

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาชุดการสอนเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอรายละเอียดเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้

1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542
2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้
 - 2.3 คุณภาพของผู้เรียน
 - 2.4 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6)
 - 2.5 สาระการเรียนรู้
 - 2.6 มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2
3. เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอน
 - 3.1 ความหมายของชุดการสอน
 - 3.2 หลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
 - 3.3 ประเภทของชุดการสอน
 - 3.4 องค์ประกอบของชุดการสอน
 - 3.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน
 - 3.6 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน
 - 3.7 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.2 หลักการของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.3 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.4 คุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 4.5 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

- 4.6 ขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4.7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 4.8 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4.9 บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- 4.10 การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายและหลักการในมาตรา 7 ไว้ว่า “ในกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้องเกี่ยวกับการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข รู้จักรักษาและส่งเสริมสิทธิเสรีภาพ เคารพกฎหมาย ความเสมอภาค และศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ มีความภูมิใจในความเป็นไทย รู้จักรักษาผลประโยชน์ส่วนรวมของประเทศชาติ รวมทั้งส่งเสริมศาสนา ศิลปวัฒนธรรมของชาติ การกีฬา ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และความรู้อันเป็นสากล ตลอดจนอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและในมาตรา 27 ได้กำหนดว่า ให้คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองที่ดีของชาติ การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ตลอดจนเพื่อการศึกษาต่อ และให้สถานศึกษามีหน้าที่จัดทำสาระของหลักสูตรในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544. หน้า 1)

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

2.3 คุณภาพของผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลโดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น ผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

เพื่อให้การศึกษาวិทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปีไว้ดังนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์และอวกาศ
4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลายและจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้
5. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - ความสนใจใฝ่รู้
 - ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
 - ความซื่อสัตย์ ประหยัด
 - การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - ความมีเหตุผล
 - การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
 - มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนืองตลอดชีวิต
 - ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
 - ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้นขึ้น

- แสดงความซาบซึ้งในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น
- ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่าง ๆ

2.4 สารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลักดังนี้

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

2.5 มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

- มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่รู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และ ดูแลสิ่งมีชีวิต
- มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในห้องถิ่น ประเทศ และโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในห้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการ และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิว และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และ

ผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีอวกาศ ที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและ
ทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมี
คุณธรรมต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้
การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน
สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลา
นั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้อง
สัมพันธ์กัน

3.ชุดการเรียนรู้การสอน

ชุดการเรียนรู้การสอนเป็นนวัตกรรมทางการเรียนรู้ที่ได้เผยแพร่เข้ามาในประเทศไทย
เป็นเวลานาน และได้ถูกนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย จวบจนปัจจุบันนี้
ก็ยังนับได้ว่า ชุดการเรียนรู้การสอนก็ยังเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณค่าและเหมาะสมกับ
ประเทศไทยอยู่ ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยจะ
ได้นำเสนอเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้

3.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน

ชุดการเรียนรู้การสอน มาจากคำในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีการนำมาเรียกใช้อยู่หลายคำ เช่น Learning
Package, Instructional Package หรือ Educational Package ภาษาไทยใช้ว่า ชุดการเรียนรู้การสอน ชุด
การเรียนรู้การสอน บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนโปรแกรม ชุดการเรียนรู้การสอนเป็นนวัตกรรมทาง
การศึกษาที่มีส่วนประกอบของ วิธีการ วัสดุและอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
ซึ่งอาจจัดทำขึ้นเพื่อเป็นหน่วยการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน่วยย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หลักของ
เนื้อหาวิชา และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ธีรชัย ปุณฺณโชติ (2531 : 4 – 16) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้การสอน เป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการ
ผลิตที่มีความสอดคล้องกับวิชา หน่วย ตัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ของวิชานั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียน
เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพ็ญพรรณ ศรีสายพร (2548 : 11) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของระบบการนำเอาสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ภายในชุดการสอนจะประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อ การสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดการสอนนิยมจัดไว้ในกล่อง หรือซองเป็นหมวด ๆ ซึ่งครูสามารถนำไปใช้สอนได้ทันที

บุญชม ศรีสะอาด (2547) กล่าวว่าชุดการสอนหมายถึง การวางแผนการสอนโดยใช้สื่อประสมที่ผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และจุดประสงค์นำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543 : 91) กล่าวว่า ชุดการสอนจัดเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอนอีกด้วย

ศิริมา เฝ้าวิริยะ (2550) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง สื่อการเรียนที่จัดไว้เป็นชุด เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ครู และนักเรียน ทั้งยังช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ให้สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พรทิพย์ ศักดิ์สิทธิ์ประถม (2547) กล่าวว่าชุดการสอน หมายถึง สื่ออุปกรณ์ที่จัดไว้อย่างเป็นรูปแบบ มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด มีการกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งนำมาจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ในเรื่องที่สอน และอำนวยความสะดวกให้กับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่าชุดการสอน หมายถึง สื่อการเรียนที่ถูกผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน ผสมผสานโดยยึดความสัมพันธ์กันของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เนื้อหาในกลุ่มวิชา เทคนิคการสอน ที่เหมาะสมกับนักเรียน ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียน ทั้งสามารถตรวจสอบตนเองตรวจสอบกันเองและได้รับการตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนจากครู เป็นสื่อประสมที่จัดทำขึ้นโดยยึดความสนใจของนักเรียน ช่วยอำนวยความสะดวกแก่การเรียนการสอน และสนับสนุนให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 หลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อให้มีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นสื่อประสมที่มีความหลากหลาย มีทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ เทคโนโลยีและอื่น ๆ ซึ่งจะส่งเสริมให้

การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีคุณค่า น่าสนใจ ชวนคิด ชวนติดตาม เข้าใจง่าย และรวดเร็วขึ้น ในการสร้างการสอน อาศัยหลักการและแนวคิด ดังนี้

3.2.1 การเชื่อมโยงการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike's Connectionism

