

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 2.1 จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 วิธีสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. โครงการวิทยาศาสตร์
4. ชุดการสอน
5. สมุนไพรและการแปรรูป
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กล่าวไว้ส่วนหนึ่งว่า “รัฐต้องเร่งรัดและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาประเทศ” การที่จะก้าวไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้ จำเป็นต้องพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้นต้องให้เกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมบูรณ์ยั่งยืน

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติ ร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนา การศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดไว้ดังนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบ ของคำถามสามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็น เรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้อง เรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการ ร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จ ในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้อง สอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียน ที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ชามซึ่งและเห็น ความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพ ชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายและ วิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสารและการเคลื่อนที่ของพลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลกความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์และอวกาศ
4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการปฏิบัติจริง ศึกษา ค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้แบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้
5. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิต และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้
 - 6.1 ความสนใจใฝ่รู้
 - 6.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
 - 6.3 ความซื่อสัตย์ ประหยัด
 - 6.4 การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 6.5 ความมีเหตุผล
 - 6.6 การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม
 - 7.1 มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้ ต่อเนื่องตลอดชีวิต
 - 7.2 ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
 - 7.3 ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - 7.4 แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเอง คิดค้นขึ้น
 - 7.5 แสดงความซาบซึ้งในความงาม และตระหนักถึงความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนา ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น

7.6 ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่าง ๆ

เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการวิจัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จึงขอเสนอคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6) ซึ่งผู้เรียนควรมีคุณภาพ ดังนี้

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
2. เข้าใจสมบัติของวัสดุ สถานะของสาร การแยกสาร การทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า
4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
5. การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลสำรวจตรวจสอบ
6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
9. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 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.

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิดทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็น จุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาระดับพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสาร สิ่งที่ยอมรับ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผล ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับ สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่ยอมรับและนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่าง ยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนเวลา 160 ชั่วโมง

สืบค้น อธิบาย ตำรา ทดลอง สังเกต อภิปราย วิเคราะห์ จำแนก การทำงานของ อวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ที่สัมพันธ์กัน การดำรงชีวิตของสัตว์ในท้องถิ่น อวัยวะภายในของร่างกาย มนุษย์ในระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนโลหิต การเดินของชีพจร ก่อนและหลังการออกกำลังกายที่มีความสัมพันธ์กับระบบต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ การเจริญเติบโต ของร่างกายจากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ ดูแลและปฏิบัติอย่างถูกต้อง สิ่งเสพติดต่อการทำงาน ของระบบต่าง ๆ ของร่างกายและแนวทางในการป้องกันตนเอง สิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ของ ท้องถิ่น ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการดำรงชีวิต โภชนาการของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ของท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ข้อจำกัดของทรัพยากรกับความต้องการของมนุษย์ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม สมุนไพรที่มีในท้องถิ่น ลักษณะพืชสมุนไพร การเก็บรักษาและการแปรรูปพืช สมุนไพร ประโยชน์ของพืชสมุนไพร สมบัติของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ประเภทของสาร การแยกสารด้วยวิธีการร่อน การกรอง การตกตะกอน การระเหิด หรือการ ระเหยแห้ง ประเภทของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ การเลือกใช้สารในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย สมบัติของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยน สถานะ เกิดการละลายและเกิดเป็นสารใหม่ การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสาร ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การต่อวงจรไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ของวงจรไฟฟ้า ผลทางแม่เหล็ก จากกระแสไฟฟ้าและการใช้ประโยชน์ การเกิดขั้วขึ้นขั้วแรม ฤดูกาล สุริยุปราคา จันทรุปราคา ความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อปูพื้นฐานให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาการสอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแปรรูปสมุนไพรท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองอุดม จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาระความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (psychology of learning and teaching science) การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนนั้นต้องเข้าใจเกี่ยวกับจิตวิทยาในการเรียนการสอน และพัฒนาการทุกด้านของผู้เรียน โดยเฉพาะพัฒนาการทางด้านสติปัญญา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จิตวิทยาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of intellectual development) ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ (Bruner's theory of instruction) หลักการการเรียนรู้แกเนย์ (Gagne's principle learning) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของออสเชเบล (Ausubel's theory of intellectual development) การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (constructivism)

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สัวด์มก์ นิยมคำ (2531 ข, หน้า 416-435) ได้สรุปสาระสำคัญของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ในช่วงอายุ 7-11 ปี ไว้ดังนี้

1.1 ขั้นรู้จักคิดหาเหตุผลจากประสบการณ์รูปธรรม (concrete operational stage) ช่วงอายุ 7-11 ปี เทียบได้กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-6 ซึ่งในขั้นนี้เด็กมีความสามารถคิดเป็นเหตุเป็นผลเชิงตรรกวิทยาได้ แต่จะต้องได้เห็นของจริงหรือยกตัวอย่างของจริงประกอบ เด็กไม่สามารถจินตนาการได้หรือเล่นกับสัญลักษณ์ได้ หรือเล่นกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ดังนั้นการเรียนรู้สิ่งใด ต้องอาศัยวัตถุรูปธรรมเป็นสื่อ (concrete experience) เด็กวัยนี้จึงมีพัฒนาการและการเรียนรู้ดังนี้

- 1.1.1 สามารถคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยาได้โดยอาศัยรูปธรรมเป็นสื่อ
- 1.1.2 สามารถมองอะไรได้หลายแง่หลายมุมและหลายตัวแปรในเวลาเดียวกัน
- 1.1.3 สามารถคิดย้อนกลับได้และคิดกลับไปกลับมาในรูปแบบต่าง ๆ ได้
- 1.1.4 สามารถคิดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนรวมได้

1.1.5 สร้างสมมติฐานที่มองไม่เห็นไม่ได้

1.1.6 ถ้ามีข้อมูลให้เด็กอย่างเดียวโดยเด็กไม่เห็นเหตุการณ์เด็กยากที่จะแปรผลได้

1.1.7 มีความคิดเรื่องการคงปริมาณได้ 5 อย่าง คือ

1.1.7.1 การคงจำนวนของสิ่งของ

1.1.7.2 การคงปริมาณเนื้อสาร

1.1.7.3 การคงความยาว (ยกเว้นยืดหดได้)

1.1.7.4 การคงน้ำหนัก

1.1.7.5 การคงปริมาตร

หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์ ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 58) ได้สรุปหลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์ ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามความสามารถทางปัญญา

2. มโนคติหนึ่ง ๆ สามารถแบ่งได้หลายระดับตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา การพัฒนาสติปัญญาปรับได้โดยการปรับโครงสร้างความคิดให้อยู่ในสถานะสมดุล โดยพยายามเพิ่มพูนสติปัญญาและขจัดอุปสรรคที่เกิดจากอิทธิพลด้านประสบการณ์ทางกายภาพและสังคม

3. การนำเสนอบทเรียนควรให้ผู้เรียนพบกับปัญหา ใช้ความคิดแก้ปัญหาทดลองแก้ปัญหาและหาเหตุผลสำหรับวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ จะเห็นได้ว่าการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในช่วงปลายของขั้นคิดหาเหตุผลจากประสบการณ์รูปธรรม และช่วงต้นของขั้นคิดหาเหตุผลทางนามธรรม เด็กในวัยนี้จึงสามารถคิดหาเหตุผลจากประสบการณ์รูปธรรม สามารถสร้างสมมติฐานและคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สามารถสร้างแผนการทดลองได้ สามารถจัดกระทำข้อมูลและข้อสรุปและแก้ปัญหาที่ซับซ้อน จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและแสวงหาคำตอบ ด้วยการปฏิบัติกิจกรรมทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลองสรุปผลการทดลอง และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปราย วิเคราะห์ เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นนามธรรม

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ บรูเนอร์มีความเชื่อว่าเด็กทุกระดับขั้นของพัฒนาการสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาใดก็ได้ ถ้าจัดสอนให้สมกับความสามารถของเด็กโดยคำนึงถึงกระบวนการของการเรียนรู้ การจัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ และการนำเสนอต้องสอดคล้องกับ

ระดับของการรับรู้เข้าใจในการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนและผู้สอนต้องมีความพร้อม มีแรงจูงใจ และความสนใจจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนจะช่วยให้มีความรู้คงทนและถ่ายโยงความรู้ได้ด้วย โดยได้เสนอพัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

2.1 การเรียนรู้โดยการกระทำ (enactive representation) ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีโอกาสสัมผัสกับวัตถุโดยตรงหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจะต้องอาศัยการจัดกระทำต่าง ๆ กับวัตถุนำไปสู่การเรียนรู้ การหาคำตอบของปัญหา การเรียนรู้โดยการกระทำเป็นลักษณะของการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ดำเนินต่อไปตลอดชีวิต

2.2 การเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาพในใจ (iconic representation) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ได้เข้าใจโดยใช้รูปจำลอง ภาพวาดประกอบ

2.3 การเรียนรู้โดยการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์ (symbolic representation) ในขั้นนี้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นามธรรมจากสัญลักษณ์แทนได้ สามารถคิดหาเหตุผลและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องเห็นวัตถุหรือไม่ต้องคิดถึงมโนภาพ

การสอนแบบค้นพบของบรูเนอร์ เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่น่าสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ของบรูเนอร์ยังมีประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง เพราะระดับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาของบรูเนอร์นั้นเหมาะสำหรับการนำไปจัดกิจกรรมการสอนของผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น คือ เริ่มจากการกระทำ การเกิดภาพในใจ และการใช้สัญลักษณ์ ซึ่งถ้าทำมาถึงระดับที่ 3 ได้ ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง ฉะนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลอง และสรุปผลการทดลอง จะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยอาจจัดกิจกรรมในรูปแบบของโครงงานวิทยาศาสตร์

3. หลักการเรียนรู้แกนย่ ได้จำแนกประเภทของการเรียนรู้ไว้ 8 ขั้น ดังนี้
(ภพ เลาหไพบุลย์, 2537, หน้า 79- 82)

3.1 การเรียนรู้โดยสัญญาณ (signal learning) เป็นการเรียนรู้โดยกระบวนการวางเงื่อนไขแบบดั้งเดิม ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากมีสิ่งเร้าและทำซ้ำ ๆ มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ เช่น การดึงมือกลับเมื่อถูกของร้อน

3.2 การเรียนรู้แบบตอบสนองต่อสิ่งเร้า (stimulus – response learning) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนอง ผู้เรียนสามารถควบคุม

พฤติกรรมได้เป็นไปอย่างตั้งใจ การแสดงพฤติกรรมที่เห็นชัดตอบสนองการเรียนรู้เนื่องจากได้รับการเสริมแรง เช่น การฝึกให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมบางอย่าง โดยการให้รางวัลหรือการชมเชย

3.3 การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (chaining) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนองติดต่อกันเป็นลูกโซ่ เป็นการใช้พฤติกรรมในขั้นที่ 2 อย่างน้อย 2 พฤติกรรมขึ้นไปมาประกอบกันเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ การเคลื่อนไหว การฝึกทักษะต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ภาษาพูด เช่น การฝึกติดกระดุมเสื้อ

3.4 การเรียนรู้โดยใช้ภาษา (verbal association) เป็นการเรียนรู้โดยใช้ภาษา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ภาษาอย่างต่อเนื่อง

3.5 การเรียนรู้โดยการจำแนก (discrimination learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งประเภทเดียวกัน สามารถจำแนกสิ่งเร้าที่เป็นวัตถุ หรือสิ่งของออกตามความแตกต่างในสิ่งที่เหมือน

3.6 การเรียนรู้โมโนติ (concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเหมือน ทำให้มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในลักษณะเป็นกลุ่ม เป็นการเรียนรู้โมโนติของสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นโดยใช้สมบัติหรือลักษณะเป็นเกณฑ์ เช่น โมโนติของสี ขนาด รูปร่าง

3.7 การเรียนรู้หลักการ (principle learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรวมหรือเชื่อมมนิคมโนติเข้าด้วยกัน และสามารถตั้งเป็นเกณฑ์หรือหลักการ แล้วสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน ด้วยวิธีที่ต่างกัน

3.8 การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (problem solving) เป็นการรวมกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถใช้ความรู้เหล่านั้นแก้ปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง ๆ

จากการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นดังกล่าว แกนเย่ ได้เสนอไปสู่การเรียนการสอน ซึ่งจะต้องมีวัตถุประสงค์ที่แน่ชัดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และพฤติกรรมที่จะให้ผู้เรียนแสดงออกนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 อย่าง ได้แก่

1. ทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะ เรียนรู้มนิคมโนติทั้งรูปธรรมและนามธรรม ตลอดจนการเรียนรู้กฎเกณฑ์หรือหลักการ และการแก้ปัญหา

2. ยุทธศาสตร์การคิด (cognitive strategies) เป็นกระบวนการในของมนุษย์ ซึ่งควบคุมการเรียนรู้การคิด ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ถึงวิธีที่จะเรียน ที่จะแก้ปัญหา ยุทธศาสตร์การคิดเป็นกระบวนการทักษะภายในซึ่งเป็นทักษะที่เกี่ยวกับ

- 2.1 ความสนใจ ความตั้งใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเองให้ตั้งใจกับสิ่งที่กำลังเรียน

2.2 การจำ เป็นการแปลงความสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนให้เป็นของผู้เรียนเองเพื่อช่วยให้จำได้นาน เป็นการใส่รหัสข้อมูลเพื่อเก็บไว้ในความจำ

2.3 การเรียกข้อมูล เป็นการเรียงข้อมูลที่สะสมไว้มาใช้ในการแก้ปัญหา

2.4 การแก้ปัญหา

3. การเรียนรู้ข้อสนเทศทางวาจา (verbal information) เป็นการเรียนรู้ข้อสนเทศหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการใช้วาจา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถบอกข้อเท็จจริง ความคิด หรือการเรียกชื่อสิ่งต่าง ๆ ในรูปของหลักการหรือทฤษฎีได้ โดยที่ผู้เรียนมีมโนคติเกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นแล้ว

4. ทักษะการเคลื่อนไหว (motor skills) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม กล่าวคือ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ต้องมีการทำงานประสานสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ และต้องมีสติปัญญาในการคิดขั้นตอนการทำงาน

5. เจตคติ (attitudes) เป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมีความรู้สึกด้านอารมณ์เกี่ยวข้อง ซึ่งมองไม่เห็นเป็นตัวกำหนดให้บุคคลมีการกระทำต่าง ๆ แล้วแต่ความเชื่อ ค่านิยม และความรู้สึกของเขาในการจัดการเรียนการสอน นอกจากจะคำนึงถึงสมรรถภาพที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกแล้วยังต้องคำนึงถึงเจตคติของผู้เรียนในการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วย

