอาไว้แล้วมาใช้ปฏิบัติของสิงคโปร์ ทำการศึกษากับครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ตารางการสังเกตและบันทึกผลการศึกษา การสัมภาษณ์ของครู และการสอนโดยใช้วีดิโอเทป เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามของครูในการสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ครูจะต้องเปลี่ยนแปลงการสอนจากการบรรยายด้วยข้อลักเป็นการสอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และจากการศึกษายังพบว่า นักเรียนมีประสบการณ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่น้อย นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่หลังจากเรียนด้วยกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีอายุและระดับชั้นเรียนที่สูงขึ้นมีการใช้ทักษะกระบวนการขั้นสูงมากขึ้นด้วย และการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่า เด็กนักเรียนชาวสิงคโปร์ มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการวิเคราะห์ วิเคราะห์และคิดอย่างมีเหตุผลเมื่อโอกาสอำนวย