Theory)ธอร์นไดค์ (Thorndike) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันเจ้าของลัทธิ ความต่อเนื่องสัมพันธ์ในการเรียนรู้ (Connectionism) และเจ้าของกฎแห่งผล (Law of Effect) หรือ กฎแห่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง(Response) หรือทฤษฎี S – R ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ไว้สรุปได้ว่า การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับผลของพฤติกรรม ถ้าแสดงพฤติกรรมออกมาแล้วไม่เป็นที่พอใจ พฤติกรรมนั้นจะถูกตัดทิ้งไป และ การจะกระทำสิ่งใดได้ดีต้องมีการฝึก หรือกระทำบ่อย ๆ สิ่งที่ไม่ได้ทำมาเป็นเวลานาน ๆ ย่อมทำสิ่งนั้นไม่ได้เหมือนเดิม การให้เด็กได้ทำซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ จะต้องเป็นการกระทำที่รับผลตอบแทนหรือรางวัล การฝึกหัดจะก่อให้เกิดความรู้ การเรียนรู้เป็นเรื่องของการสร้างความต่อเนื่องสัมพันธ์ ครูต้องรู้จักนำสิ่งที่สัมพันธ์กันมาสอนด้วยกันหรือต่อเนื่องกัน แต่สิ่งไม่สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ก็สอนภายหลัง ซึ่งจากหลักการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาประยุกต์ใช้ ในการผลิตชุดการเรียนการสอนที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้และผู้เรียน
2. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ต้องนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาใช้ประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการจะต้องให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยมีครูคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม
3. ลักษณะของสื่อที่ผลิตต้องได้รับผลย้อนกลับทันที จะทำให้ผลการเรียนสูงขึ้นเพราะผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ
4. ลักษณะของชุดการเรียนการสอนที่ผลิต มีแนวคิดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน เน้นการฝึกทักษะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

3.2.2 การวางเงื่อนไขแบบการกระทำของสกินเนอร์ (Operat Conditioning

Theory) สกินเนอร์ (Skinner) เชื่อว่าพฤติกรรมส่วนใหญ่ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบอินทรีย์กระทำมากกว่าแบบปฏิกิริยาโต้ตอบ พฤติกรรมของมนุษย์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะพฤติกรรมทุกอย่างจะถูกควบคุมด้วยผลที่ตามมา ถ้าเราสามารถให้ผลบางอย่างและถอดถอนผลบางอย่างออกพฤติกรรมที่ไม่พึงปรารถนาก็จะถูกทดแทนด้วยพฤติกรรมที่สังคมต้องการ ซึ่งสกินเนอร์มีแนวคิดว่าผลที่สำคัญที่สุดของการกระทำคือการเสริมแรง ซึ่งหมายถึงทำให้เกิดความสบายใจ และต้องเป็นสิ่งที่ทำให้พฤติกรรมนั้นคงอยู่หรือเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นในการสอนนักเรียนก็เช่นกันนักเรียนอาจไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ด้วยการสอนเพียงครั้งเดียว สกินเนอร์ จึงแนะนำให้ครูแบ่ง

บทเรียนที่จะสอนออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ และถ้าเด็กสามารถเรียนรู้ได้ในแต่ละขั้นตอน ก็จะได้รับรางวัล หรือการเสริมแรงจากครูจากแนวคิดการวางเงื่อนไขการกระทำของสกินเนอร์ ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวคิดในการจัดทำชุดการเรียนการสอนคือ การแบ่งเนื้อหาที่จะใช้สอน ให้มีความสัมพันธ์กัน และการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ชุดการเรียนการสอนเป็นสื่อ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองเนื่องจากสามารถตรวจดูความสามารถของตนเองได้ในทันทีที่เรียนจบเนื้อหา

3.2.3 หลักการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนแบบ

ร่วมมือ (CL) เป็นวิธีการเรียนที่มีการจับกลุ่มทำงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนแรงจูงใจในทางการเรียน เป็นการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างชัดเจน คือสมาชิกแต่ละคนในทีมจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในการเรียนรู้ และสมาชิกทุกคนจะได้รับแรงกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ เพื่อที่จะช่วยเหลือและเพิ่มพูนการเรียนรู้ของสมาชิกในทีม โครงสร้างหรือรูปแบบของปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนในการเรียนแบบร่วมมือจะมีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เป้าหมายหลักของการเรียนแบบร่วมมือ คือ การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนเกิดความตระหนักในการทำงานเป็นทีมและสร้างลักษณะที่ดีของสังคมเพื่อให้ทุกคนเป็นสมาชิกที่ดีและอยู่ในสังคมได้ จากการวิจัยพบว่าการเรียนแบบร่วมมือทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนและการยอมรับภายในกลุ่มมากขึ้นที่ทำงานร่วมกันเพราะทุกคนมีความสำคัญต่อกลุ่มเนื่องจากงานที่ทำมีผลต่อความสำเร็จของกลุ่ม แต่นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติของครูไม่ได้เรียนแบบร่วมมือ ซึ่งต่างคนต่างเรียน ไม่ยอมรับซึ่งกันและกัน ผลสำเร็จจะเกิดขึ้นน้อยกว่าการร่วมมือกัน ดังนั้นการเรียนแบบร่วมมือ จึงเป็นวิธีการที่มีคุณค่าที่จะนำมาใช้ในชั้นเรียน

3.2.4 สื่อประสม จากการได้ศึกษางานวิจัยพบว่า สื่อแต่ละอย่างมีคุณประโยชน์

แตกต่างกันสามารถสนองจุดมุ่งหมายของการเรียนได้สมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2523 : 119 -120) กล่าวว่า เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอน มักออกมาในรูปแบบต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้สื่อเดียว ไม่มีการใช้สื่ออย่างบูรณาการ แต่แนวโน้มในปัจจุบันเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบสื่อประสมให้เป็นชุดการเรียนการสอน และเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยครู เป็นสื่อเพื่อช่วยนักเรียน ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 119) ได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีสื่อประสมไว้ว่า สื่อประสม หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน ซึ่งส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจเพื่อสร้างความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่ง ใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและป้องกันการเข้าใจความหมายผิด

3.3 ประเภทของชุดการสอน

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของชุดการสอนไว้หลายแบบด้วยกันดังนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 118) ได้จำแนกประเภท ของชุดการเรียนการสอนไว้ 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็น ชุดการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยผู้สอนให้พูดน้อยลงและใช้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน
2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็น ชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่มเช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น
3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวหน้าไปข้างหน้า ตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของผู้เรียน
- 4.ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากันมุ่งให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าเรียน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 152) ได้จัดประเภทของชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการสอนสำหรับครูใช้คือเป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรม และสื่อการเรียนการสอนมากมายหลายชนิด เช่นแผ่นโปร่งใส สไลด์ ฯลฯ ให้ครูใช้ประกอบคำบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ชุดการสอนนี้เหมาะสำหรับการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือนักเรียนทั้งชั้น
2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้เน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดในรูปศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ให้นักเรียนหมุนเวียนทำกิจกรรมในชุดการสอน ที่จัดไว้ประจำแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนอาจต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินกับวิธีการใช้ แล้วผู้เรียนอาจช่วยเหลือกันเองได้เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจสนใจเรียนเสริม เพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่ต้องรอคอยบุคคลอื่น
- 3.ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลักในการเรียนรู้โดยจัดระบบขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียน ใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้น ของความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนและผู้สอนจะปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้

ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียนชุดการสอนแบบนี้จัดขึ้น เพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนา การเรียนรู้ของตนเองไปได้ จนสุดขีดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลาคอยผู้อื่นอันเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้