แกนเข้ ได้เน้นบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ และได้เสนอแนวทางในการจัดลำดับขั้นเป็น 9 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. การเรียกความสนใจ (gaining attention) เป็นการเร้าความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียน โดยการเลือกใช้สิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต และนำเสนอสิ่งเร้าเหล่านั้นเพื่อเรียกความสนใจ

2. การบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การสอน (informing the learner of the objective) เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางนำไปสู่จุดประสงค์นั้น การบอกจุดประสงค์อาจบอกให้ทราบโดยตรง หรือบอกโดยใช้คำถามก็ได้

3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่ต้องมีก่อน (stimulating recall of prerequisite learning) อาจใช้คำถาม หรือบรรยายเพื่อทบทวนความรู้ ให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ให้มีความพร้อมที่จะเรียนต่อไป

4. การเสนอสิ่งเร้า (presenting the stimulus material) ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอนอื่น ๆ

5. การชี้แนะการเรียนรู้ (providing learning guidance) อาจใช้คำถามนำไปสู่การเรียนรู้ การแนะนำ การใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ

6. จัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม (eliciting the performance correctness) ให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรม ปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวก จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการ

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม (providing feedback about performance correctness) เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า การทำกิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลองได้ผลถูกต้องดีหรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดให้

8. การวัดผลการเรียน (assessing the performance) การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยการใช้คำถาม ให้ทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบวัดได้ในขณะเรียน และเมื่อสิ้นสุดการเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไข

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ (enhancing retention and transfer) เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ กัน แลนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้

หลักการเรียนรู้ของแกเนเย สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นหลักการเชิงเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักการที่นำมาใช้สรุปได้ดังนี้ (สุวัณท์ นิยมคำ, 2531 ข, หน้า 434)

1. การตั้งจุดประสงค์ของการสอน ซึ่งแกเนเย ได้แบ่งสมรรถภาพของคนไว้ 4 อย่าง ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ เนื้อหาสาระ ด้านทักษะการคิด ด้านพลังปัญญา ที่กำหนดแนวความคิดและด้านทักษะการปฏิบัติทางกายภาพ ถ้าตั้งจุดประสงค์เป็นกลุ่มตามนี้จะทำให้ทราบว่าขณะสอนเน้นด้านใด และขาดสมรรถภาพด้านใด โดยเฉพาะการคิดจะทำให้ครูรู้ว่าจะสอนความคิดระดับใดก่อน ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ทักษะที่รองลงมาเสียก่อน และในการสอนจะจัดกิจกรรมอย่างไร นอกจากนี้ แกเนเย ยังเน้นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมปลายทาง ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการสอนนั้นจะช่วยให้สามารถตั้งจุดประสงค์หลักมากกว่าจุดประสงค์ย่อย

2. หลักการถ่ายโอนการเรียนรู้ สามารถนำมาจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะการสอนเรื่องใหม่ได้นั้น จำเป็นจะต้องอาศัยความรู้ความสามารถพื้นฐานที่สัมพันธ์กับการวิเคราะห์ หาสิ่งที่จะเรียนก่อนหลัง หรือบันใดการเรียนรู้จะช่วยให้รู้ว่าจะต้องสอนอะไรก่อนหลัง เมื่อทำอย่างนี้การถ่ายโอนการเรียนรู้เชิงบวกจะเกิดขึ้น ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้เรื่องใหม่ได้เร็วขึ้น

3. ลำดับขั้นของการสอนของแกเนเย เป็นเครื่องเตือนใจครูว่า การดำเนินการสอนควรจะทำนึ่งถึงอะไรบ้าง

4. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของออชเบล ออชเบลได้เสนอว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

4.1 ขั้นความคิดก่อนปฏิบัติการ (preoperational thought) เป็นการเรียนรู้ของเด็กระดับนามธรรมขั้นต้น เด็กอายุระหว่าง 2 – 7 ปี เด็กสามารถมีมโนคติในเรื่องต่างๆ แล้ว แต่ยังไม่มีสมบูรณอยู่ในขั้นมีความคิดรับรู้ มโนคติเบื้องต้น (preconceptual thought) ความคิดความเข้าใจของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้เป็นส่วนใหญ่

4.2 ขั้นการคิดเชิงเหตุผลอาศัยรูปธรรม (concrete logical operation) เป็นความสามารถในการเรียนรู้ของเด็กขั้นสูงขึ้น เด็กสามารถสร้างมโนคติเป็นภาพในใจตามคำอธิบายได้ เพียงแต่ให้ตัวอย่างเป็นรูปธรรม เด็กก็สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและเข้าใจได้ แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้

4.3 ขั้นการคิดเชิงเหตุผลเป็นนามธรรม (abstract logical operation) เริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 11 ปีขึ้นไป เด็กอยู่ในขั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่ต้องพึ่งวัสดุที่เป็นรูปธรรมช่วยให้เข้าใจ เด็กเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม แทนที่จะคิดหาเหตุผลจากข้อมูล เด็กอาจจะสร้างและทดสอบสมมติฐานก็ได้ มโนคติที่เป็นข้อสรุปหรือหลักเกณฑ์อาจไม่ได้จากข้อมูลโดยตรง แต่ได้มาจากข้อสรุปจากข้อมูลอีกต่อหนึ่ง การทำเช่นนี้ช่วยให้มีการดูดซึมมโนคติได้มากกว่าการสร้างมโนคติ เพราะไม่ต้องอาศัยรูปธรรม ไม่ต้องอาศัยการทดลอง เพียงแต่ทำความเข้าใจมโนคติ เมื่อได้รับเป็นถ้อยคำหรือข้อความ

จะเห็นได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในช่วงปลายของขั้นที่ 2 และช่วงต้นของขั้นที่ 3 เด็กในวัยนี้จึงคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นนามธรรมสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและแสวงหาคำตอบ โดยการปฏิบัติกิจกรรม ทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลอง และสรุปผลการทดลอง

วิธีสอนวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน ทักษะ/พฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการเน้น และเครื่องมือวัดและประเมินผล

วิธีสอน / เทคนิค	ทักษะ / พฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการเน้น	เครื่องมือวัดและประเมินผล
1. วิธีสอนแบบปฏิบัติการ ทดลอง	- การวางแผนการทดลอง - การดำเนินการทดลอง - การรายงาน - คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น ความร่วมมือ การตรงต่อ เวลา การยอมรับความคิดเห็น ของผู้อื่น	- แบบประเมินความสามารถ ในการทดลอง - แบบประเมินกระบวนการ กลุ่ม - แบบประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์
2. วิธีสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้	- การหาความรู้ด้วยตนเอง - การมีส่วนร่วม - การค้นคว้า - การสำรวจ - การวิเคราะห์ - การลงสรุป	- แบบประเมินกระบวนการ แสวงหาความรู้ - แบบประเมินกระบวนการ แก้ปัญหา - แบบประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์
3. วิธีสอนโดยโครงงาน	- การสะสมผลงาน - การกำหนดประเด็นปัญหา - การวางแผนขั้นตอน - การดำเนินงาน - ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ - การแก้ปัญหา - การรายงาน - ความคิดสร้างสรรค์ในผลงาน	- แบบประเมินแฟ้มสะสมงาน - แบบประเมินโครงงาน - แบบประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - แบบประเมินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

วิธีสอน / เทคนิค	ทักษะ / พฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการเน้น	เครื่องมือวัดและประเมินผล
4. วิธีสอนแบบการคิด วิเคราะห์วิจารณ์	- การสะสมผลงาน - การค้นคว้า - ทักษะการปฏิบัติ - การวิเคราะห์วิจารณ์ - การตัดสินใจ - การประยุกต์ความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	- แบบประเมินรายงาน - การศึกษาค้นคว้า - แบบประเมินกระบวนการ แก้ปัญหา
5. วิธีสอนแบบใช้ กระบวนการแก้ปัญหา	- การคิดวิเคราะห์ - การตัดสินใจ - การทำงานเป็นกลุ่ม	- แบบประเมินกระบวนการ แก้ปัญหา - แบบประเมินกระบวนการ กลุ่ม
6. วิธีสอนแบบใช้ กระบวนการสำรวจรวบรวม ข้อมูล	- ความรับผิดชอบ - การรายงาน - การประยุกต์ใช้ความรู้ - การสังเกต - การบันทึก	- แบบประเมินการศึกษา ค้นคว้า - แบบประเมินกระบวนการ แสวงหาความรู้ - แบบประเมินกระบวนการ กลุ่ม
7. วิธีสอนแบบใช้ กระบวนการศึกษาค้นคว้า	- การวิเคราะห์ - การอภิปรายและลงสรุป - การวางแผน - ความรู้ความเข้าใจ - ความสามารถในการ ปฏิบัติงาน - ความคิดสร้างสรรค์ - คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น ความร่วมมือ ความ รับผิดชอบ การยอมรับความ คิดเห็นของกลุ่ม	- แบบประเมินกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ - แบบประเมินการแก้ปัญหา - แบบประเมินการศึกษา ค้นคว้า

การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียนในภาพรวม ดังนั้น การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงประกอบด้วยการประเมินความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน จะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้

ด้วยเหตุดังกล่าวการวัดและประเมินผลตัวผู้เรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีแนวทางการวัดและประเมินผล 2 แนวทาง ได้แก่ การวัดและประเมินผลตามคู่มือ taxonomy of educational objectives ของบลูม (Bloom, 1956) และการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment)

การวัดและประเมินผลตามคู่มือ taxonomy of educational objectives ของบลูม

การวัดและประเมินผลตามคู่มือ taxonomy of educational objectives ของบลูม จะดำเนินการวัดและประเมินผลครอบคลุมใน 3 องค์ประกอบหลักดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) การวัดและประเมินผลด้านนี้ เราสามารถวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลัก คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหนังสือ และการฟังจากการบรรยาย ความรู้ที่ควรวัดและประเมินผล จำแนกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง (fact) ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งเราสามารถสังเกตได้โดยตรงและทดลองแล้วจะได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น สัตว์จำพวกแมลงที่มี 6 ขา น้ำประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน 1 อะตอมกับออกซิเจน 2 อะตอม เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (concept) มโนทัศน์ เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ เช่น มโนทัศน์ของความหนาแน่นของสาร เป็นการนำความรู้เรื่องเกี่ยวกับมวลและปริมาตรของสารมาพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมกันเป็นต้น

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (principle and law) หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ซึ่งได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎ เป็นหลักการที่มุ่งเน้นเรื่องของ

ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล ตัวอย่างเช่น กฎของอาร์คิมิดีส ที่อธิบายเรื่องการหาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ กฎของเมนเดล ที่อธิบายเรื่องของพันธุกรรมของสิ่งที่มีชีวิต เป็นต้น

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (assumption) ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Cu เป็นอักษรย่อแทนธาตุโลหะทองแดง

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ สิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติหลาย ๆ อย่าง เป็นปรากฏการณ์ที่มีการเกิดขึ้นหมุนเวียนซ้ำ ๆ กัน จนกลายเป็น วัฏจักร ที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบาย บ่งชี้ถึงขั้นตอนของปรากฏการณ์เหล่านั้นได้ เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงจรชีวิตของแมลง เป็นต้น

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ จำเป็นต้องมีกฎเกณฑ์ที่มีมาตรฐานสำหรับการแบ่งประเภท ซึ่งผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรจะรู้ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เป็นต้น

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้น เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นมากมาย อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่าน หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์มีอยู่มากมาย

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีอะตอม และทฤษฎีวิวัฒนาการ

1.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ ความจำ เป็น ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือผู้เรียนเคยเรียนรู้โน้ตส่นของวัฏจักรใดวัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปของวัฏจักรก็สามารถใช้โน้ตส่นของวัฏจักรมาใช้อธิบายสิ่งนั้นได้ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำ เมื่อได้รับข้อมูลของการเจริญเติบโตของพืช นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้ เป็นต้น

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น การศึกษาเรื่อง แรง ถ้าผู้สอนกำหนดโจทย์ว่า “เรือกลไฟลำหนึ่งกำลังลากเรือบรรทุกทราย 2 ลำ เล่นอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา” ผู้เรียนสามารถแปลความหมายของโจทย์ให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์ของแรงได้ หรือผู้สอนกำหนดกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกราฟเป็นคำพูดได้ เป็นต้น

1.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

13.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ตนสนใจ มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1.1 ระบุปัญหา

1.3.1.2 ตั้งสมมติฐาน

1.3.1.3 ดำเนินการทดลอง

1.3.1.4 สังเกตขณะทดลอง

1.3.1.5 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1.6 สรุปผลการทดลอง

1.3.2 การดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งสามารถจัดได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.3.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1.3.2.1.1 การสังเกต

1.3.2.1.2 การลงความเห็นจากข้อมูล

1.3.2.1.3 การจำแนกประเภท

1.3.2.1.4 การวัด

1.3.2.1.5 การใช้ตัวเลข

1.3.2.1.6 การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสและสเปสกับเวลา

1.3.2.1.7 การสื่อความหมายข้อมูล

1.3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ

1.3.2.2.1 การชี้แจงและการควบคุมตัวแปร

1.3.2.2.2 การตั้งสมมติฐาน

1.3.2.2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

1.3.2.2.4 การทดลอง

1.3.2.2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงสรุปข้อมูล

1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง

พฤติกรรมที่ผู้เรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ปัญหาดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ปัญหาลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียน ที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่น ๆ ที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การหาคำตอบจากคำถามว่า “เพราะเหตุใดไฟฟ้าจึงดับ เมื่อเราปิดสวิตช์” ปัญหานี้อยู่ในเรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือการหาคำตอบจากคำถามว่า “เพราะเหตุใดปลาหางนกยูงจึงอาศัยอยู่ในน้ำได้ โดยไม่ตาย” ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีและชีววิทยา

1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ที่เป็นปัญหาเฉพาะแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า “การย่อยอาหารบริเวณกระเพาะอาหารจะได้สารอาหารอะไรบ้างที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้” ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีและชีววิทยา

1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของกระบวนการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น “สะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาควรปลูกสร้างในลักษณะใด” “เกษตรกรควรจะใช้วิธีการใดเพื่อเพิ่มผลผลิตลำไย” เป็นต้น

2. ด้านจิตพิสัย (affective domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัยตามแนวคิดของคลอฟเฟอร์ (Klopper) ที่กล่าวว่า การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึก อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกทั้งหมดที่ควรเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยจะกล่าวถึงเฉพาะเจตคติและความสนใจ รวมทั้งพฤติกรรมที่มีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เจตคติ พฤติกรรมเกี่ยวกับเจตคติ ในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึง

เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงสนับสนุนที่อาจจะอยู่ในรูปของ การพูด การเขียน หรือการแสดงท่าทีที่บ่งบอกถึงความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในด้านที่จะช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้นไป ตลอดจนยอมรับว่า นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายไม่ว่าจะในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

2.1.2 เจตคติต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงการยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของความคิดที่มีความเที่ยงตรง ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงยอมรับเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสวงหาความรู้

2.1.3 เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง มีการวิเคราะห์วิจารณ์ตัวเอง ไม่ด่วนผลิผลลงความเห็นความละเอียดรอบคอบ ฯลฯ

2.2 ความพึงพอใจ เป็นพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่อาจจะอยู่ในรูปของ การพูด การเขียน หรือการแสดงท่าที ที่บ่งบอกถึงความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ปราศจากความวิตกกังวลที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2.3 ความสนใจ เป็นพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกในลักษณะของการอาสาเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความสมัครใจ โดยไม่ใส่ใจว่าสิ่งเหล่านั้นจะเป็นงานในชั้นเรียนที่ต้องปฏิบัติหรือไม่ รวมทั้งการที่ผู้เรียนให้ความสนใจในเหตุการณ์ที่เป็นเรื่องราวของความก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง หรืออิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อสังคมก็ตาม ตลอดจนการ ให้ความสนใจที่จะเลือกประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.4 ความตระหนัก เป็นพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการเห็นคุณค่าประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และศีลธรรม ซึ่งจะส่งผลต่อตัวผู้เรียนเอง บุคคลอื่น ๆ ชุมชน ประเทศชาติ และโลก

3. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่ได้เสนอแนะไว้ 2 ประเด็น คือ

3.1 ทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป เครื่องใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้มบรรทัด และเครื่องมือแก้วต่าง ๆ ทักษะด้านนี้จะมุ่งเน้นเรื่องทักษะของการใช้เครื่องมือ จัดการกับเครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งเกิดจากการได้ฝึกปฏิบัติงานที่ต้องใช้เครื่องมือเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ

3.2 ทักษะการปฏิบัติงานการทดลองได้อย่างประณีตและปลอดภัย ทักษะนี้พิจารณาเรื่องของการดำเนินการที่มีลำดับขั้นตอนด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและระมัดระวัง มีความรอบคอบเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพ รวมทั้งการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องใช้ และอันตรายที่จะเกิดกับผู้ทำการทดลองด้วย

การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) การประเมินตามสภาพจริงมีแนวคิดและหลักการ ดังนี้

1. เป็นวิธีการที่หลากหลายที่จะตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายสภาพจริง
2. เป็นการสะท้อนให้เห็นการสังเกตสภาพงานในปัจจุบันของผู้เรียน และสิ่งที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง
3. เป็นการประเมินที่ไม่เน้นทักษะพื้นฐาน แต่จะเน้นการประเมินทักษะการคิดซับซ้อนของผู้เรียนในการปฏิบัติงาน
4. เป็นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาการได้อ่าน เขียน และการกระทำ เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การใช้คอมพิวเตอร์ การสร้างสถานการณ์ให้เหมือนกับการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง การรวบรวมงานของผู้เรียนจากแหล่งข้อมูลที่เรียกว่า แฟ้มสะสมงาน การสังเกต วัตถุต่าง ๆ หลาย ๆ ด้าน

หลักการวัดและประเมินผล ที่เอื้อต่อการประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

1. การประเมินผลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ จึงควรเป็นการประเมินกระบวนการพัฒนาผู้เรียนด้านต่าง ๆ และดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. การประเมินผลการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานคุณภาพของความเข้าใจและความคิดของผู้เรียน และการพัฒนาผลงานและโครงการ จึงจะเกี่ยวกับงานในโลกของความเป็นจริงของผู้เรียน และควรพิจารณาจากข้อมูลหลาย ๆ แหล่ง ด้วยวิธีการที่ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างหลากหลาย
3. สิ่งที่จะประเมินควรเป็นทักษะขั้นสูง ซับซ้อนจากทักษะพื้นฐาน รวมทั้งกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง หรือคล้ายสภาพจริง และยังมุ่งวัดแนวคิดมากกว่าแนวกว้าง
4. งานที่จะนำมาประเมินประกอบด้วยงานที่มีความหมาย มีประโยชน์จริง ๆ ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ในวิทยาศาสตร์ผู้เรียนสามารถเขียนบทความแล้วนำไปลงในหนังสือพิมพ์ การฝึกงานจริง ๆ ทั้งในและนอกโรงเรียน

5. การประเมินจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ผู้เรียนประเมินผลการเรียนของตนเองจึงมีความจำเป็น เพื่อผู้สอนนำไปใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และเน้นการวัดและประเมินร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้เรียนได้ข้อมูลย้อนกลับ
6. ผลการประเมินจะให้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวกับการคิด การปฏิบัติ วิธีการ ความรู้สึก รวมทั้งบุคลิกลักษณะต่าง ๆ
7. การพิจารณาผลการประเมินควรคำนึงถึงเกณฑ์ด้านความสามารถ ความเจริญเติบโต หรือความก้าวหน้าของผู้เรียนมากกว่าที่กำหนดเกณฑ์จากผู้สอน หรือเกณฑ์จากผู้เรียนที่เรียนเก่งอย่างเดียว

โครงการวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้
 ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปหมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ และอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529, หน้า 2) ให้ความหมายไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์ในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งที่นักเรียนสนใจ โดยมีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับ ความรู้ ระยะเวลา และอุปกรณ์ที่มีอยู่ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตนเอง

กิ่งทอง ใบหยก (2537, หน้า 14) ได้กล่าวถึงการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการที่เด็ก ๆ ได้ตอบข้อสงสัยให้เห็นจริงด้วยวิธีของตนเองภายใต้เงื่อนไขวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความยากง่ายของโครงการขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปัญหาที่เลือกขึ้นโดยพิจารณาระดับความสามารถของตัวเด็ก ๆ ภายใต้การแนะนำของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

นอกจากนั้น นันทิยา บุญเคลือบ (2528, หน้า 46) ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งปัญหาที่จะศึกษานั้นต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ มีกระบวนการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตลอดไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ทั้งนี้โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่อง ๆ

เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

โฟว์เลอร์ (Fowler, 1964, pp. 91-93) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการศึกษาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ หรือให้โครงการนั้นสัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย

กุปตา (Gupta, 1981, p. 28) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าหมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความจริง หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนที่มีโอกาสได้แสดงออกขณะทำงานกลุ่มร่วมกัน เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการวิทยาศาสตร์วิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี โดยเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้สนใจคิดหัวข้อหรือปัญหา ทำการวางแผน ดำเนินการ สรุปผล และเสนอผลงานด้วยตัวนักเรียนเองภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาจากครู หรืออาจารย์ที่ปรึกษา อาจทำเพียงคนเดียวหรือทำเป็นกลุ่มก็ได้ ปัญหาที่ปรึกษาอาจเป็นปัญหาง่าย ๆ หรืออาจเป็นปัญหายาก ๆ ที่มีกระบวนการซับซ้อน

หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ชีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 1) ได้กล่าวถึงหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผนและดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตั้งแต่การกำหนดปัญหา หรือเลือกหัวข้อที่น่าสนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล หรือการทดลอง และการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมาย สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ โดยเหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์ตามความสนใจของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก ความสนใจที่จะค้นคว้า และประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะประโยชน์ทางวิชาการ

3. เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการแสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์รวมทั้งมีโอกาสดำเนินการผลงานของตนเอง

4. เพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และเหมาะสมในแต่ละท้องถิ่น

คุณค่าของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มาณะ ทิพย์ศิริ (2543, หน้า 8)

ได้กล่าวไว้ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากจะมีคุณค่าด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญและมีความมั่นใจในการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้นหรือค้นหาคำตอบต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้วยังให้คุณค่าในด้านอื่น ๆ อีก คือ

1. สร้างความสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งมากกว่าหลักสูตรปกติ

4. ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความสามารถพิเศษของตนเองออกมา

5. สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

6. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่าง ครู นักเรียน และชุมชน

ประเภทของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ชีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 5)

ได้ให้ความเห็นว่า เนื่องจากโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำปรึกษาของครูอาจารย์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนยิ่งขึ้นด้วย ฉะนั้นกิจกรรมรูปแบบต่าง ๆ เกี่ยวกับวิธีการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ก็นับเป็นรูปแบบของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งแบ่งตามลักษณะของกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าได้ ดังนี้

1. โครงงานประเภทสำรวจ

2. โครงงานประเภทการทดลอง

3. โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

1. **โครงการประเภทสำรวจ** โครงการประเภทนี้เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำมาจัดกระทำจำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1.1 การสำรวจชนิดและปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ในท้องถิ่น เช่น พืช สัตว์ หิน และแร่ ก๊าซบางชนิด ระดับเสียง ฯลฯ โดยในการสำรวจ พืช สัตว์ หิน และแร่ นั้น มักจะนำตัวอย่างมาสะสมไว้ในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การตากแห้ง การสตัฟ การดอง เป็นต้น

1.2 การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสิ่งเจือปนในอาหาร เช่น สารกันบูด สีข้อมผ้า

1.3 การศึกษามลพิษของอากาศ น้ำ และดินในบริเวณต่าง ๆ

1.4 การศึกษาการเจริญเติบโตของเห็ด รา แบคทีเรีย

1.5 การศึกษาวงชีวิต หรือพฤติกรรมของสัตว์

2. **โครงการประเภทการทดลอง** โครงการประเภทนี้ เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลอง เพื่อต้องการคำตอบของปัญหานั้น หรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีขั้นตอนของการดำเนินงานประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง ซึ่งต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษา มีการจัดกระทำกับตัวแปรอิสระ ดำเนินการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลผลและสรุปผลการทดลอง ซึ่งโครงการประเภทนี้อาจเป็นการทดลองซ้ำการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น

2.1 การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด

2.2 การเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อพัฒนาการของสัตว์บางชนิด

2.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ

2.4 การสกัดสารเคมีจากพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารสีม่วงในพืชบางชนิด

3. **โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์** โครงการประเภทนี้เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน หรือปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม นอกจากนี้ อาจเป็นการเสนอ หรือสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็ได้ ได้แก่

3.1 กลจักรพลังงานแสง

3.2 รถพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3 ยานขนส่งไร้แรงเสียดทาน

3.4 หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน การอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปของคำอธิบายสูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่น ๆ สนับสนุนอ้างอิง การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และต้องค้นคว้าศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาจึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้ ตัวอย่างโครงการประเภทนี้เช่น

4.1 กำเนิดของทวีปและมหาสมุทร

4.2 อวกาศแนวใหม่

4.3 ทฤษฎีจำนวนเฉพาะ

วิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2530, หน้า 43) ได้เสนอว่าการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานในการทำโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายหลายขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการ

ขั้นที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

ขั้นที่ 4 การลงมือทำโครงการ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน

ขั้นที่ 6 การแสดงผลงาน

การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิด และเลือกปัญหาค้นคว้าด้วยตนเองซึ่งสามารถหาได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และแนวคิดในการเลือกหัวเรื่อง ดังต่อไปนี้

1. จากการอ่านหนังสือต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร ซึ่งไม่เฉพาะเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

2. จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ เช่น สวนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์ หน่วยงานวิจัยห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

3. จากการฟังบรรยายทางวิชาการ การฟัง และชมรายการวิทยุและโทรทัศน์

4. จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน

5. จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง
6. จากการเข้าชมนิทรรศการ หรืองานประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. จากการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
8. จากการสนทนากับครูอาจารย์ เพื่อน ๆ หรือบุคคลอื่น ๆ
9. จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว

ฉะนั้น ครูผู้สอนอาจจะดุนให้นักเรียนเกิดความสนใจ หรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดในการเลือกปัญหาการทำโครงงาน ได้ดังนี้

1. หาโอกาสคุยกับนักเรียนบ่อย ๆ เกี่ยวกับเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและมีคุณค่ามาเล่าให้ฟัง
3. จัดให้นักเรียนที่เคยมีประสบการณ์สำเร็จในการทำโครงงานมาเล่าประสบการณ์ให้ฟัง
4. ตั้งคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ ๆ
5. จัดหาเอกสารต่าง ๆ สำหรับให้นักเรียนอ่าน
6. พานักเรียนไปชมงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อเลือกปัญหาของการทำโครงงานได้แล้ว ควรจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ อีก เพื่อให้โครงงานนั้นสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี และมีคุณค่าเหมาะสม สิ่งที่จะต้องพิจารณามีดังนี้

1. ผู้ที่มีความรู้ และทักษะพื้นฐานเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา และมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน
2. มีแหล่งความรู้ที่จะสามารถศึกษา หรือขอคำปรึกษาได้
3. วัสดุที่จำเป็นสามารถจัดหาหรือจัดทำขึ้นได้
4. มีเวลาเพียงพอที่จะทำโครงงานในเรื่องนั้น ไม่ควรใช้เวลานานเกินไป
5. มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิ มีความรู้ และความถนัดในเรื่องนั้น เป็นที่ปรึกษาได้
6. มีความปลอดภัย
7. ใช้งบประมาณพอควร
8. มีคุณค่าและมีประโยชน์ คำนึงเวลา และการลงทุน

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการเขียนเค้าโครงของโครงงาน ในขั้นตอนทั้ง

2 ขั้นนี้ อาจรวมกันเรียกว่า การวางแผนในการทำโครงงาน โดยเมื่อศึกษาเอกสารเพียงพอแล้ว ก็เริ่มวางแผนการทำโครงงาน โดยเขียนเค้าโครงของโครงงานให้รัดกุม และเป็นขั้นตอน

โดยกำหนดแผนดังนี้

1. กำหนดปัญหา และความสำคัญของโครงการ
2. กำหนดวัตถุประสงค์ และสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
3. กำหนดขอบเขตของการศึกษา
4. การค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารอ้างอิง
5. การวางแผนการดำเนินงาน

ซึ่งในการเขียนและจัดลำดับหัวข้อ แก่โครงของโครงการวิทยาศาสตร์ นิยมเขียนต่างกันไปบ้าง แต่โดยทั่วไปจะประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า อาจเขียนเป็นข้อ ๆ ระบุถึงวัตถุประสงค์เฉพาะของการศึกษา

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า ในโครงการบางประเภทอาจไม่มี เช่น การสำรวจ แต่ถ้าเป็นการทดลองมักจะมี ซึ่งเป็นการอธิบาย หรือคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า และนิยมเขียนเหตุผลประกอบด้วย