จากการจำแนกประเภทของชุดการสอนที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าประเภทของชุดการสอนแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ ชุดการสอนสำหรับครู ชุดการสอนรายบุคคล ชุดกิจกรรม ชุดการสอนแบบผสม และชุดการสอนทางไกล ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนประเภทชุดการสอนสำหรับครู

3.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

การสร้างชุดการสอน ได้ยึดองค์ประกอบตามความคิดของนักวิชาการหลายท่านมาเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของชุดการสอน ดังต่อไปนี้คือ

ชม ภูมิภาค (2542) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หัวเรื่อง คือการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเพื่อมุ่งให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้
2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้ชุดการสอนจะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นครั้งแรก จะทำให้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน

2.2 สิ่งที่คุณจะต้องเตรียมก่อนสอน

2.3 บทบาทของนักเรียน

2.4 การจัดชั้นเรียน

2.5 แผนการสอน

3. วัสดุอุปกรณ์การเรียน อันได้แก่ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ สำหรับจะให้ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม บัตรงานนี้อาจเป็นกระดาษแข็ง หรือ อ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตรกลุ่ม หรือหัวข้อ

4.2 คำสั่งว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นของการเรียน

5. กิจกรรมสำรวจ จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม ซึ่งกิจกรรมสำรวจนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำเพื่อเป็นการเสริมการเรียนรู้ได้อย่างกว้างและลึก

6. ขนาดและรูปแบบของชุดการสอนชุดการสอนที่ดีไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไปเพื่อความสะดวกในการใช้ และความสวยงามในการเก็บรักษา

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน ที่สำคัญ

4 ประการ คือ

1. คู่มือการใช้ชุดการสอนเป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาและปฏิบัติตาม เพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพอาจประกอบด้วย แผนการสอนสิ่งที่ครูต้องเตรียมบทบาทของผู้เรียน และการจัดชั้นในกรณีของ ชุดการสอน ที่มุ่งใช้กลุ่มย่อย เช่น ศูนย์การเรียน

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการเรียนเสร็จแล้ว ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่าง ๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นประเภท สิ่งพิมพ์ เช่นบทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่องจุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภท วัสดุทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่าง ๆ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป สไลด์ ขนาด 2x2 นิ้ว ของจริง เป็นต้น

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2547) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของชุดการสอน ดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอน หรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดการเรียนการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเปลี่ยนส่วนที่บอกให้ผู้เรียน หรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้มีอยู่ในชุดการเรียนการสอน บัตรคำสั่งซึ่งประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจประกอบด้วย

บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอน ตามบัตรกำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินที่อยู่ในชุดการสอน อาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้อง จับคู่ผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

3.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

การสร้างและพัฒนาชุดการสอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างไว้ ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2548 : 189 – 192) อธิบายขั้นตอนการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. จะต้องศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียดว่าสิ่งที่จะนำมาทำเป็นชุดการสอนนั้น จะมุ่งเน้นให้เกิดหลักการของการเรียนรู้อะไรบ้างให้กับผู้เรียน นำวิชาที่ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์แล้วมาแบ่งเป็นหน่วยของการเรียนการสอนของแต่ละหน่วยนั้น จะมีหัวข้อย่อย ๆ รวมอยู่อีกที่เราจะต้องพิจารณา ให้ละเอียดชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน ในหน่วยอื่น ๆ อันจะสร้างความสับสน ให้กับผู้เรียนได้ และควรคำนึงถึงการแบ่งหน่วยการเรียนการสอน แต่ละวิชานั้นควรจะเรียงตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาความรู้ และลักษณะธรรมชาติในวิชานั้น ๆ

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและแบ่งหน่วยการเรียนการสอนได้แล้ว จะต้องพิจารณาตัดสินใจอีกครั้งว่าจะทำชุดการสอนแบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่า ผู้เรียนคือใครจะให้อะไรกับผู้เรียนจะให้ทำกิจกรรมอย่างไร และจะทำได้อย่างไรสิ่งเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียน

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยประมาณเนื้อหาสาระ ที่เราจะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ตามชั่วโมงที่เรากำหนด โดยคำนึงถึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนใจ น่าเรียนรู้ ให้ความชื่นบานแก่ผู้เรียน หาสื่อการเรียนได้ง่าย พยายามศึกษาวิเคราะห์ ให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งว่า หน่วยการเรียนการสอนนี้ มีหลักการหรือความคิดรวบยอด หรือหลักการย่อย ๆ อะไรบ้างที่จะต้องศึกษา พยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4. กำหนดความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดที่เรากำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียน เพราะความคิดรวบยอดเป็นเรื่องของความเข้าใจ อันเกิดจากประสบการณ์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อม เพื่อตีความหมายออกมาเป็นพฤติกรรมทางสมองแล้วนำสิ่งใหม่ไปเชื่อมโยงกันกับประสบการณ์เดิม เกิดเป็นความคิดรวบยอดฝังอยู่ในความจำ มนุษย์ต้องมีประสบการณ์ต่างๆ พอสมควร จึงจะสรุปแก่นแท้ของการเรียนรู้เกิดเป็นความคิดรวบยอดได้

5. จุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอด โดยกำหนดเป็น จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งหมายถึงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นได้จากภายหลัง การเรียนการสอนแต่ละเรื่องจบไปแล้วโดยผู้สอนสามารถวัดได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ถ้าผู้สอน จะกำหนดหรือระบุให้ชัดเจนมากเท่าใดก็ยังมีทางประสบความสำเร็จในการสอนมากเท่านั้น ดังนั้น จึงควรใช้เวลาตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อให้เหมาะสมถูกต้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด ไว้แต่ละข้อ

6. การวิเคราะห์งาน คือ การนำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ มาทำการวิเคราะห์ งานเพื่อหากิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียน ให้เหมาะสมถูกต้องกับ จุดประสงค์ที่กำหนดไว้แต่ละข้อ

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องนำกิจกรรมการเรียนของแต่ละข้อ ที่ทำการวิเคราะห์งานและเรียงลำดับกิจกรรมไว้แล้วทั้งหมดนำมาหลอมรวมกัน เป็นกิจกรรมการ เรียนขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการเรียนโดยคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของ ผู้เรียน วิธีดำเนินการให้มีการเรียนการสอนขึ้น ตลอดจนการติดตามผลและประเมินผลพฤติกรรม ที่ผู้เรียนแสดงออกมาเมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว

8. สื่อการเรียน คือ วัสดุอุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนที่ครูและนักเรียนกระทำ เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องจัดทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อการเรียนเป็น ของที่ใหญ่โต หรือมีคุณค่า จะต้องจัดเตรียมมาก่อน จะเขียนบอกไว้ให้ชัดเจนในคู่มือครู เกี่ยวกับ การใช้ชุดการเรียนการสอนว่าจะจัดหาได้ ณ ที่ใด เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องบันทึกเสียง และ พวกสิ่งทีเก็บไว้ไม่ได้ทนทานเพราะเกิดการเน่าเสีย เช่น ใบไม้ พืช สัตว์ เป็นต้น