7. วิธีการดำเนินการ เป็นการอธิบายแนวทางในการศึกษาค้นคว้า การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า วิธีการสำรวจ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งระยะเวลาและงบประมาณ

8. ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ
9. เอกสารอ้างอิง

การลงมือทำโครงการ เป็นการปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้าแล้ว ซึ่งเป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว อาจมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าทำให้ผลงานดีขึ้น หรือเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่คาดคิดมาก่อน ดังนั้นในขั้นตอนนี้ควรกระทำดังนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ให้พร้อมก่อนลงมือทดลอง
2. มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าได้อะไรไปบ้าง ได้ผลหรือเกิดปัญหา และข้อคิดเห็นอย่างไร
3. ปฏิบัติการด้วยความละเอียดรอบคอบ บันทึกข้อมูลไว้อย่างละเอียดและครบถ้วน

4. ขณะทำงานควรคำนึงถึงความปลอดภัยและประหยัด
5. พยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ในเค้าโครง แต่อาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมหลังจากที่ได้เริ่มต้นทำงานไปแล้ว ถ้าคาดว่าจะทำให้ผลงานดีขึ้น
6. ถ้าเป็นโครงการประเภททดลอง ควรจะทำซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น
7. ควรแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆ และทำแต่ละส่วนให้สำเร็จก่อนทำส่วนอื่น ๆ ต่อไป
8. ควรทำงานส่วนที่เป็นส่วนสำคัญ หรือเป็นหลักของงาน ก่อนที่จะประกอบหรือเสริมเพื่อตกแต่งโครงการ

9. ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรง และขนาด รวมทั้งความเหมาะสมในรูปทรงของสิ่งประดิษฐ์นั้น

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการเสนอผลการศึกษาค้นคว้า เป็นเอกสารเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบแนวความคิด หรือปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีลักษณะหรือแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงาน ผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งควรจะครอบคลุมสิ่งต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. บทคัดย่อ เป็นการเขียนเกี่ยวกับโครงการโดยย่อ เช่น วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้าอย่างย่อ ๆ โดยทั่วไปมีความยาวประมาณ 300 คำ
5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ บอกถึงความเป็นมาของปัญหาที่ศึกษา ความสำคัญ ตลอดจนเหตุผลที่เลือกทำโครงการนี้ เช่นเดียวกับในเค้าโครงของโครงการแต่อาจละเอียดกว่า เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการค้นคว้าเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมที่เคยอ่านไว้แล้ว เมื่อตอนที่เสนอเค้าโครงของโครงการ
6. วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า เช่นเดียวกับที่เขียนไว้ในเค้าโครงของโครงการ
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) เช่นเดียวกับในเค้าโครงของโครงการ
8. วิธีดำเนินการ อธิบายถึงวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ที่ได้ดำเนินการทุกขั้นตอนโดยละเอียด
9. ผลของการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า อาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ กราฟ หรือวิธีการอย่างอื่น และแสดงผลของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

10. สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า ระบุสรุปผลของการศึกษาว่าได้ผลอย่างไรบ้าง สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ถ้ามี) อภิปรายผลที่ได้ว่าสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานอย่างไร สอดคล้องหรือแตกต่างกับผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยของใครบ้าง มีข้อจำกัดที่ทำให้ผลการศึกษาบกพร่องอย่างไร มีข้อสังเกตอะไรบ้าง

11. ข้อเสนอแนะ กล่าวถึงข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำโครงการงาน เช่น ผลของการศึกษาจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง อย่างไร และมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยเรื่องทำนองเดียวกันนี้ต่อไปในอนาคต

12. เอกสารอ้างอิง ระบุชื่อหนังสือหรือเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิงหรือค้นคว้าในการทำโครงการงาน และควรเขียนให้ถูกต้องตามหลักการเขียนเอกสารอ้างอิงด้วย

นอกจากนี้ในการเขียนรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ นิยมเขียนคำขอบคุณ หรือประกาศขอบคุณการไว้ในรายงานด้วย เพื่อเป็นการให้เกียรติ และขอบคุณ ในความช่วยเหลือหรือร่วมมือของบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนให้โครงการงานนี้ ดำเนินไปได้ด้วยดี นิยมเขียนหลังบทคัดย่อ หรือหัวข้อสุดท้าย หลังจากสรุปผลการศึกษาค้นคว้า และข้อเสนอแนะ แต่อย่างไรก็ตามการเรียงลำดับก่อนหลัง และหัวข้อต่าง ๆ ที่เสนอไว้นี้มิใช่เป็นเรื่องตายตัวบางคนนิยมสลับบางหัวข้อ อาจยุบหรือแจกแจงหัวข้อละเอียดขึ้นก็ย่อมได้

13. การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าใจ อาจกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ การแสดงผลงานตามบอร์ดต่าง ๆ หรือตู้โชว์ของโรงเรียน จัดเป็นมุมวิทยาศาสตร์ ฯลฯ ซึ่งเป็นการจัดแสดงให้ผู้อื่นทราบถึง กระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้า อาจมีหรือไม่มีการสาธิตประกอบก็ได้ โดยออกมาในลักษณะดังนี้

13.1 การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน

13.2 การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน

13.3 การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน

13.4 การส่งผลงานเข้าร่วมในงานแสดง หรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับ

ต่าง ๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา และระดับชาติ เป็นต้น

นอกจากนี้ อาจเป็นการเผยแพร่ผลงานที่น่าสนใจลงในหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น หรือแสดงผลงานทางวิทยุ และโทรทัศน์ เป็นต้น

การประเมินผลการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้ประเมินผลการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

1. เกณฑ์ต้องเป็นตามวัตถุประสงค์ในการให้นักเรียนทำโครงการงาน

2. โครงการเฉพาะนักเรียนแต่ละคนไม่ควรเอามาประกวด หรือเปรียบเทียบกัน
 3. ควรพิจารณาด้วยความยุติธรรม ตามความสามารถ ความสนใจ และพื้นฐานของนักเรียนที่ทำโครงการด้วย
 4. ควรพิจารณาว่า นักเรียนสามารถทำโครงการได้สำเร็จตามที่วางแผนไว้เป็นสำคัญ
- นอกจากนี้การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนการสอน ในกรณีที่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน อาจมีเกณฑ์ที่ควรพิจารณาให้คะแนนหรือประเมินคุณค่าของโครงการดังนี้

1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการค้นคว้าเครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการทำ และความแปลกใหม่นี้ หมายถึง ระดับของนักเรียนผู้ทำโครงการเอง
 2. ความถูกต้องและความเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า โดยให้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด
 3. การเขียนรายงานของโครงการ หรือการจัดแสดงโครงการความถูกต้องชัดเจน ในด้านการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ มีความสนใจ และชัดเจน
 4. การอธิบายโครงการด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูด อธิบายการตอบข้อซักถามได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว เหมาะสม
- เกณฑ์การประเมินคุณค่าของโครงการนี้ อาจแตกต่างกันในรายละเอียดบ้าง แต่ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะน้ำหนักในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเหมาะสมถูกต้องของวิธีการศึกษาค้นคว้า

แบบการประเมินผลโครงการงานวิทยาศาสตร์ รายการประเมินที่สำคัญ มีดังนี้

ตารางที่ 2 แบบประเมินผลโครงการงานวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	10-9	8-7	6-5	4-3	2-0
1. ความคิดสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่					
2. ความเหมาะสมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
3. การเขียนรายงาน					
4. การนำเสนอโครงการและตอบข้อซักถาม					
5. ประโยชน์ของโครงการและการนำไปใช้					

บทบาทของนักเรียนและครู ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3 บทบาทของนักเรียนและครูในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำโครงการงาน

กิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครู
1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหา	- สัมผัสกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา - ตระหนักถึงปัญหา - สนใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ - อภิปรายและสนทนากับอาจารย์/เพื่อน	- กระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงการงานโดย * จัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ - ให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหา - เพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา * แนะนำแนวทางให้นักเรียนรู้วิธีทำโครงการงาน * แนะนำแนวทางนักเรียนในการเลือกหัวข้อ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครู
2. การวางแผนในการทำ โครงการ	- กำหนดขอบเขตของปัญหา - ตั้งวัตถุประสงค์ - ศึกษาเอกสาร - ตั้งสมมติฐาน - ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปร - วางแผนการทำโครงการ	- ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงการ เช่น * ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ * ชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ * ดิชมแผนงานในการทำโครงการทั้งหมดของนักเรียน
3. การลงมือทำโครงการ	- สร้าง / จัดหาเครื่องมือ - ทดลอง / รวบรวมข้อมูล - วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล	- อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน - ติดตามการทำงานของนักเรียนทุกระยะ - ให้กำลังใจ - ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อจำเป็น - ให้ข้อติชม วิเคราะห์ และแปลผลของการวิเคราะห์
4. การสรุปผลของการศึกษา และเขียนรายงาน	- สรุปข้อค้นพบ - เขียนรายงานโครงการ	- แนะนำและให้ข้อติชมการเขียนรายงานโครงการของนักเรียน
5. การแสดงผลงาน	- เสนอผลของการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา - สาธารณสุข	- จัดกิจกรรมเพื่อให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงาน - ส่งผลงานของนักเรียนเข้าร่วมแสดงหรือประกวด - ประเมินผลการทำโครงการของนักเรียน

ประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์
ต่อบุคคลต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียน นักเรียนได้รับประโยชน์จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 ความรู้ในเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้รับความรู้ ซึ่งเป็นผลจากการค้นคว้าเอกสาร
ต่าง ๆ ของผู้รู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นความรู้ที่ได้จากข้อค้นพบของการทำโครงการ

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแสวงหาความรู้ ในการทำ
โครงการ นักเรียนจะต้องใช้ทักษะ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง
และควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมาย
ข้อมูล การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายโดยการเขียนรายงานการทำ
โครงการ ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะเหล่านี้

1.3 ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาจากการที่ได้ลงมือ
ด้วยตนเองโดยตลอด ครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา
และความสามารถปรับใช้กระบวนการ ดังกล่าวนั้นไปแก้ปัญหาอื่น ๆ ด้วย

1.4 เจตคติ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนเองสนใจจะศึกษาและค้นคว้า
ด้วยตนเองเพื่อพบคำตอบนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบ และสนใจในวิชานั้น ๆ ทำให้เกิดเจต
คติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นเมื่อได้แก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะเป็นการพัฒนาเจตคติและ
ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้วย

1.5 คุณสมบัติอื่น ๆ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่น ๆ
ให้แก่เด็กนักเรียนอีก เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัยในการทำงาน
ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เป็นต้น

2. ครู

2.1 ครูมีโอกาสใกล้ชิด มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้และคุณธรรมกับ
นักเรียน

2.2 ครูจะได้ผู้ช่วยสอนที่เป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดี

2.3 ครูจะมีความสุข เมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน

2.4 ครูจะรู้จักนักเรียนอย่างแท้จริง เพราะขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พฤติกรรม
ของนักเรียนจะถูกเปิดเผยอย่างชัดเจน

3. ผู้ปกครอง

3.1 ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับเด็กในทางที่ดี

3.2 ผู้ปกครองเห็นความสามารถที่แท้จริงของเด็ก

3.3 ผู้ปกครองจะมีความสุข เมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำไปใช้แก้ปัญหา เป็นต้น ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดการสอน

ในการสร้างชุดการสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาขอบข่ายความหมายของชุดการสอน แนวความคิดที่สำคัญที่จะนำมาสู่การผลิตชุดการสอน ประเภทของชุดการสอน องค์ประกอบ ขั้นตอนในการผลิตชุดการสอน และคุณค่าของชุดการสอน ตลอดจนแนวคิดการทดสอบ ประสิทธิภาพของชุดการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

ความหมายของชุดการสอน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ดังต่อไปนี้

บุญเกื้อ คอระหาเวช (2534, หน้า 66) ได้กล่าวถึง ชุดการสอนว่า เป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน จัดว่าเป็นสื่อประสม (multi media) จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ ซึ่งชุดการสอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการสอนมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 95) กล่าวว่า ชุดการสอน คือ สื่อการเรียนหลายอย่าง ประกอบกันจัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด (package) เรียกว่าสื่อประสม (multi media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ฉลอง ทับศรี (2535, หน้า 1) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง ผลผลิตของกระบวนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิผลและประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ผลผลิตดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นชุด (package) ซึ่งรวบรวมเอาเนื้อหา กิจกรรม อุปกรณ์ และเอกสารต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเรียนการสอนนั้น ๆ ไว้ให้พร้อมที่จะนำไปใช้อยู่ตลอดเวลา

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 224) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า เป็นการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดรวมกัน หรือใช้สื่อระบบสื่อประสม เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน

กู๊ด (Good, 1993, p. 306) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า คือ โปรแกรมการสอน

ทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการสอนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน กลุ่มมือครู เนื้อหาแบบทดสอบ ข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่างครบถ้วน การสอนนี้ครูเป็นผู้จัดให้นักเรียนแต่ละคนได้ศึกษาและฝึกฝนด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเท่านั้น

จากความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปได้ว่า ชุดการสอนหมายถึง โปรแกรมการสอนที่จัดว่าเป็นสื่อประสม ซึ่งมีลักษณะเป็นชุด โดยการรวบรวมเอาเนื้อหา กิจกรรม อุปกรณ์ และเอกสารต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการสอนมากยิ่งขึ้น โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาเท่านั้น

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน แนวคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่การสร้างชุดการสอนนั้นประกอบด้วยแนวคิด 5 ประการ ดังนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, หน้า 113-117)

แนวคิดที่ 1 เป็นแนวคิดตามหลักจิตวิทยา เกี่ยวข้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำแนวคิดนี้มาจัดการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน จัดการศึกษาที่ให้อิสระ ในการเรียนรู้ด้วยตนเองตามกำลังความสามารถของแต่ละบุคคล

แนวคิดที่ 2 เป็นแนวคิดที่จะพยายามเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากแบบเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง มีครูเป็นแหล่งความรู้ มาเป็นการจัดประสบการณ์และสื่อประสมที่ตรงกับเนื้อหาวิชา ในรูปของชุดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตนเองจากชุดการเรียนการสอน

แนวคิดที่ 3 เป็นแนวคิดที่จะพยายามจัดระบบการผลิตและการใช้อุปกรณ์การสอนให้เป็นไปในรูปสื่อประสม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อ “ช่วยครูสอน” มาเป็นการ “มาช่วยผู้เรียนเรียน”

แนวคิดที่ 4 เป็นแนวคิดที่จะพยายามสร้างปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างครูและผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม โดยการนำสื่อการสอนและทฤษฎีกลุ่มมาใช้ในการประกอบกิจกรรมร่วมกันของผู้เรียน และครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ

แนวคิดที่ 5 เป็นแนวคิดที่ยึดหลักการจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. มีทางทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดได้ทันที
3. มีการเสริมแรงทางบวก ที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำการพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

4. ได้ค่อยเรียนรู้ทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเองโดยไม่มีใครบังคับ

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นจะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จัดสื่อการสอนในรูปของสื่อประสม นำทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ และยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ จึงจะได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

ประเภทของชุดการสอน (กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2536, 194; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2534 , หน้า 69-70) ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายหรือชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครู ใช้ประกอบการบรรยาย ซึ่งจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้นตอน เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พุดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ โดยจัดไว้ในรูปสื่อประสมซึ่งอาจใช้สื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มที่นักเรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกัน ผู้ที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วนักเรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เอง

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ในห้องเรียนรายบุคคล โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและประสานงานเมื่อผู้เรียนมีปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนอาจนำชุดการสอนประเภทนี้ไปเรียนที่บ้านได้ด้วย การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลนี้ จะช่วยฝึกฝนและส่งเสริมนิสัยของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเอง

องค์ประกอบของชุดการสอน วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 186-189) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยแต่ละหน่วย แบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้น เพื่อบ่มเพาะให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอน จะต้องทำการศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือครูเป็นครั้งแรก จะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือครูประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน เพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้

2.2 สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน ส่วนมากจะบอกถึงสิ่งที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะบรรจุไว้ในชุดการสอน หรือสิ่งที่มีการเน่าเสีย สิ่งที่เปราะแตกง่าย หรือสิ่งที่ใช้ร่วมกับคนอื่น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงที่โรงเรียนจัดขึ้นไว้ที่ศูนย์วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

2.3 บทบาทของนักเรียน จะเสนอแนะว่า นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอะไรบ้าง

2.4 การจัดชั้นเรียน ควรจัดในรูปแบบใดที่จะเหมาะสมต่อการเรียนรู้ และการร่วมกิจกรรมของชุดการสอนนั้น ๆ

2.5 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน จำนวนผู้เรียน

2.5.2 เนื้อหาสาระควรเขียนสั้น ๆ รัดกุม

2.5.3 ความคิดรวบยอดหรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระ

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรม

2.5.5 สื่อการเรียนการสอน

2.5.6 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.5.7 การประเมินผล

3. วัสดุประกอบการสอน ได้แก่ พวกสิ่งของ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม หรือกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ อาจเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่งสำหรับผู้เรียนว่าต้องปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน

5. กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม กิจกรรมสำรองนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนหรือกลุ่มที่ทำเสร็จก่อน ให้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายหรืออาจเกิดปัญหาทางวินัยในชั้น

6. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไป ควรจัดให้ขนาดพอเหมาะ เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้ หน้าซองหรือกล่อง ควรระบุดังนี้

6.1 ชุดการสอนที่เท่าไร

6.2 วิชาอะไร

6.3 เรื่องอะไร

6.4 ชั้นไหน

ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอน บุญเกื้อ ควรหาเวช (2534, อ้างถึงใน ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542, หน้า 97-99) ได้เสนอแนะขั้นตอนการสร้างชุดการสอน แบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง
4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมนแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้ว เปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ เล่นเกมส์ ฯลฯ
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบการประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่อง

ที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า ชุดการสอน

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ชี้นำสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539 ข, หน้า 494-495) และกรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2539, หน้า 53) ได้อธิบายว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไป (try out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปใช้จริง (trial run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก เหตุผล และ ความจำเป็นในการหาประสิทธิภาพคือ

1. เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีประสิทธิภาพเสียก่อน เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีก็จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลาแรงงานและเงินทอง

2. ชุดการสอนทำหน้าที่ช่วยครูสอน เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่คาดหวังตั้งนั้นก่อนนำไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง

3. การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุในชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจว่า อันจะทำให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น และเป็นการประหยัดแรงสมองแรงงาน เวลา และ เงินทองในการเตรียมต้นฉบับ

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน จะต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้เพื่อให้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพหมายถึง หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุณค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) โดยประเมินพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม หรือกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนได้กำหนดไว้

ประเภทที่ 2 พฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) ซึ่งประเมินจากการสอบหลังการเรียน โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E (ประสิทธิภาพ กระบวนการ) E (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมพึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลสอบของนักเรียนทั้งหมดนั้นคือ E/E ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การที่จะกำหนดเกณฑ์ E/E ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ ซึ่งปรกติมักตั้งไว้ 80/80 ในเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือ 90/90 ในเนื้อหาที่เป็นความจำ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุด ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539 ข, หน้า 496-497) และกรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 362) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

ขั้นที่ 2 แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง อ่อน ปานกลาง) คำนวณประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ ประมาณร้อยละ 10

ขั้นที่ 3 ขั้นภาคสนาม เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้ว ทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอน มี 3 ระดับ คือ สูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ของชุดการสอน

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ

ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา
4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตามความมุ่งหมาย
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

สมุนไพรและการแปรรูป

สมัยโบราณมนุษย์รู้จักใช้สมุนไพรในการบำบัดในการรักษาโรคไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ แร่ธาตุและมีการทดลองใช้สมุนไพรชนิดต่าง ๆ เพื่อเยียวยาและบรรเทาความเจ็บไข้ อาจมีผลทั้งในแง่การทำให้หายขาดจากโรค หรืออาจให้เกิดอันตรายได้ วิธีการเหล่านั้นเป็นแบบจดจำและบอกต่อกันมาหลายชั่วอายุคน นอกจากนี้ตำราบางชนิดก็ถูกปกปิดเป็นความลับ และในที่สุดก็เกิดการสูญหายไป เพราะขาดการถ่ายทอด และเผยแพร่ไปสู่อนุชนรุ่นหลัง

ความหมายของสมุนไพร ราชบัณฑิตยสถาน (2526, หน้า 775) ให้ความหมายของคำว่าสมุนไพรว่าสมุนไพรหมายถึง พืชที่ใช้เครื่องยา (ซึ่งหาได้ตามพื้นเมือง ไม่ใช่เครื่องเทศ)

พะเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ (2524, หน้า 16-20) ได้ให้ความหมายว่า ยาที่ได้จากพืชและสัตว์ แร่ธาตุ จากธรรมชาติที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ โครงสร้างภายในสามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคและบำรุงรักษาร่างกายได้

ประเภทของสมุนไพร สมุนไพรจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้ (พัฒน์ สุจันงค์, 2524, หน้า 45)

1. ประเภทพืชวัตถุ ได้แก่ พันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่นำมาทำยา โดยจะต้องรู้ว่าใช้ส่วนไหนของพืชทำเป็นยา เช่น ราก ใบ ต้น แก่น กระพี้ เปลือก ดอก ผล เมล็ด เป็นต้น

2. ประเภทสัตว์วัตถุ ได้แก่ พวกสัตว์ หรืออวัยวะของสัตว์ทั้งหลาย ที่นำมาใช้เป็นยา เช่น ขน หนัง เขา เขี้ยว นอ งา เป็นต้น หรือส่วนประกอบอื่นๆ อันเนื่องมาจากสัตว์ เช่น ขี้ผึ้ง รังนก น้ำมันตับปลา

3. ธาตุวัตถุ ได้แก่ แร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือสิ่งที่ประกอบขึ้นจากแร่ธาตุต่างๆ ตามกรรมวิธีนำมาใช้เป็นยา เช่น เกลือ กำมะถัน น้ำปรัสสาททอง ดีเกลือ สารส้ม

ลักษณะของพืชสมุนไพร ส่วนประกอบของต้นไม้โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล ส่วนต้นไม้เหล่านี้มีรูปร่าง ลักษณะ โครงสร้าง และบทบาทต่อต้านพืชที่ต่างกันไป ราก ลำต้น และใบ เป็นส่วนที่ปรุงอาหารมีบทบาทรวมกันในการดูดซึมอาหาร ผลิต ลำเลียงอาหารและสะสมอาหารให้ต้นพืช ทำให้ต้นพืชได้รับอาหารเพื่อเจริญเติบโตต่อไป ส่วนของดอก ผล รวมทั้งเมล็ดเป็นส่วนที่มีบทบาทสืบพันธุ์ ทำให้ต้นพืชชนิดนั้นแพร่พันธุ์กระจายจำนวนต่อไป

วิธีสังเกตลักษณะพืชสมุนไพร ทำได้ดังนี้

1. ราก รากคือส่วนที่งอกต่อจากต้นยื่นลงไปใต้ดิน ไม่แบ่งข้อและไม่แบ่งปล้อง ไม่มีใบตาและดอกหน้าที่ของรากคือสะสมและดูดซึมอาหารบำรุงเลี้ยงต้นพืช นอกจากนี้ยังยึดและค้ำจุนต้นพืชอีกด้วย รากของต้นพืชหลายชนิดก็ใช้เป็นยาสมุนไพรได้ เช่น กระชาย เป็นต้น

รูปร่างและลักษณะของราก แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

ระบบที่ 1 ระบบรากแก้ว ต้นพืชหลายชนิดเป็นแบบรากแก้ว คือ มีรากสำคัญงอกออกจากลำต้น ส่วนปลายรูปร่างยาว ใหญ่ จะมองเห็นเป็นรูปกรวย ส่วนทางด้านข้างของรากแก้วจะแตกแขนงออกได้ 2-3 ครั้ง ไปเรื่อย ๆ รากเล็กส่วนปลายจะมีฝอยเล็ก ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อเพิ่มเนื้อที่รากแก้วแบบนี้ คือ ขี้เหล็ก กล้วย มะกา มะหาด

ระบบที่ 2 ระบบรากฝอย เป็นรากที่งอกออกจากลำต้นส่วนปลาย พร้อม ๆ กันหลายราก ลักษณะเป็นรากกลมยาวขนาดเท่า ๆ กัน พบว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีรากแบบรากฝอย ตัวอย่างพืชที่มีรากแบบนี้ คือ ตะไคร้ หญ้าคา เป็นต้น

บางทีรากจะเปลี่ยนไป เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอก รากที่เปลี่ยนลักษณะไปนี้มีหลายชนิด เช่น รากสะสมอาหาร รากค้ำจุน รากเกี่ยวกัน รากอากาศ เป็นต้น รากชนิดนี้บางครั้งก็อยู่บนดิน จะต้องใช้การสังเกต แต่อย่างไรก็ตามมันยังคงลักษณะทั่วไปของรากให้เราสังเกตเห็นได้

การสังเกตรากของพืชสมุนไพรนั้น เราควรสังเกตทั้งรากสดและรากแห้งว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร ก่อนอื่นต้องแยกดูว่าสมุนไพรนั้นเป็นรากแก้ว เป็นแบบรากฝอยหรือเป็นรากที่เปลี่ยนลักษณะไปจากนั้น จึงสังเกตลักษณะภายนอก ขนาดของราก ความเปราะของเนื้อราก

สี กลิ่น รส ของราก (ในกรณีที่ต้องชิมดูต้องถามผู้มีประสบการณ์ก่อนว่ารากของพืชนั้นไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย) นอกจากนี้ยังควรสังเกตดูสีและลักษณะภายในเมื่อหั่นราก การที่จะจำแนกราก พืชสมุนไพรจะต้องใช้ความชำนาญในการสังเกตมาเป็นเวลานาน พืชสมุนไพรทั่วไปเราอาจสังเกตลักษณะอย่างคร่าว ๆ และจดจำไว้ แต่ถ้าเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้รากมาทำยา จำเป็นต้องสังเกตอย่างละเอียดเพื่อที่จะไม่เก็บสมุนไพรผิดต้นไปรักษาโรค

2. ลำต้น เป็นโครงสร้างที่สำคัญของพืชปกติดึงบนดิน หรืออาจมีบางส่วนอยู่ใต้ดิน มีข้อ ปล้อง ใบ โหนด ดอก หน้าที่ของลำต้นมีไว้เพื่อลำเลียงอาหาร คำจุนและสะสมอาหารให้ต้น พืช ลำต้นของพืชหลายชนิดเป็นสมุนไพร เช่น จั๊กเหล็ก แคลบ้าน บอระเพ็ด ตะไคร้ มะขาม เป็นต้นรูปร่างและลักษณะของลำต้นแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ตา ข้อ และปล้อง บริเวณเหล่านี้ กิ่ง ก้าน ใบ และดอก เกิดขึ้นซึ่งจำทำให้ต้นพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกันออกไป หากต้องการสังเกตสิ่งที่อยู่เหนือดินของพืชสมุนไพร สิ่งแรกที่ต้องสังเกตคือ ลำต้น ว่าลำต้นของพืช นั้นมีลักษณะอย่างไร ลักษณะตา ข้อ และปล้องเป็นอย่างไร แตกต่างจากลำต้นของพืชอื่นอย่างไร

ชนิดของลำต้น แบ่งตามลักษณะของลำต้นได้ดังนี้

2.1 ประเภทไม้ยืนต้น เป็นไม้ที่ขึ้นตรงและสูงขึ้น มีเนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง มีลำต้น ชัดเจน แบ่งกิ่งก้านแผ่ออกไป เช่น อบเชย มะกา ยอ ฐาน เป็นต้น

2.2 ประเภทไม้พุ่ม มีลำต้นชัดเจน สามารถแบ่งกิ่งได้ตั้งแต่ส่วนโคนของลำต้นเป็น ต้นไป เช่น ทองพันชั่ง มะนาว ชุมเห็ดเทศ ขลุ้ เป็นต้น

2.3 ประเภทหญ้า มีต้นลักษณะเดียวกับพวกหญ้า ใบมีลักษณะอ่อน เหนียว เช่น แห้วหมู หญ้าคา เป็นต้น

2.4 ประเภทไม้เลื้อย ก้านยาวและไม่สามารถตั้งตรงได้ มีลักษณะเลื้อยพันคดเคี้ยว ไปโดยใช้ส่วนของพืชเกาะ เช่น หนวด หนาม ฯลฯ เนื้อเดียวกับหญ้า เช่น ฟักทอง บอระเพ็ด มะแว้งเครือ เล็บมือนาง เป็นต้น

3. ใบ ใบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของต้นพืช มีหน้าที่สังเคราะห์แสง ผลิตอาหารและ เป็นส่วนที่แลกเปลี่ยนน้ำและอากาศของต้นพืช ใบเกิดจากด้านนอกของกิ่งหรือตามกิ่ง ลักษณะ ที่พบโดยทั่วไปเป็นแผ่นที่มีสีเขียว (สีเขียวเกิดจากสารคลอโรฟิลล์ อยู่ในใบของพืช) ใบของ พืชหลายชนิดใช้เป็นยาสมุนไพรได้ เช่น มะกา ฟ้าทะลายโจร กะเพรา ชุมเห็ดเทศ ฝรั่ง เป็นต้น