9. การประเมินผล คือ การตรวจสอบดูว่าหลังจากการเรียนการสอนแล้ว ได้มีการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้ จะใช้วิธีใดก็ ตามแต่จะสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เราตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรง ตามจุดหมายที่เรา ตั้งไว้เมื่อใดความยุติธรรมก็จะไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียนและไม่ตรงกับเป้าหมาย ที่กำหนดไว้ด้วยการ เรียนรู้ในสิ่งนั้นจะไม่เกิดขึ้น ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมาก็คือเป็นการเสียเวลาและไม่มีคุณภาพ

10. การทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของชุด การสอนว่าจะผลิตออกมาขนาดเท่าใด และรูปแบบของการสอน จะออกมาเป็นแฟ้มหรือกล่อง สุด แล้วแต่ความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษาและความสวยงาม และควรทดลองดูก่อน เพื่อ ตรวจสอบหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงอย่างดีแล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่ม ใหญ่โดยกำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

- 10.1 ชุดการเรียนรู้การสอนนี้ต้องการความรู้เดิมของผู้เรียนหรือไม่
- 10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดการเรียนรู้การสอนเหมาะสมหรือไม่
- 10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน มีความสับสนวุ่นวายกับผู้เรียนและดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือไม่
- 10.4 การสรุปผลการเรียนรู้การสอนเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆ ดีหรือไม่ หรือจะต้องตรวจนับเพิ่มเติมอย่างไร
- 10.5 การประเมินผลหลังเรียน เพื่อตรวจสอบดูว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นให้ความเชื่อมั่นได้มาน้อยแค่ไหน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2549 : 123) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนไว้ 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นสหวิทยาการตามที่เหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชา ที่ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนได้ในสัปดาห์หนึ่งหรือครั้งหนึ่ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องกำหนดว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอย่างไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 5 หัวเรื่อง
4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปรวมแนวความคิด สารและหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้ว เปลี่ยนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบสอบถามเชิงสังเกต เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
8. เลือกและผลิต สื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่าชุดการเรียนรู้การสอน
9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้น

มีประสิทธิภาพผู้สร้างจึงต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพแล้วสามารถนำไปสอนได้ โดยกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลา ประมาณ 10 – 15 นาที)
2. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
3. ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน
4. ชี้นำสรุปผลการสอน
5. ทำการทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้

3.6 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอน ไม่ว่าจะเป็นประเภทใด มีประโยชน์ต่อครูและนักเรียนเป็นอย่างมากตามที่ผู้กล่าวไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 121) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ คือ

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายถอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนเป็นนามธรรมสูงให้เข้าใจรวดเร็วขึ้น
 2. ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา
 3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
 4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจต่อผู้สอน
 5. ทำให้การเรียนการสอนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะมีความพร้อมหรือความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด
 6. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายถอดความรู้แทนครูแม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 7. ในกรณีขาดครู ครูคนอื่นสามารถสอนแทนได้ โดยใช้ชุดการสอน เพราะ
- เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2547 : 137) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ว่า
1. ฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ และรู้จักการทำงานร่วมกัน
 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่เขาชอบ
 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ก้าวหน้าไปตามความสามารถของตนเอง

4. เป็นการเรียนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. มีการวัดผลตัวเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของเขาและสร้างแรง

จูงใจ

6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
7. เป็นการเรียนรู้ชนิด Active ไม่ใช่ Passive
8. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนเมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน
9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างครูและนักเรียน

สรุปได้ว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพนั้นมีประโยชน์คือผู้เรียนได้ศึกษาตามความสามารถและความสนใจ อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน สอนความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนได้ทราบความสำเร็จของตนเองในทันที ผู้เรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา มีแรงจูงใจในการเรียน หลีกเลี่ยงผลกระทบจากบุคลิกภาพของครูมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้และรู้จักการทำงานร่วมกันและในกรณีขาดครู ครูคนอื่นสามารถสอนแทนได้

3.7 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชุดการสอน เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนนำไปใช้ในภาคสนาม ต้องทำการตรวจสอบประสิทธิภาพ ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 490 – 491) ได้อธิบายว่า การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Development Testing หมายถึงการนำชุดการสอนไปใช้ (Try out) แล้วปรับปรุงก่อนนำไปใช้สอนจริง (Trial run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนจะต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ เพื่อให้ชุดการสอนมีคุณภาพ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด คือ (E_1 / E_2) หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลที่นักเรียนประสบผลสำเร็จ ซึ่งปกติ มักตั้งไว้ 80 / 80 หรือ 90 / 90

ชุดการสอนที่สร้างเสร็จครั้งแรกนั้นจำเป็นต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 492 - 493) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้ เด็กอ่อน ปานกลาง

และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

ขั้นที่ 2 แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน (คละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียน จะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติจริง เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 – 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ประเด็น คนชุม (2540 : 44 – 45) กล่าวไว้ว่า เมื่อผลิตชุดการสอนเป็นต้นฉบับแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยวหรือ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – To – One – Testing) หรือ 1:1 คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กที่มีระดับสติปัญญาสูง ต่ำ และปานกลาง นำผลที่ได้ คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยว จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) หรือ 1:10 คือ ทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน นำผลที่ได้ คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3. การทดลองภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (Large Group Testing) หรือ 1:100 คือ ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30 – 100 คน นำผลที่ได้ คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่งผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับ แต่ถ้าต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดหลักความจริงเป็นเกณฑ์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ต้องมีเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพ ในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมความสอดคล้อง และกระบวนการใช้สื่อการสอนแต่ละประเภท ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ไว้เองที่ประสิทธิภาพ 75 / 75 และกำหนดขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. การทดลองรายบุคคล เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับเด็ก เป็นรายบุคคล คนละ 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยทดลองกับเด็ก ที่มีระดับความสามารถปานกลาง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรม เวลา ใบบาง ใบบางรู้ สื่อการเรียนการสอน และอื่นๆที่จัดไว้ในชุดการเรียนการสอน เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. การทดลองกลุ่มเล็ก นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองสอนกับ

นักเรียนกลุ่มเล็ก โดยใช้นักเรียนประมาณ 10 คน ที่มีความสามารถคล้ายกัน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน (E_1 / E_2) ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ว่ามีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่ ถ้าหากว่าเป็นไปตามเกณฑ์ก็จะนำไปทดลองใช้ภาคสนามต่อไป ถ้าหากว่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ก็ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข และทดลองใหม่จนกว่าจะมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์

3. การทดลองภาคสนาม เป็นขั้นการนำชุดการสอนที่ได้ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ ไปใช้สอนนักเรียนกลุ่มใหญ่ที่มีจำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน เพื่อทดสอบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน (E_1/E_2) จากประสิทธิภาพของกระบวนการ (คะแนนจากแบบฝึกหัด) / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน) ว่ายังคงเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่ และทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดจากการเรียนโดยใช้ชุดการสอน โดยทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน - หลัง หรือแผนแบบการทดลองแบบกลุ่มควบคุมสอบก่อน - หลังก็ได้

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้คล้ายคลึงกันดังนี้

ยุทธนา สามิตะสิริ (2543. หน้า 3) ได้ให้ความหมายการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า โครงการวิทยาศาสตร์คืองานศึกษาค้นคว้าของนักเรียนอย่างมีหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่นักเรียนเป็นผู้คิดปัญหา หรือเรื่องที่ต้องการศึกษา มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมและปรึกษาหารือกับครูที่ปรึกษา จากนั้นนำมาวางแผน และกำหนดวิธีการศึกษาเป็นขั้นๆ แล้วทำการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่วางไว้ นำผลการศึกษาที่ได้มาอภิปราย และสรุปผลการศึกษาสุดท้ายนำโครงการที่ได้ทำไว้ทั้งหมดมาจัดทำเป็นรายงานโครงการ แผนโครงการ หรือมีการนำเสนอผลงานโครงการของนักเรียนโดยวิธีบรรยายประกอบแผ่นใส/สไลด์ ต่อที่ประชุมจนเสร็จสมบูรณ์

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544. หน้า 89) ได้ให้ความหมายไว้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบการ

เขียนโครงการวิทยาศาสตร์โดยมีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาตามบทบาทของโครงการวิทยาศาสตร์

ธีรชัย ปุณฺณโชติ (2531, หน้า 70) ได้ให้ความหมายไว้ว่า กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเอง โดยอาศัย วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครู หรือผู้เชี่ยวชาญกิจกรรมนี้ อาจทำเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคลก็ได้และจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้โดยไม่จำกัดสถานที่ เช่น อาจทำนอกห้องเรียนในห้องปฏิบัติการ หรือนอกโรงเรียนแม้กระทั่งที่บ้านของนักเรียนก็ได้ กิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์นี้เรียกได้ว่าเป็นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน

ลัดดา ภูเกียรติ (254, หน้า 49) กล่าวว่าโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความสนใจอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน และต่อเนื่องเพื่อพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพด้วยการปฏิบัติจริงตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำของครูที่ปรึกษา

4.2 หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (25/ต. หน้า 4) ได้ระบุหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนว และให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีตั้งแต่การกำหนดปัญหา หรือเรื่องหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล หรือการทดลอง และการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเองการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้นักเรียน เรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร (254ค. หน้า 19) กล่าวว่าหลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหาในการศึกษา เพื่อตอบปัญหาที่น่าสงสัย

สรุปได้ว่า หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง และดำเนินตามแผนที่วางไว้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3 จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

คู่มือการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531. หน้า 34) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจ และมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อกระตุ้นนักเรียนสนใจ ค้นคว้า และประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ทางคุณค่าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผื่อแผ่ผลงานของตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นๆ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529. หน้า 1) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในโครงการพัฒนา และส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้ และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในแต่ ละท้องถิ่น

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการโครงการวิทยาศาสตร์ คือ เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ โดยศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่ง

ความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้ให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

4.4 คุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545. หน้า 7-8) ได้สรุปถึงคุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างความสำนึก และรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเองในห้องเรียน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้พัฒนา และแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเรียนรู้ ในเรื่องที่ตนเองสนใจลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษ ได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจในการประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนให้มีโอกาสใกล้ชิดกันมากขึ้น
7. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์
8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมากขึ้น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540. หน้า 275-276) กล่าวถึงประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนจะรับเนื้อหาความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ
2. นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแสวงหาความรู้
3. มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน
4. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีการคิดอย่างอิสระ คิดอย่างพินิจพิเคราะห์มีความเชื่อมั่นในตนเอง

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาชะ ทิพย์ศิริ (2542. หน้า 8) ได้อธิบายไว้พอสรุปดังนี้

1. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีประสบการณ์จากการปฏิบัติจริง

2. นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนเกิดสติปัญญาจากการเรียนรู้
4. ทำให้ได้รับความรู้กว้างขวางขึ้นจากการศึกษาค้นคว้า นักเรียนมีความเชื่อมั่นกล้า

แสดงออก

สรุปได้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติทำให้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

4.5 ประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาชะ ทิพย์ศิริ (2542. หน้า 9), ลัดดา ภูเกียรติ (2544. หน้า 34), พิสมัย มิ่งฉาย (2544. หน้า 8) ได้แบ่งโครงการงานวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้คือ

1. โครงการงานประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อการศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่อตัวแปรอีกหนึ่งตัว โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นโครงการที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระมีการวัดตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่วๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้ จะประกอบด้วยการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผล และสรุปผล เช่น ศึกษาชนิดของน้ำที่มีผลต่อการปลูกแตงกวา เปรียบเทียบการปลูกพืชโดยใช้ดินกับไม่ใช้ดินศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนที่มีผลการเจริญเติบโตของพืช

2. โครงการงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นโครงการที่ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระผู้ทำโครงการเพียงสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะ หรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การสำรวจและการรวบรวมข้อมูลนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น การออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนามซึ่งบางเรื่องก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการในห้องถ้ำหรือในสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้ทันทีในขณะที่ออกไปปฏิบัติการนั้น โดยไม่ต้องนำวัสดุ ตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีก เช่น การศึกษาสำรวจ มลพิษของอากาศในแหล่งต่างๆ การเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจสอบหาความเป็นกรดเบสและความหนาแน่น การสำรวจพืชชนิดต่างๆ ในบริเวณโรงเรียน ฯลฯ

3. โครงการงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆ ซึ่งอาจ

เป็นการประดิษฐ์ของใหม่ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการประเภทนี้รวมไปถึงการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดต่างๆ เช่น กระจกสวย อวกาศ ลิฟท์พลังงานโน้มถ่วง เครื่องอบมันสำปะหลัง แบบจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน เป็นต้น

4. โครงการประเภททฤษฎี เป็นโครงการเพื่อเสนอทฤษฎี หรือแนวคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายโดยตั้งกติกา หรือข้อตกลงขึ้นมาเองแล้วเสนอทฤษฎีหลักการแนวความคิด จินตนาการของตนเองตามกติกา หรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกา หรือข้อตกลงมาอธิบาย หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในแนวใหม่ ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือจินตนาการที่เสนอนี้ อาจจะไม่เคยมีใครคิดมาก่อน หรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรือเป็นการขยายทฤษฎี หรือความคิดเดิมก็ได้ การทำโครงการประเภทนี้ จุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีจึงจะเสนอโครงการประเภทนี้ได้อย่างมีเหตุมีผลน่าเชื่อถือโดยทั่วไปโครงการประเภทนี้มักเป็นโครงการทางวิทยาศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เช่น การอธิบายอวกาศแนวใหม่ ทฤษฎีของจำนวนเฉพาะ เป็นต้น