ตัวใบมีลักษณะเป็นแผ่น ตัวใบยึดอยู่กับก้านใบด้านล่างของก้านใบติดกับตาถึง หูใบ อยู่ติดกับด้านล่างทั้งสองข้าง ก้านใบส่วนปลายหูใบนี้มีบทบาทในการป้องกันและรักษาใบขณะยัง อ่อนอยู่ หูใบยังอ่อนอยู่ หูใบมักมีขนาดเล็กและมีสีเขียว หากพิจารณาถึงลักษณะของตัวใบจะ ประกอบด้วยรูปร่างของใบ ปลายใบ ฐาน หรือโคนใบ ริมใบ หรืออาจเรียกว่าหยักใบ

และอาจสังเกตภายในของตัวใบได้อีกถึงเส้นใบและเนื้อของใบ ในที่นี้จะไม่จำแนกว่า ปลายใบ และโคนใบก็มี หากต้องการสังเกตลักษณะของใบ ให้พิจารณาตั้งแต่รูปร่างของใบ ปลายใบ โคนใบ ริมใบ เส้นใบ และเนื้อใบอย่างละเอียดแล้วและอาจเปรียบเทียบของตัวใบที่คล้ายคลึงกัน จะทำให้จำแนกใบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชนิดของใบแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

3.1 แบบใบเดี่ยว คือ ก้านใบอันหนึ่งมีเพียงใบเดียว เช่น กระวาน กานพลู ขลุ่ย ยอ เป็นต้น

3.2 แบบใบประกอบ คือ ใบตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไปที่เกิดบนก้านใบอันเดียว เช่น มะขามแขก แคบ้าน จีเหล็ก เป็นต้น

สิ่งที่หน้าสังเกตอีกอย่างหนึ่งของใบ คือ ลักษณะการเรียงตัวของใบที่มีหลายแบบ เช่น เกิดสลับหว่างกัน เกิดเป็นคู่ เกิดเป็นกลุ่มเกิดเป็นวงกลม เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมี เส้นใบ โดยทั่วไปเส้นใบมี 2 แบบ คือ แบบขนาน และแบบร่างแห รวมทั้งยังมีความแตกต่างของเนื้อใบ เนื้อใบมีหลายชนิด เช่น แบบหนัง แบบหญ้า แบบกระดาษ แบบบอมน้ำ หากสังเกตตัวใบ ควรสังเกตความหนาบางและการร่อนน้ำของใบด้วย

4. ดอก ดอกเป็นส่วนที่สำคัญที่ช่วยในการแพร่และขยายพันธุ์ของพืช เป็นลักษณะเด่น พิเศษของต้นไม้แต่ละชนิด ส่วนประกอบของดอกมีความแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ไม้ และ ลักษณะที่แตกต่างกันนี้ ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการจำแนกประเภทของต้นไม้ ดอกของต้นไม้หลายชนิดเป็นยาได้ เช่น กานพลู ขุมเห็ดเทศ พิกุล ลำโพง ดอกคำฝอย เป็นต้น

รูปร่างและลักษณะของดอก มีส่วนประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ ก้านดอก กลีบดอก กลีบรองกลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ดอกที่มีส่วนประกอบทั้ง 5 ส่วนนี้เรียกว่า ดอกสมบูรณ์ การสังเกตลักษณะของดอก ควรสังเกตทีละส่วนอย่างละเอียด เช่น กลีบดอก สังเกตส่วนของกลีบดอก การเรียงตัวของกลีบดอก รูปร่างของกลีบดอก สี กลิ่น เป็นต้น

ลักษณะที่ดอกออกจากตาดอกนั้น มีทั้งแบบดอกเดี่ยว คือ ก้านดอกอันหนึ่งมีเพียงดอกเดียว และแบบช่อ คือ ก้านดอกอันหนึ่งมีมากกว่า 2 ดอกขึ้นไป การเรียงตัวของช่อดอกนี้มีมากมายหลายอย่างขึ้นอยู่กับชนิดของพืช จึงควรสังเกตลักษณะพิเศษของดอกแต่ละชนิดให้ดี

5. ผล ผลคือ ส่วนของพืชที่เกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน หรือคนละดอกได้ มีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามชนิดของต้นไม้ที่แตกต่างกัน แบ่งลักษณะการเกิดผลได้ดังนี้

5.1 ผลเดี่ยว คือ ผลที่เกิดจากรังไข่อันเดียวกัน

5.2 ผลกลุ่ม คือ ผลที่เกิดจากปลายช่อของรังไข่ในดอกเดียวกัน เช่น น้อยหน่า เป็นต้น

5.3 ผลรวม คือ ผลที่เกิดจากดอกหลายดอก เช่น สับปะรด เป็นต้น และสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ ผลเนื้อ ผลแห้งชนิดแตก และผลแห้งชนิดไม่แตก อย่างไรก็ตาม การสังเกตลักษณะผลทั้งลักษณะภายนอกและลักษณะภายใน จึงสามารถจำแนกผลต้นนั้นว่าแตกต่างกับไม้อื่นอย่างไร

นอกจากผลของต้นไม้เป็นยาได้ ยังมีเมล็ดภายในผลที่อาจเป็นยาได้อีก เช่น สะแกวัน พักทอง เป็นต้น ฉะนั้นการสังเกตลักษณะของผล ควรสังเกตลักษณะรูปร่างของเมล็ดไปพร้อมกันด้วย

สาระสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยาของพืชสมุนไพร การที่พืชสมุนไพรมีฤทธิ์เป็นยา สามารถนำมาบำบัดอาการเจ็บป่วยได้ ก็เพราะในพืชต่าง ๆ จะมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยาเป็นส่วนผสมอยู่ สารที่มีความสำคัญดังนี้ (มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป., หน้า 5 – 6)

อัลคาลอยด์ (alkaloid) เป็นสารมีรสขม มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ มีคุณสมบัติเป็นด่าง มีอยู่ในรูปของเกลือละลายน้ำได้ แต่ถ้าอยู่ในรูปของด่างจะทำละลายในตัวทำละลายซึ่งละลายไขมันได้ดี เช่น คลอโรฟอร์ม อีเธอร์ ตัวอย่างของอัลคาลอยด์ (alkaloid) ได้แก่ อัลคาลอยด์เอทโทรพายจากต้นลำโพง มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ จึงใช้ผสมในยาแก้ปวด เป็นต้น

ไกลโคไซด์ (glycoside) เป็นสารประกอบที่มี 2 ส่วน ส่วนที่เป็นน้ำตาลและส่วนที่ไม่มีน้ำตาล การมีน้ำตาลมากทำให้สารละลายนั้นละลายน้ำได้ดี ส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลเป็นสารอินทรีย์เคมี ซึ่งมีสูตรโครงสร้างและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาแตกต่างกันออกไป เช่น ถ้าเป็นพวกแอนทราควิโนน (anthraquinome) จะมีฤทธิ์เป็นยาถ่าย ถ้าเป็น Steroid หรือ Troterpene จะมีฤทธิ์ลดการอักเสบหรือขยายหลอดลม เป็นต้น

น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นสารที่มีอยู่ในพืช โดยทั่วไปมีกลิ่นหอม เป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิด เช่น ประเภทเทอร์ปีน (terpene) มีฤทธิ์ขับลม ใช้แต่งอาหารบางชนิดมีคุณสมบัติฆ่าแบคทีเรีย

แทนนิน (tannin) เป็นสารประกอบที่พบอยู่ในพืชทั่วไป มีรสฝาดมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนสามารถตกตะกอนโปรตีน เมื่อถูกกับเกลือคลอไรด์ของเหล็กจำใช้สีเขียว น้ำเงินหรือดำ เนื่องจากมีฤทธิ์ฝาดสมาน จึงใช้บรรเทาอาการท้องร่วงและยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

กัม (gum) เป็นของเหนียวที่พบในพืช เมื่อเรากัดหรือทำให้พืชเป็นแผลบางชนิดนำมาใช้เป็นทางยา

ลาเทก (latex) เป็นยางสีขาวเหมือนน้ำมัน ประกอบด้วยแป้ง กัม เรซิน

(resin) และสารอื่นบางชนิดมีสารเคมี เมื่อรวมกับสารบางอย่างทำให้เกิดมะเร็ง (co-car-cinogen) ที่เรียก Phorbol

สเตียรอยด์ (steroid) เป็นสารประกอบในพืชที่ละลายได้ดีในไขมัน หรือตัวทำละลายไขมันได้เป็นสารเคมีซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนมาเรียงตัวเป็นรูปหกเหลี่ยม 3 อันต่อกันกับรูปห้าเหลี่ยม 1 อัน อาจมีออกซิเจนอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ เนื่องจากสูตรโครงสร้างเช่นเดียวกับฮอร์โมนและยาต้านการอักเสบ สารในกลุ่มนี้บางตัวจึงใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาต้านการอักเสบและฮอร์โมน

ซาโปนิน (saponin) เป็นสารประเภทไกลโคไซด์ ซึ่งส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลอาจเป็น Steroid ซาโปนินมีคุณสมบัติทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ขย่ำทำให้ฟองรูปรวมฟุ้งคงตัวอยู่ได้นาน เป็นพืชต่อสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลา

ฟเลโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 3 ส่วนมาต่อกัน มีออกซิเจนอยู่ในโมเลกุลมาก มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ กัน เช่น ลดการอักเสบ ขยายหลอดลม ทำให้เม็ดเลือดกลายตัว มาเชื้อแบคทีเรีย

ไซยาโนจีนิกไกลโคไซด์ (cyanogenic glycoside) เป็นสารที่อยู่ในพืช เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์หรือปฏิกิริยาทางเคมี จะทำให้ไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย เนื่องจากไปแย่งจับเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงจับออกซิเจนได้ สารพวกนี้ถูกทำลายง่ายโดยใช้ความร้อนที่มีอยู่ในพืชบางชนิด เช่น ใบมันสำปะหลัง ซึ่งไม่ควรรับประทานสด ๆ (มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป., หน้า 5-6)

วิธีการเก็บสมุนไพรแบบโบราณ ยาสมุนไพรเป็นส่วนที่ได้มาจากพืช สัตว์หรือแร่ธาตุ ด้วยที่มีอยู่ในพืชสมุนไพรจะมีหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แต่ที่สำคัญคือ “ช่วงเวลา” ที่เก็บสมุนไพร” การเก็บในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะมีผลต่อฤทธิ์การรักษาโรคของยาสมุนไพรได้ นอกจากคำนึงถึงช่วงเวลาในการเก็บยาเป็นสำคัญแล้ว ยังต้องคำนึงถึงว่าการเก็บยาถูกต้องหรือไม่ ส่วนไหนของพืชที่ใช้เป็นยา เป็นต้น พื้นดินที่ปลูก อากาศ การเลือกเก็บควรเก็บควรเลือกเก็บส่วนที่ใช้เป็นยาได้อย่างถูกต้องวิธี จะมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพที่จะนำมารักษาโรค หากปัจจัยดังกล่าวเปลี่ยนไป ปริมาณตัวยาก็อยู่ในสมุนไพรก็จะเปลี่ยนไปตามด้วย ทำให้ยานั้นไม่เกิดผลต่อการรักษาโรคด้วย

หลักการทั่วไปในส่วนที่ใช้เป็นยาสมุนไพร แบ่งโดยส่วนที่ใช้เป็นยา ดังนี้

1. ประเภทรากหรือหัว เก็บในช่วงที่พืชหยุดการเจริญเติบโต ใบดอกร่วงหมด หรือในช่วงฤดูหนาวถึงปลายฤดูร้อน เพราะเหตุว่าในช่วงนี้รากและหัวมีการสะสมปริมาณของตัวยาไว้ค่อนข้างสูง วิธีการเก็บใช้วิธีขุดอย่างระวังตัวอย่างเช่น กระชาย กะทือ ข่า เป็นต้น

2. ประเภทใบหรือเก็บทั้งต้น ควรเก็บในช่วงที่พืชเจริญเติบโตมากที่สุด หรือบางชนิดอาจระบุช่วงเวลาการเก็บชัดเจน เช่น เก็บใบไม่อ่อนหรือไม่แก่เกินไป (ใบเพสลาด) เก็บในช่วงดอกตูมเริ่มบาน หรือช่วงที่ดอกบาน เป็นต้น การกำหนดช่วงเวลาที่เก็บใบ เพราะช่วงเวลานั้นในใบมีตัวยามากที่สุด วิธีการเก็บใช้วิธีเด็ด ตัวอย่างเช่น กระเพรา ขลุ่ ฝรั่ง ฟ้ายาโยจอร์ เป็นต้น

3. ประเภทเปลือกต้นและเปลือกราก เปลือกต้นโดยมากเก็บตรงช่วงฤดูร้อนต่อกับช่วงฤดูฝน ปริมาณยาในพืชสูงและลอกออกง่าย สำหรับในการที่จะลอกเปลือกออกจากต้นนั้นอย่าลอกเปลือกออกทั้งรอบต้น เพราะจะกระทบกระเทือนต่อการลำเลียงอาหารของพืชอาจทำให้พืชตายได้ ทางที่ดีควรลอกออกจากกิ่งหรือแขนงย่อย ไม่ควรลอกออกจากลำต้นใหญ่ของต้นไม้ หรือจะใช้วิธีลอกออกในลักษณะครึ่งวงกลมก็ได้ ส่วนเปลือก ราก เก็บในช่วงฤดูฝนเหมาะสมที่สุด เนื่องจากการเลือกเปลือกต้นหรือรากเป็นผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรสนใจวิธีเก็บให้เหมาะสม

4. ประเภทดอก โดยทั่วไปเก็บในช่วงดอกเริ่มบาน แต่บางชนิดเก็บในช่วงฤดูฝน เช่น กานพลู เป็นต้น

5. ประเภทผลและเมล็ด พืชสมุนไพรบางอย่างอาจเก็บในช่วงที่ผลยังไม่สุกก็นิ เช่น ฝรั่ง เก็บผลอ่อนไว้แก้มือร่วง แต่โดยทั่วไปจะเก็บตอนผลแก่เต็มที่แล้ว เช่น มะแว้งต้น มะแว้งเครือ คีปาลี เมล็ดผักทอง เมล็ดชุมเห็ดไทย เมล็ดสะแก เป็นต้น