สรุปได้ว่า ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่ โครงการประเภททดลอง โครงการประเภทสำรวจ โครงการประเภทพัฒนา หรือประดิษฐ์ โครงการประเภทสร้างทฤษฎี หรือการอธิบาย

4.6 ขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

การทำโครงการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้าย ดังนี้

1. การคิด หรือเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ
4. การลงมือทำโครงการ
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

1. การคิด หรือเลือกหัวข้อเรื่องของโครงการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงการ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิด และเลือกด้วยตนเอง โดยทั่วไปหัวข้อเรื่องของโครงการมักจะได้มาจาก ปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของนักเรียนเอง หัวข้อเรื่องของโครงการเฉพาะเจาะจง จะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่หรือมี

แนวการศึกษาทดลอง ที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วยนอกจากนั้นควรคำนึงถึงเรื่องที่เป็นประโยชน์ด้วยก็จะทำให้คุณค่ายิ่งขึ้น

แนวความคิดในการเลือกหัวข้อเรื่องเพื่อทำโครงการน พอสรูปได้ดังนี้

- 1.1 จากการอ่านหนังสือต่างๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร
- 1.2 จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ เช่น สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่เพาะเลี้ยงพืช และสัตว์ หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
- 1.3 จากการฟังบรรยายทางวิชาการ การฟัง และชมรายงานทางวิทยุ โทรทัศน์
- 1.4 จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน
- 1.5 จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง
- 1.6 จากการเข้าชมนิทรรศการ หรืองานประกวดโครงการทางวิทยาศาสตร์
- 1.7 จากการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
- 1.8 จากการสนทนากับครู อาจารย์ เพื่อน หรือบุคคลอื่น
- 1.9 จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในที่นี้รวมถึงการขอคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย หลังจากที่นักเรียนได้หัวข้อเรื่องกว้างๆ ที่จะศึกษาค้นคว้าแล้วขั้นตอนต่อไปที่อาจารย์ที่ปรึกษาควรแนะนำคือ แหล่งที่นักเรียนจะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้จะช่วยให้นักเรียนได้แนวความคิดที่จะกำหนดขอบข่ายของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าให้เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้นและได้ความรู้ในเรื่องที่จะศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นจนสามารถออกแบบ และวางแผนดำเนินการทำโครงการนั้นได้อย่างเหมาะสม

3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ เค้าโครงย่อของโครงการโดยทั่วๆ ไปจะเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวความคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงการนั้นซึ่งควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ชื่อโครงการ ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรงและมี ความหมายเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาเรื่องอะไร
- 3.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
- 3.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ
- 3.4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ อธิบายเหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้

โครงการเรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการ หรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ทำเป็นเองใหม่ หรือมีผู้อื่นได้เคยศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้วถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่มีผู้อื่นทำไว้ได้อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

3.5 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นคำตอบ หรือ คำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจถูก หรือไม่ถูกก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผลคือ มีทฤษฎี หรือหลักการ ทางวิทยาศาสตร์รองรับ และที่สำคัญคือเป็นข้อความที่มองเห็นแนวโน้มการดำเนินการทดลองหรือสามารถทดสอบได้

3.6 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ควรมีความเฉพาะเจาะจง และเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

3.7 วิธีดำเนินงาน

3.7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์มีอะไรบ้าง จะได้มาจากไหน อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำ อะไรบ้างที่ขอยืมได้

3.7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไร สร้างหรือประดิษฐ์อะไรอย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไร และเมื่อใดบ้าง

3.8 แผนปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

3.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.10 เอกสารอ้างอิง

4. การลงมือทำโครงการ เป็นขั้นลงมือการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในเค้าโครงย่อที่เสนอบริการที่ปรึกษา ซึ่งควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

4.1 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ จัดสถานที่ให้พร้อมก่อนจะทำการทดลอง

4.2 มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าทำอะไรไปได้ผลอย่างไร มีปัญหาและข้อคิดเห็นอย่างไร

4.3 ปฏิบัติการทดลองด้วยความละเอียดรอบคอบ และบันทึกข้อมูลให้เป็นระเบียบครบถ้วน

4.4 คำนึงถึงความประหยัด และความปลอดภัยในการทำงาน

4.5 พยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ในตอนแรก แต่อาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมบ้าง

4.6 ควรปฏิบัติการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น

4.7 ควรแบ่งงานเป็นส่วนย่อย และทำแต่ละส่วนให้สำเร็จก่อนทำส่วนอื่น

4.8 ควรทำงานส่วนที่เป็นหลักสำคัญๆ ให้เสร็จก่อนแล้วจึงทำส่วนที่เป็นส่วนประกอบ หรือส่วนเพิ่มตกแต่งโครงการ

4.9 อย่าทำงานต่อเนื่องจนเมื่อยล้าจะทำให้ขาดความระมัดระวัง

4.10 ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ ควรคำนึงถึงความคงทนแข็งแรงและขนาดที่เหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์นั้น

5. การเขียนรายงาน เมื่อดำเนินการทำโครงการจนครบขั้นตอนได้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งแปลผล และสรุปผลแล้ว งานที่ต้องทำไปคือเขียนรายงานการเขียนรายงานก็เพื่อให้คนอื่น ๆ ได้เข้าถึงแนวคิดวิธีการดำเนินการศึกษาข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านง่าย ๆ ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ดังนี้

5.1 ชื่อโครงการ

5.2 ชื่อผู้ทำโครงการ

5.3 ชื่อที่ปรึกษา

5.4 บทคัดย่อ อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการและผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อ

5.5 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

5.6 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

5.7 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

5.8 วิธีดำเนินการ แยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ

5.8.1 วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

5.8.2 วิธีดำเนินการทดลอง

5.9 ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้รวมทั้งเสนอผลงานการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ได้ด้วย

5.10 สรุป และข้อเสนอแนะ อธิบายผลที่สรุปได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่า ข้อมูลที่ได้สนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐาน ที่ตั้งไว้หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ ควรกล่าวถึงนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขหากมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคต

5.11 คำขอบคุณ ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายฝ่าย เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือจึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากร หรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จ

5.12 เอกสารอ้างอิง อ้างถึงหนังสือ หรือเอกสารต่างๆ ที่ผู้ทำงานใช้ค้นคว้าหรืออ่านเพื่อศึกษาหาข้อมูล และรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการนี้