การถ่ายทอดประสบการณ์และความรู้ของแพทย์โบราณที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีการเก็บยาตามฤดูกาล วัน ไหมยาม และทิศอีกด้วย เช่น ใบไม้ควรเก็บในตอนเช้าวันอังคาร ฤดูฝน ทางทิศตะวันออก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในที่นี้ขอแนะนำให้ใช้หลักการเก็บส่วนที่ใช้เป็นสมุนไพรข้างต้น นอกจากนี้ท่านผู้ศึกษาการเก็บและการใช้สมุนไพร สามารถเรียนรู้จากหมอพื้นบ้านที่มีอยู่ในหมู่บ้าน ซึ่งมีประสบการณ์การเก็บยา และการใช้ยามาเป็นเวลานาน วิธีการเก็บสมุนไพรที่ถูกต้องและเหมาะสมนั้น โดยทั่วไปไม่มีอะไรซับซ้อน ประเภทใบ ดอก ผล ใช้วิธีเด็ดแบบธรรมดา ส่วนแบบราก หัว หรือทั้งต้น ใช้วิธีขุดอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนที่เป็นยาให้มากที่สุด สำหรับเปลือกต้นหรือเปลือกรากเนื่องจากการเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของพืช ดังนั้นจึงควรที่จะให้ความสนใจวิธีการเก็บที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

คุณภาพของยาสมุนไพรจะใช้รักษาโรคได้ดีหรือไม่ นั่น ที่สำคัญอยู่ในช่วงเวลาเก็บสมุนไพรและวิธีการเก็บ แต่มีปัจจัยอื่น ๆ ที่ยังต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือ พื้นที่ปลูก เช่น ลำไย ควรปลูกไว้ในพื้นที่ดินเป็นด่าง ปริมาณของตัวยาจะสูง สะระแหน่หากปลูกในพื้นที่ดินทราย ปริมาณน้ำหอมระเหยจะสูงและยังมีปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต

ภูมิอากาศ เป็นต้น ต่างก็มีผลต่อคุณภาพต่อสมุนไพรทั้งนั้น ดังนั้นเราควรพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนจะเก็บยาสมุนไพรเพื่อใช้ในการรักษาโรค

การแปรรูปและการเก็บรักษาพืชสมุนไพร

1. การแปรรูปสมุนไพร ยาสมุนไพรโดยทั่วไป มีทั้งการใช้สดและการใช้แห้ง การใช้สดมีข้อดีตรงสะดวกใช้ง่าย แต่ว่าฤทธิ์การรักษายาสมุนไพรไม่คงที่ บางครั้งฤทธิ์ดี บางครั้งฤทธิ์ไม่ดี ยาที่ใช้สดมีหลายอย่าง เช่น ว่านหางจระเข้ รากหญ้าคา แต่การใช้สมุนไพรส่วนมากนิยมใช้แห้งเพราะจะได้คุณภาพของยาที่คงที่ โดยเลือกเก็บยาสมุนไพรที่ต้องการตามฤดูกาล เก็บของพืชแล้วนำมาแปรรูปโดยผ่านกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อเก็บยาไว้เป็นเวลานาน กระบวนการแปรรูปยาสมุนไพรที่เหมาะสมนั้น โดยทั่วไปนำส่วนที่ใช้มาเป็นยามาแล้ว ผ่านการคัดเลือก การสร้างการตัดเป็นชิ้นที่เหมาะสม แล้วใช้ความร้อนทำให้แห้งเพื่อสะดวกในการเก็บรักษา วิธีการแปรรูปยาสมุนไพรนั้นแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช ส่วนที่ใช้เป็นยาและความเคยชินของแต่ละท้องถิ่น วิธีการที่ใ้บ่อยโดยแยกกล่าวตามส่วนที่ใช้เป็นยา มีดังนี้

1.1 รากและส่วนที่อยู่ใต้ดิน ก่อนอื่นนั้นเราต้องคัดเอาขนาดที่พอ ๆ กันเอาไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกในการแปรรูปต่อไป จากนั้นล้างดินและสิ่งสกปรกที่ติดให้สะอาด เอารากฝอยออกให้หมด หากว่าเป็นพืชที่ไม่แข็งนำมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนตามแต่ชนิดของพืช พืชที่ใช้ห้วส่วนมาก ประกอบด้วยโปรตีน แป้ง เอนไซม์ หากผ่านความร้อนแบบดัม นึ่ง จะทำให้สะดวกในตอนทำให้แห้งหลังจากผ่านความร้อน แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นอบให้แห้งในอุณหภูมิที่เหมาะสม

1.2 เปลือก หั่นเป็นชิ้นขนาดพอดี ตากแห้ง

1.3 ใบและทั้งต้น ใบบางชนิดที่มีน้ำมันหอมระเหย ควรผึ่งไว้ในร่ม ไม่ควรตากแดดและก่อนที่จะแห้งสนิท ควรมัดเป็นกำป้องกันการหลุดร่วงง่าย เช่น กระเพราแดง สะระแหน่ เป็นต้น โดยทั่วไปเก็บใบและลำต้นมาล้างให้สะอาด แล้วนำมาตากแดดให้แห้งสนิท จากนั้นเก็บไว้ให้มิดชิด ระวังอย่าให้ชื้นยาได้

1.4 ดอก หลังจากเก็บมาแล้ว ตากแห้งหรืออบให้แห้ง แต่ควรรักษารูปดอกไว้ให้สมบูรณ์ ไม่ให้ตัวยาทำลายสูญเสียไป เช่น ดอกกานพลู

1.5 ผล โดยทั่วไปเก็บแล้ว ก็ตากแดดให้แห้งได้เลย มีเพียงบางอย่างเท่านั้นที่ไม่ต้องหั่นเป็นชิ้นก่อนตาก หรืออบด้วยความร้อนก่อน

1.6 เมล็ด เก็บผลมาตากให้แห้ง แล้วจึงเอาเปลือกออก เอาเมล็ดออก เช่น ชุมเห็ดไทยบางอย่างเก็บแบบผลแห้งเลยก็มี

พืชที่ใช้เป็นยาสมุนไพรนั้น การแปรสภาพในขั้นต้นโดยมากใช้วิธีการทำให้แห้งด้วยวิธีตากแดด อบให้แห้ง ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เป็นต้น แต่จะต้องสนใจอุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส สามารถระงับบทบาทของเอนไซม์ที่อยู่ในต้นพืชได้ และทำให้สารสำคัญในพืช เช่น ไคลโคไซด์ และอัลคาลอยด์ ในพืชไม่ละลายตัวไป

2. การเก็บรักษาพืชสมุนไพร การเก็บรักษาพืชสมุนไพรเป็นเวลานาน มักเกิดการขึ้นรา มีหนอน เปลี่ยนลักษณะสี กลิ่น ทำให้ยาสมุนไพรเสื่อมคุณภาพลง ทำให้มีผลไม่ดีต่อฤทธิ์ของยา หรือสูญเสียฤทธิ์ของยาไปเลย ดังนั้นจึงควรจะมีการจัดการเก็บรักษาที่ดี เพื่อจะประกันคุณภาพและฤทธิ์ของยาสมุนไพรนั้น การเก็บรักษา เมื่อเก็บมาแล้วให้เลือกล้างทำความสะอาด สะอาด เช่น ล้างหรือขูดให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นหรือตากหรืออบให้แห้ง พวกที่มีกลิ่นหอม ไม่ควรเอาตากแดด กลิ่นหอมอาจจะระเหยได้ ควรตากให้แห้งในที่ร่ม พืชจำพวกหัวและรากควรเอาไปนึ่งสุกเสียก่อนจึงนำมาตากแห้ง พวกผงควรใช้น้ำร้อนลวกแล้วนำไปตากแห้ง พวกที่มีพิษน้อยที่จะดื่มกิน เช่น พวกเปลือกพืชบางชนิดมักเอามาหมกเผาไฟก่อนจึงนำมาแปรสภาพใช้

3. การนำสมุนไพรมาใช้เป็นยา การนำเอาสมุนไพรมาใช้เป็นยา มีวิธีการใช้หลายวิธี ดังนี้ (มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป., หน้า 22 – 23)

3.1 การต้ม คือ การนำเอาสมุนไพรสด ๆ หรือแห้งมาต้มโดยเทน้ำลงไปพอท่วมยาเล็กน้อย (ประมาณ 3 – 4 แก้ว) ถ้าปริมาณยาน้อยมากใช้เพียงหนึ่งหยิบมือ เทน้ำลงไป 1 แก้ว (250 ซีซี) ต้มให้เดือดนาน 10-30 นาที กินในขณะที่กำลังอุ่นอยู่

ขณะที่ต้มต้องรอกคอยดูแลคนอยู่เสมออย่าให้ไหม้ ยาหม้อหนึ่งปกติต้มได้ 3 ครั้ง ภายใน 1 วัน กินตอนท้องว่าง คือ ตอนเช้าหลังตื่นนอน เวลา 15.00-16.00 น. และก่อนนอน ยาต้มมักไม่ทิ้งค้างคืน ต้มวันไหนก็กินวันนั้นแล้วทิ้งไป สำหรับยาหนึ่งมักมียาที่ออกฤทธิ์ 1-2 ตัว เป็นยาหลัก อาจมียาช่วยเสริมฤทธิ์หรือแต่สำหรับยาที่ยกไว้เป็นตัวอย่าง มักจะมีแต่สำหรับที่ใช้พืชนั้นอย่างเดียว เพื่อให้เราให้เห็นฤทธิ์หลักของพืชนั้น

3.2 การชง การชง คือ นำสมุนไพรมาเติมน้ำเดือดลงไป ปิดฝาทิ้งไว้ 15 – 20 นาที

3.3 การดอง เป็นวิธีผสมโดยกระสายดา เช่น สุรา หรือน้ำผึ้ง เป็นต้น ภาชนะที่ใช้ใส่ยาต้องจะเป็นขวดโหลหรือขวดแก้วขนาดใหญ่ ใส่กระสายให้พอท่วมยา ผักให้แน่น ทิ้งไว้ประมาณ 7 วันก็รับประทานได้

3.4 ยาปั่นลูกกลอน นำสมุนไพรสดมาตากแห้งบดเป็นผงละเอียด นำยาผงผสมกับน้ำเชื่อม หรือน้ำผึ้งโดยใช้ยาผง 2 ส่วนต่อน้ำเชื่อมหรือน้ำผึ้ง 1 ส่วน แล้วปั้นเป็นลูกกลม ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร แล้วนำไปผึ่งหรืออบให้แห้ง

3.5 ยาบรรจุแคปซูล นำสมุนไพรมาตากแห้งแล้วบดให้ละเอียดมาบรรจุแคปซูล

3.6 ค้ำคั้นเอาน้ำกิน นำเอายาสด ๆ มาตำให้ละเอียดจนเหลว ถ้าไม่มีน้ำให้เติมน้ำลงไปจนเหลว คั้นเอาน้ำมากิน

3.7 ยาพอก นำสมุนไพรมาตำให้ละเอียดแล้วนำมาพอกที่แผล

3.8 ยาฝน คือ การผสมยาด้วยวิธีฝน ตัวยาชนิดต่าง ๆ ให้เข้าด้วยกันด้วยหินฝนยากระสายยาส่วนใหญ่จะเป็นน้ำข้าวข้าว น้ำมะนาวหรือสุรา เป็นต้น ยาฝนมักเป็นยาดับพิษต่าง ๆ เช่น ฝี หนอง บวม หรือพิษสัตว์ หรืออาจเป็นยาแก้ร้อนใน หรือแก้ไข้

3.9 ยาทาหรือทิงเจอร์ คือ การนำเอาสมุนไพรมาผสมแอลกอฮอล์ หรือเหล้าขาว เพื่อให้ตัวยาถูกสกัดออกมาแล้วนำยาที่ได้จากการสกัดมาทาแผล

ข้อควรระวังในการใช้พืชสมุนไพร ข้อควรระวังในการใช้พืชสมุนไพรมีดังนี้ (พะเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2524, หน้า 16)

1. ต้องวินิจฉัยโรคให้ถูกต้อง
 2. ใช้สมุนไพรให้ถูกต้อง เพราะการใช้สมุนไพรสับสนมากเนื่องจาก
 - 2.1 พ้องชื่อ
 - 2.2 ชื่อท้องถิ่น
 3. ใช้ให้ถูกส่วน เพราะพืชแต่ละชนิดมีสรรพคุณไม่เหมือนกันในทุก ๆ ส่วน
 4. ใช้ให้ถูกวิธี สมุนไพรบางชนิด ต้องปิ้งไฟก่อนใช้ เช่น ใบชุมเห็ดเทศใช้เป็นยาถ่าย ถ้าไม่ปิ้งจะทำให้ใช้ท้อง สมุนไพรบางชนิดต้องใช้สด ถ้าต้มอาจจะไม่มีผลทางการรักษา เป็นต้น
 5. ใช้ให้ถูกขนาด ถ้าน้อยไปจะไม่ได้ผลในการรักษา มากไปจะเกิดพิษภัย
- การป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้ยาสมุนไพร** การป้องกันจากการใช้ยาสมุนไพร มีดังนี้

1. ถ้ายาสมุนไพรใดไม่เคยได้กินมาก่อน ควรเริ่มกินขนาดน้อย ๆ ก่อน กินเพียงครึ่งหนึ่งของขนาดที่กำหนด รอดูว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในร่างกายหรือไม่ ถ้าไม่มีค่อยกินต่อไป
2. อย่าใช้ยาเข้มข้นมากเกินไป เช่น ยาที่บอกให้ต้มกินธรรมดา ห้ามใช้ต้มเคี้ยวกิน เพราะอาจเข้มข้นมากเกินไป จนทำให้เกิดผลได้
3. ควรรู้พิษของยาก่อนใช้ เพราะไม่มียาอะไรไม่มีพิษ การรู้จักพิษ จะทำให้มีการระวังในการใช้ยามากขึ้น
4. ไม่ควรกินยาตัวเดียวทุกวันเป็นเวลานาน ๆ โดยไม่จำเป็น โดยทั่วไปไม่ควรกินยาอะไรติดต่อกันทุกวันเกิน 1 เดือน เพราะจะทำให้เกิดพิษสะสมขึ้นมาได้
5. คนอ่อนเพลียมาก เด็กอ่อนและคนชรา ห้ามใช้ยามากเพราะคนเหล่านี้มีกำลังต้านทานน้อย จะทำให้เกิดพิษได้ง่าย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสารถด้านใดมากน้อยเท่าใด เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยนั่นเอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29)

รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่นิยมใช้มี 3 รูปแบบ คือ

1. แบบปฏิบัติ เป็นการทดสอบที่ให้ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง ๆ เช่น การทดสอบทางดนตรี ช่างกล พลศึกษา เป็นต้น
2. แบบปากเปล่า เป็นการทดสอบที่อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคลใช้ได้ผลดีถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เพราะต้องใช้เวลามาก ถามได้ละเอียดเพราะสามารถโต้ตอบกันได้
3. แบบเขียนตอบ เป็นการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากการสอบแบบปากเปล่า เนื่องจากจำนวนผู้เข้าสอบมากและมีเวลาจำกัด แบ่งได้อีก 2 แบบ คือ