6. การเสนอผลงาน การเสนอผลงานจัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ เรียกได้ว่าเป็นงานขั้นสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงผลของงาน ความคิด และความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงการได้ทุ่มเทลงไป และเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าใจ การแสดงผลงานอาจทำได้หลายรูปแบบต่างๆ เช่น การแสดงนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดง และการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดง โดยไม่มีการอธิบายประกอบ หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า โดยการจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญต่อไปนี้

6.1 ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อปรึกษา

6.2 คำอธิบายย่อๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการ และความสำคัญของโครงการ

6.3 วิธีการดำเนินการ โคนเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ

6.4 การสาธิต หรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง

6.5 ผลการสังเกต และข้อมูลเด่นๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การคิด และเลือกชื่อเรื่อง หรือปัญหาที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงการ

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน

4.7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ที่ใช้เป็นขั้นตอนดำเนินการทำโครงการเพื่อหาคำตอบของปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. การสังเกต เป็นส่วนสำคัญนำไปสู่ปัญหาต่างๆ ในบางครั้งการสังเกตจะนำไปสู่การบันทึกของการศึกษาทดลอง

2. การกำหนดสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้

3. การตรวจสอบสมมติฐาน หรือการทดลอง เป็นการทดลองศึกษาว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้นั้นเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งการทดลองจะต้องมีการออกแบบวิธีการทดลองมีการกำหนดตัวแปรต่างๆ
4. การสรุป และการวิเคราะห์ผลการทดลอง เป็นการนำผลการทดลองทั้งหมดมาสรุปเป็นเนื้อความสั้นๆ ในประเด็นที่สำคัญๆ พร้อมกับวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นอย่างไร
5. การนำไปใช้ประโยชน์เป็นการนำผลที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ หรือนำไปใช้ประโยชน์

4.8 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลขการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลการลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้อง และแม่นยำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529. หน้า 1-16) ได้ระบุความหมายและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสกับวัตถุ หรือ เหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ ชี้บ่ง และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือก และการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณ ของสิ่งของต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดได้ บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวัดได้ บอกวิธีวัด และเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ทำการ

วัดความกว้าง ความยาว ความสูง น้ำหนัก อุณหภูมิ และอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง ระบุหน่วยของ ตัวเลือกที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเลือกลำดับวัตถุ หรือ สิ่งที่อยู่ใน ปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือ ความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วได้แก่ เรียงลำดับ หรือ แบ่งสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้เรียงลำดับ หรือแบ่งสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตัวเองได้ บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับได้มาคำนวณ ในการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ นับ จำนวน สิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนนับได้ ตัดสินได้ว่าสิ่งของมีจำนวนเท่ากัน หรือ ต่างกันในแต่ละกลุ่ม ตัดสินได้ว่าสิ่งของในกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน บอกวิธีคำนวณ ได้ คิดคำนวณและแสดงวิธีคำนวณได้ บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยได้ หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหา ค่าเฉลี่ยได้

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ความสัมพันธ์ ระหว่าง สเปกกับสเปสของวัตถุ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับ อีกวัตถุหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์สเปสของวัตถุกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง การ เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไป กับเวลาความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะได้แก่ ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติได้ วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ บอกตำแหน่ง หรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้ บอกชื่อรูป และรูปทรงเรขาคณิตได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกเงาได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของ สิ่งต่างๆกับเวลาได้

6. การจัดการกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้ จากการ สังเกตการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้วได้แก่ เลือกรูปแบบที่จะเสนอข้อมูลได้ อย่างเหมาะสม บอกสาเหตุในการเลือกแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ออกแบบการเสนอข้อมูล

ตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น บรรยายลักษณะของ สิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความ ที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ บรรยาย หรือ วาดแผนผังการแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่น เข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการ สังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสมารถที่แสดงว่าเกิด ทักษะแล้ว ได้แก่ อธิบายหรือสรุปโดยการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย ในการสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็น หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้ว ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขต และภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิง ปริมาณได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดย อาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่ เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว ได้แก่ หาคำตอบ ล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัว แปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดู ว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือ สิ่งที่เป็น สาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็ผลจาเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองซึ่ง จะต้องควบคุม ให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ ชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัว แปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของ คำต่างๆให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกต หรือวัดได้ ความสามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ กำหนดความหมาย ละขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆให้สังเกต และวัดได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการทดลอง การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ กำหนดวิธีทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้ ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ บางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ แปลความหมาย หรือ บรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่แล้ว บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง เพื่อให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.9 บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ละดา ดอนหงษา (2539. หน้า 22-23) กล่าวในคู่มือครู การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่า

1. นักเรียน เป็นผู้มีความรับผิดชอบมากที่สุด เริ่มตั้งแต่คิดหัวข้อโครงการ วางแผน ดำเนินงาน เขียนเค้าโครงการงาน ดำเนินการสำรวจ หรือทดลอง สรุป เขียนรายงาน

2. ครู หรืออาจารย์ที่ปรึกษา จะเป็นเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทางให้แก่นักเรียน ร่วมวางแผนตัดสินใจ กระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่อง และซักถาม เมื่อนักเรียนเกิดความท้อแท้ ให้กำลังใจ

3. ผู้ปกครองให้ความสนใจในการทำโครงการของนักเรียนให้การสนับสนุน อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำในบางเรื่องที่ทำได้ และให้กำลังใจนักเรียน

4. ผู้บริหารโรงเรียน ให้ความร่วมมือ และสนับสนุนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อ วัสดุ อุปกรณ์ สนับสนุน และอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ ที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรม เพื่อแสดงผลงานของนักเรียนด้วย

5. ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ บางครั้งนักเรียนอาจเลือกทำโครงการที่มีความซับซ้อน และต้องใช้เทคนิควิธีการต่างๆ จึงต้องอาศัยผู้มีความรู้ ความชำนาญ เฉพาะเรื่อง เป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

4.10 การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541. หน้า 12-14)

การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

เกณฑ์ที่ 1 ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ พิจารณาจาก

1) การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง เหมาะสมกับระดับความรู้ และ ปัญหาโดยมีความเข้าใจเป็นอย่างดี

2) การอ้างถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม มีความสนใจในความรู้ที่อ้างถึงเป็นอย่างดี

เกณฑ์ที่ 2 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

1) มีการสังเกตที่นำไปสู่ปัญหา

2) ตั้งสมมุติฐานที่ถูกต้อง และชัดเจน

3) การระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษา

4) การออกแบบการทดลอง (การควบคุมตัวแปร วิธีการรวบรวมข้อมูล การทดลอง การเลือก และการทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง ฯลฯ)

5) การให้นิยามเชิงปฏิบัติการอย่างถูกต้อง

6) การจัดกระทำข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล (ในลักษณะ รูปภาพ กราฟ ตาราง ฯลฯ) ที่ถูกต้อง เหมาะสม กะทัดรัด ชัดเจน เข้าใจง่าย น่าสนใจ

7) การแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปอย่างถูกต้อง

8) การวัด การเลือกเครื่องมือวัด การใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง มีหน่วยกำกับเสมอ

9) การคำนวณถูกต้อง

10) การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการทำให้เรียบร้อย และเหมาะสมเพียงใดถ้าเป็นโครงการประเภทประดิษฐ์การประเมินโครงการในหัวข้อนี้อาจพิจารณา ดังนี้

11) การกำหนดอุปกรณ์ และเครื่องมือมีความเหมาะสมเพียงใด

12) การออกแบบมีความหมายเหมาะสมกับงานที่ใช้เพียงใด เช่น ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ ฯลฯ

13) มีความคงทนถาวรเพียงใด

14) ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด

15) การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด เช่น ส่วนที่จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อยๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพียงใด

16) มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามจูงใจผู้ใช้เพียงใด

เกณฑ์ที่ 3 การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการอธิบายโครงการพิจารณาจาก

1) การเขียนรายงาน

1.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์มครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกชัดเจนตามลำดับ (คำขอขอบคุณ บทคัดย่อ บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 บทเอกสาร บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง บทที่ 4 ผลการทดลอง บทที่ 5 สรุป และวิเคราะห์ การทดลอง ประโยชน์ที่ได้รับของโครงการ เอกสารอ้างอิง)

1.2 การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน

1.3 การใช้ภาษา ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มีความถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม และสละสลวย สามารถสื่อสารสาระสำคัญให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้เป็นอย่างดี

1.4 แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.5 แสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ อย่างต่อเนื่อง และเป็นระเบียบซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความมานะบากบั่น ความตั้งใจจริงในการทดลอง และรวบรวมข้อมูล

1.6 การอธิบายรายการผลการทดลองอย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์ มีข้อเสนอแนะหรือสมมติฐานสำหรับศึกษาทดลองต่อไปในอนาคต

2) การจัดแสดงโครงการ

2.1 การออกแบบ การจัดแสดงผลงาน ที่สื่อความหมายถึง แนวความคิดหลัก
สาระสำคัญต่างๆ อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย น่าสนใจ

2.2 ความถูกต้อง เหมาะสม กระชับ ชัดเจน ของคำอธิบายในแผนผังโครงงาน

2.3 ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์ชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบกับการ
แสดง

2.4 ความสามารถในการสาธิตผลการทดลอง หรือการทำงานของกลไกต่างๆ

2.5 ความประณีต ความสวยงาม คงทน

3) การอธิบายโครงงาน

1.1 อธิบาย และตอบข้อซักถามถึงที่มา และความสำคัญของปัญหาได้อย่าง
ชัดเจน น่าสนใจ

1.2 อธิบาย และตอบข้อซักถาม โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง
ที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงาน ได้เป็น
อย่างดี

1.3 อธิบาย และตอบข้อซักถาม โดยแสดงหลักฐาน ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
และการอ้างอิงเอกสาร ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

1.4 อธิบาย และตอบข้อซักถาม พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของ
โครงงานต่อการพัฒนาตนเอง ต่อส่วนรวม ความเป็นไปได้ ในการขยายผล การศึกษาทดลอง
โครงงาน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการรักษาประเทศ ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจการใช้ทรัพยากร
ภายในประเทศ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ฯลฯ อย่างมีเหตุผล

เกณฑ์ที่ 4 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พิจารณาจาก

1) ความแปลกใหม่ของปัญหา และการระบุตัวแปรที่ต้องศึกษา(การดัดแปลง
เปลี่ยนแปลงจากผู้อื่นเคยทำมาก่อน การคิดค้นใหม่)

2) ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง(การดัดแปลงเปลี่ยนแปลงจากผู้อื่นเคย
ทำมาก่อน การคิดค้นใหม่ วิธีการแก้ปัญหาวิธีการวัด และควบคุมตัวแปร วิธีการรวบรวมข้อมูล
การเลือก และการทดสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหรือ ประดิษฐ์ ฯลฯ)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนัสวี พยัคฆนันท์ (2535) ได้ทำการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้าง
เสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนกลุ่มการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิโลบล นิมกิงรัตน์ (ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษารูปแบบการเรียนรู้อันเป็นโครงงาน วิทยาศาสตร์ และครูวิทยากรในโรงเรียน ระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา (น.ว.ร.) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลการวิจัย เชิงคุณภาพ พบว่า คุณภาพของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นยังไม่เป็นที่น่าพอใจนักทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา คุณภาพของครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น ในระดับประถมศึกษาเป็นที่น่าพอใจ แต่ในระดับมัธยมศึกษาไม่เป็นที่น่าพอใจเชิงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนในโครงการ น.ว.ร.กับนักเรียนนอกโครงการในระดับประถมศึกษาไม่แตกต่างกัน ในระดับมัธยมศึกษา โดยภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

อรวรรณ โพธิอาสน์ (2541) (อ้างถึงใน นิตยสาร ฝึกเจริญผล และคณะ 2544. หน้า 80) ได้ศึกษาผลของกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดชัยภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2540 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการเรียนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นที่ดี และเห็นด้วยต่อการเรียนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

พรวิภา แสงจันทร์ (2542. หน้า 35) กล่าวว่า การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในลักษณะของกระบวนการกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

นิตยสาร ฝึกเจริญผล และคณะ (2544) สรุปการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงาน วิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เป็นการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่างๆ ในกระบวนการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกทำงานอย่างเป็นระบบ คือมีการคิดวางแผนในการทำงานและทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ จึงเป็นกระบวนการที่พัฒนาผู้เรียนในหลายๆด้าน เช่น ด้านพัฒนาทักษะในการแสวงหาความรู้ ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้านสติปัญญา ด้านความสามารถในการ

แก้ปัญหา เป็นต้น ดังรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิธีการที่สำคัญ และเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาวิธีหนึ่ง

ภารดี รวยอารี (2544. หน้า 44-45) กล่าวโดยสรุปว่า การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการ ทดลองทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน เกิดการเรียนรู้โดยไม่รู้สีกตัว ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ซึ่ง ทำให้นักเรียนหันมาสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยการฝึกหรือไปปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ย่อมทำให้ผู้ปฏิบัติ มีความสามารถปฏิบัติได้ อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกฝน หรือ ปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการคิด แก้ปัญหาด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นพบความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็น อย่างดี

กล่าวโดยสรุป คือ การสอนแบบโครงงานทางวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อจัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญผู้เรียนแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความ รับผิดชอบทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดี ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข มีครูเป็นที่ปรึกษา รับฟัง ความคิดเห็นโดยมี กรอบแนวคิด ของการจัดกระบวนการเรียนการสอน ตามหลักการและทฤษฎีการศึกษา ซึ่งสามารถ นำมาใช้จัดการสอนทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองเป้าหมายของหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6