3.1 แบบความเรียง เป็นการสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวมเรียบเรียงคำพูดของตนเอง แสดงทัศนคติ และความรู้สึก ความคิดได้อย่างอิสระภายใต้หัวข้อที่กำหนดให้ เป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ได้อย่างดี แต่มีข้อเสียเพราะ การให้คะแนนทำให้มีความเป็นปรนัยยาก

3.2 แบบจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ อย่างจำกัด ข้อสอบแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

- 3.2.1 แบบถูกผิด
- 3.2.2 แบบเติมคำ
- 3.3.3 แบบจับคู่
- 3.3.4 แบบเลือกตอบ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2536, หน้า 102)

การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาโดยการเขียนตอบนั้น เป็นที่นิยมแพร่หลายในโรงเรียน อันเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้และความคิด โดยเป็นผลจากการเรียนการสอนดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งพฤติกรรมด้านความรู้และความคิดจะประกอบด้วยพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. ความรู้—ความจำ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในอันที่จะทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและจากประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งที่สัมพันธ์กับประสบการณ์นั้น ๆ และสามารถถ่ายทอดสิ่งที่จดจำไว้นั้นออกมาได้ถูกต้อง

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และสรุปความเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบได้เห็นหรือเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับรู้ได้ถูกต้อง และสามารถสื่อความเข้าใจที่ตนมีอยู่นั้นไปสู่ผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎีหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวข้อเท็จจริง หรือเหตุการณ์ใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้นแต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีหลักการใดร่วมกันอยู่

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าด้วยกันให้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ และดีไปกว่าเดิม พฤติกรรมด้านนี้เน้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ นั้นเอง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัยติราคาส่สิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 221-222; ภัทรา นิคมานนท์, 2538, หน้า 41-49; เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2539, หน้า 205-215)

กลุ่มพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย พฤติกรรมย่อยด้านความรู้ ความจำเป็นพฤติกรรมที่มีระดับต่ำสุด ถือเป็นพฤติกรรมขั้นพื้นฐาน ส่วนพฤติกรรมย่อยด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าเป็นพฤติกรรมที่สูงขึ้นตามลำดับ ในการเรียนการสอนนั้นโดยทั่วไปต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมสูงกว่าความรู้ ความจำ คือเป็นการพัฒนาให้เกิดความคิดนั้นเอง

ประเภทของการทดสอบผลสัมฤทธิ์

1. การทดสอบแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยถือว่าบุคคลมีความสามารถในการกระทำหรือปฏิบัติในเรื่องใด ๆ นั้นมีไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถน้อย คนส่วนใหญ่มิมีความสามารถปานกลาง การวัดแบบอิงกลุ่มจึงใช้ในการแยกกลุ่มคนและการจัดประเภทของกลุ่มคน ใช้ในการเรียงลำดับที่การเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในด้านความถนัดของการเรียน ความสามารถในด้านภาษา และความสามารถทางด้านวิชาการ การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบอิงกลุ่มจะเป็นข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทั้งหมดเป็นส่วนใหญ่ ข้อสอบแต่ละข้อจะเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้และสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การทดสอบแบบนี้ยึดเอานักเรียนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน การแปลความหมายของคะแนนแบบนี้จะทำให้ครูทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนนั้นอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม นั่นก็คือ คนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถด้อยกว่าจะได้คะแนนลดหลั่นลงมาตามลำดับ

2. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นการทดสอบที่ยึดแนวความเชื่อเรื่องการเรียนรู้โดยพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน นักเรียนทุกคนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้ถึงขีดความสามารถสูงสุดของแต่ละคน การวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ใช้ในการวัดว่านักเรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าหรือเรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการวิชาเพียงใด เป็นการประเมินความรู้และทักษะที่นักเรียนได้มีการพัฒนาขึ้นในแต่ละสาขาวิชา แบบวัดผลสัมฤทธิ์จะถูกสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการสอนอย่างละเอียด ข้อสอบสร้างจากเนื้อหาวิชาเฉพาะและจำกัด ความสำเร็จของนักเรียนในการทำแบบทดสอบจะพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 31-33; ภพ เทาไพบูลย์, 2537, หน้า 293-294)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เนื่องจากผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง จากการเรียนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

ลักษณะของการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นการทดสอบซึ่งแปลความหมายของคะแนนโดยการนำเอาผลการปฏิบัติงานนั้นไปเทียบกับมาตรฐานที่แท้จริง ซึ่งเป็นเกณฑ์ภายนอกกลุ่มที่กำหนดไว้อย่างรอบคอบโดยไม่เปรียบเทียบกับผลงานของคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม ดังนั้นผลงานของนักเรียนจะอยู่ในระดับมาตรฐานหรือไม่ ต้องพิจารณาหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่แท้จริงเท่านั้น (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2527, หน้า 14)

การจัดประเภทแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เน้นการวัดระดับความสามารถของนักเรียนว่ามีความสามารถระดับใด โดยไม่นำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ ดังนั้นแบบทดสอบอิงเกณฑ์จึงสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยยึดจุดประสงค์รายวิชา ส่วนมากจะมีการกำหนดระดับเกณฑ์หรือมาตรฐานเพื่อบ่งชี้ระดับความรู้ของผู้สอบซึ่งมักจะใช้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบอิงความรู้ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยยึดหลักเฉพาะของมวลความรู้ แบบทดสอบชนิดนี้จะหลีกเลี่ยงการกำหนดคะแนนจุดตัด แต่จะการใช้การประมวลความสามารถของผู้สอบ ที่จะสามารถตอบข้อสอบถูกในประชากรข้อสอบ (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์, 2527, หน้า 21-22)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของผู้เรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (paper and pencil test) กับการให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง (performance test) แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (teacher made test) เป็นชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น จะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่ามีความรู้มากแค่ไหน บอกพร้อมที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริมหรือวัดความรู้พร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ตามที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) เป็นการสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนมีคุณภาพดี จึงสร้างเกณฑ์ปกติ (norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่ม แต่ละภาคได้ จะใช้สำหรับวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือ โรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกวิธีการสอบ ว่าปฏิบัติอย่างไร รวมทั้งมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 171-172)

ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. สสำรวจทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับตำแหน่งการเรียนในโรงเรียน เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ ทำให้เข้าใจนักเรียนได้ดีขึ้น
2. การแนะแนวและการประเมินค่าเกี่ยวกับการสอบได้สอบตกของแต่ละบุคคล จุดอ่อนและจุดเด่นของแต่ละบุคคล การสอนเสริมให้กับนักเรียนฉลาด และการสอนซ่อมให้กับนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ การปรับปรุงการสอน
3. สามารถจัดกลุ่มนักเรียน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

4. ช่วยในการวิจัยทางการศึกษา เปรียบเทียบผลการเรียนในวิชาที่ทำการสอนแตกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานเป็นเครื่องมือวัด (สุภาพ วาดเขียน, 2525, หน้า 144)

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความรู้ความสามารถของนักเรียน อันเป็นผลมาจากการสิ้นสุดการสอนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ สำหรับพฤติกรรมที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปรรูปสมุนไพรท้องถิ่น ในครั้งนี้ จะวัดพฤติกรรมของผู้เรียน 6 ประการคือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ ผลงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้

สุรพลศรีวิทยา (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบนำเสนอของระบบการใช้สมุนไพรแบบบูรณาการเพื่อการส่งเสริมสุขภาพครอบครัวในชุมชน: กรณีศึกษาศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาร่วมกับการวิจัยขั้นสำรวจ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการจัดระบบพัฒนาการใช้สมุนไพรแบบบูรณาการเพื่อการส่งเสริมสุขภาพครอบครัวในชุมชน

กุสุมาศรียากุล (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบที่พึงประสงค์ในการให้บริการนวด อบ ประคบสมุนไพร เพื่อส่งเสริมสุขภาพ: กรณีศึกษาศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรูปแบบที่พึงประสงค์ ในการให้บริการนวด อบ ประคบสมุนไพร เพื่อส่งเสริมสุขภาพ

กิตติพิศ ศิริสูตร (2538) วิจัยเรื่องการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรระดับท้องถิ่นตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาสุพรรณบุรี พบว่าครูส่วนใหญ่มีการศึกษาและนำภูมิปัญญาชาวบ้านในเรื่องวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 โดยนิมนต์พระสงฆ์และเชิญผู้อาวุโส มีครูชั้นเดียวกันมาร่วมพัฒนาหลักสูตรและปราชญ์ชาวบ้านส่วนใหญ่ถ่ายทอดความรู้ร่วมกับครู ให้คำปรึกษาแนะนำโดยตรงแก่ครูผู้สอน ปัญหาส่วนใหญ่ขาด

งบประมาณ เอกสารในการค้นคว้า ผู้บริหารและศึกษานิเทศก์ส่วนใหญ่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรระดับท้องถิ่น

กรมวิชาการ (2539) ได้ทำการศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในด้านการรวบรวมข้อมูลท้องถิ่นนั้น ศึกษานิเทศก์มีการดำเนินการน้อยมาก ผู้บริหารและครูผู้สอนในโรงเรียนประถมศึกษามีการดำเนินการน้อยกว่าผู้บริหารและครูผู้สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ด้านการสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำความรู้และประสบการณ์ของชาวบ้านในท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า ผู้บริหารส่วนใหญ่ได้สนับสนุนให้ครูผู้สอนนำความรู้และประสบการณ์ของชาวบ้านในท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า ผู้บริหารได้ส่งเสริมให้ครูผู้สอนนำความรู้และประสบการณ์ของชาวบ้านมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมในเนื้อหาวิชาหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ด้านปัญหาอุปสรรคของการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ตามความคิดเห็นของศึกษานิเทศก์ ผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้สอน คือ ขาดการสนับสนุนในด้านวัสดุอุปกรณ์และงบประมาณ ครูผู้สอนมีความเข้าใจด้านการนำความรู้และประสบการณ์ของชาวบ้านในท้องถิ่นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับน้อย และสำหรับด้านแนวทางในการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า ลักษณะภูมิปัญญาท้องถิ่นที่จะนำไปสู่การเรียนการสอนควรเป็นองค์ความรู้และสอดคล้องด้วยคุณธรรม โดยกระบวนการเรียนการสอนเป็นการผสมผสานระหว่างความรู้สากลกับความรู้ท้องถิ่น เน้นการศึกษาวิเคราะห์และสรุปเป็นความรู้และประสบการณ์เพื่อที่จะใช้ในการดำรงชีวิตและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนหรือผู้รู้ในท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรม

วิทยา แสงงาม (2541) ได้พัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น เรื่องการสอนมวยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้หลักสูตรท้องถิ่นที่เหมาะสมกับผู้เรียนและสอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่น โดยมีส่วนที่จะต้องแก้ไขในเรื่องอัตราเวลาเรียนที่ต้องปรับให้สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน

บำรุง อาภา (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอนกับการสอนปกติ ระบุว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 84.80/84.80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมบุญ แก้วสุวรรณ (2537) ได้ทำการทดลองเรื่อง การสร้างชุดการสอนจุดบท กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง อุบัติเหตุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนจุดลบ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.73/90.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ศุภรัตน์ สุทธิประเสริฐ (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยระบุว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.00/93.33 และความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในต่างประเทศ มีดังนี้ ทาแวง (Tawang, 1995, p. 2118-A) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและรูปแบบการคิด เรื่องการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพพบว่า การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น ดังกล่าว ช่วยให้การเรียนรู้เกี่ยวกับความเชื่อในการดูแลสุขภาพแต่ละท้องถิ่นเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปใช้ สอนกับท้องถิ่นที่มีลักษณะเดียวกันยังให้ผลสัมฤทธิ์เหมือนกัน การนำไปสอนพบว่า ด้านการ ฝึกอบรม ส่วนด้านเนื้อหา ด้านทักษะ โดยภาพรวมไม่แตกต่างกัน สรุปสำหรับรูปแบบการคิด ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจโดยรวมไม่แตกต่างกัน

คันชา (Cuncha, 1997, p. 2884-A) ได้ทำการศึกษากระบวนการพัฒนาหลักสูตร โภชนาการศึกษา มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาหลักสูตร โดยให้บุคลากรในท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการออกแบบหลักสูตร พบว่า การให้ชุมชนมีอำนาจในการกำหนดนโยบาย กระบวนการและการวางแผน ทำให้สามารถส่งเสริมการปฏิบัติงานร่วมกันของประชาชนสามารถ พัฒนาแนวทางสู่ความสำเร็จและทำให้ประชาชนมีความเสียสละมอบเครื่องมือที่ส่งเสริมหลักสูตร พร้อมทั้งทำให้ประชาชนและผู้มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรสามารถออกแบบหลักสูตรร่วมกันได้

บอดรัว (Boudreaux, 1975, pp. 2119-2120-A) ได้วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ระดับ 9 ระหว่างการสอน แบบบรรยาย แบบสื่อประสม และแบบชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของการสอนแบบครบบรรยาย กับการใช้สื่อประสม และการใช้ชุดการสอน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสื่อประสม และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้ชุดการสอน ผลการวิจัย ระบุว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสื่อประสม และแบบใช้ชุดการสอน ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แต่เมื่อทบทวนความรู้อีกครั้งหนึ่ง ระบุว่า นักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบบรรยาย ประสพผลสำเร็จมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสื่อประสม ส่วนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ใช้ชุดการสอนคงที่

บรอเลย์ (Brawley, 1975, p. 4280-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบสื่อประสม เพื่อใช้สอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอน 12 ชุด ใช้เวลาสอน 15 วัน ผลการวิเคราะห์การใช้ชุดการสอนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การนำความรู้ที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเป็นเรื่องที่ดีและน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง แต่ยังมีปัญหาที่พบคือ ไม่มีผู้ที่จะทำการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน หรือมีแต่ผู้ที่จะทำการถ่ายทอดยังขาดเทคนิคในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน เมื่อได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องชุดการสอน พบว่า การนำชุดการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ ชุดการสอนผ่านระบบการผลิตที่มีขั้นตอน และผ่านการจัดระบบอย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำสื่อประสมมาใช้ ซึ่งสามารถช่วยสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น และยังช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น การสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนของครูและผู้เรียนได้ผลดี เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนสอนให้กับครู และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตัดสินใจด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแปรรูปสมุนไพรท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อแก้ปัญหาทั้งด้านตัวครูและผู้เรียน และยังช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องที่มีอยู่ในท้องถิ่นเกิดผลแก่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป