

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - 2.4 คุณภาพผู้เรียน
3. ชุดกิจกรรม
 - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 3.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
 - 3.3 ประเภทของชุดกิจกรรม
 - 3.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 3.5 ขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรม
 - 3.6 ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม
 - 3.7 คุณค่าของชุดกิจกรรม
 - 3.8 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 4.3 ความหมายของโครงงาน
 - 4.4 ประเภทของโครงงาน
 - 4.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน

- 4.6 บทบาทหน้าที่ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงการ
- 4.7 คุณค่าของโครงการ
- 4.8 การประเมินผลการทำงานโครงการ
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 ลักษณะและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.5 การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 6, 12-13)

มาตรา 6 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

มาตรา 7 ในกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้องกับการเมืองการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข รู้จักรักษาและส่งเสริมสิทธิหน้าที่เสรีภาพ เคารพกฎหมาย ความสะอาดและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย รู้จักรักษาผลประโยชน์ส่วนรวมและของประเทศชาติ และความรู้ที่ส่งเสริมศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของชาติ การกีฬา ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและความรู้อันเป็นสากล ตลอดจนอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

มาตรา 23 การจัดการศึกษาเน้นความสำคัญทั้งความรู้ความเข้าใจ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์เรื่องจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการและการเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

สรุปได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการและการเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ใช้ ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งความรู้ความเข้าใจ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น ตลอดจนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รู้จักพึ่งตนเอง มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้และเรียนรู้ด้วยตนเอง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในครั้งนี้ พัฒนาผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1,31-33)

1. ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ

เครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้า มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็น วัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึง จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งการเรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิด สารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3)

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. ทดลองและจำแนกสารเป็น กลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาด อนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบาย สมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม	- เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารได้เป็น สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละ กลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน - เมื่อใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์จำแนก สารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม	<p>- เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน</p> <p>- เมื่อใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์จำแนกสารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน</p>
	2. อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร	<p>- สี รูปร่าง ขนาด ความแข็งความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นสมบัติทางกายภาพของสาร ความเป็นกรด-เบส ความสามารถในการรวมตัวกับสารอื่นๆ การแยกสลายของสารและการเผาไหม้เป็นสมบัติทางเคมี</p> <p>- สารในสถานะต่างๆ มีลักษณะการจัดเรียงอนุภาคระยะห่างระหว่างอนุภาคและแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารอธิบายสมบัติบางประการของสารได้</p>
	3. ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย	- สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลางหรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัสหรืออินดิเคเตอร์
	4. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<p>- ความเป็นกรด - เบสของสารละลายระบุเป็นค่า pH ซึ่งตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์</p> <p>- ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันอาจมีความเป็นกรดเบสแตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม</p>

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 มีการจัดทำคำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน การจัดหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ และเวลาเรียน ดังนี้ (หลักสูตรโรงเรียนบ้านทุ่งมหาชัย พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, 2553, หน้า 101-102, 136-138)

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ว 21101 วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

เวลาเรียน 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา สังเกต ทดลอง อธิบายและตรวจสอบ รูปร่าง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน นิวเคลียสไซโทพลาซึมและเยื่อหุ้มเซลล์เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ผันเซลล์และคลอโรพลาสต์เป็นส่วนประกอบ ที่พบได้ในเซลล์พืช นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ แวกิวโอล เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์สัตว์ มีหน้าที่แตกต่างกัน นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ แวกิวโอล ผันเซลล์ และคลอโรพลาสต์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ เซลล์พืช มีหน้าที่แตกต่างกัน การแพร่เป็นการเคลื่อนที่ของสาร จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่ บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ ออสโมซิสเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านเข้าและออกจากเซลล์จากบริเวณ ที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงโดยผ่านเยื่อเลือก ผ่าน แสง คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น้ำตาล แก๊สออกซิเจนและน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิตและต่อสิ่งแวดล้อมในด้านอาหาร การหมุนเวียนของแก๊สออกซิเจนและแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำเป็นกลุ่มเซลล์เฉพาะเรียงต่อเนื่องกันตั้งแต่ราก ลำต้น จนถึง ใบ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารเป็นกลุ่มเซลล์ที่อยู่ คู่ขนานกันเป็นท่อลำเลียง จากราก ลำต้นถึงใบ ซึ่งการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่จะแตกต่างกัน เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจาก รากสู่ใบ ส่วนเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารทำหน้าที่ลำเลียงอาหารจากใบสู่ส่วนต่างๆ ของพืชการคายน้ำ มีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำของพืช เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียเป็นโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ ของพืชดอก กระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้และเซลล์ไข่ในอวุล การแตกหน่อ การเกิดไหล เป็นการสืบพันธุ์ของพืชแบบไม่อาศัยเพศ

โดยไม่มีการปฏิสนธิ ราก ลำต้น ใบ และกิ่งของพืชสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์พืชได้ พืชตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยสังเกตได้จากการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบของพืชที่มีต่อแสง น้ำและการสัมผัส เทคโนโลยีชีวภาพเป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตมีสมบัติตามต้องการ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช พันธุวิศวกรรม เป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของพืช

ศึกษา สืบค้นข้อมูล สังเกต ทดลอง และอธิบายเกณฑ์การจำแนกของสารใช้หลายเกณฑ์เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน เมื่อใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์จำแนกสารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน สี รูปร่าง ขนาด ความแข็ง ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นสมบัติทางกายภาพของสาร ความเป็นกรด - เบส ความสามารถในการรวมตัวกับสารอื่นๆ การแยกสลายของสารและการเผาไหม้ เป็นสมบัติทางเคมี สารในสถานะต่างๆ มีลักษณะการจัดเรียงอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาค และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารอธิบายสมบัติบางประการของสารได้ สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัสหรืออินดิเคเตอร์ ความเป็นกรด - เบสของสารละลายระบุเป็นค่า pH ซึ่งตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน อาจมีความเป็นกรด - เบสแตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม

ศึกษา สืบค้นข้อมูล สังเกต ทดลอง และอธิบายสารละลายประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลาย สารละลายที่ระบุความเข้มข้นเป็นร้อยละหมายถึงสารละลายที่มีอัตราส่วนของปริมาณตัวละลาย ละลายอยู่ในสารละลายร้อยละส่วน ในชีวิตประจำวันได้มีการนำความรู้เรื่องสารละลายไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร การแพทย์ และด้านอื่นๆ เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะและเกิดการละลาย มวลของสารจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่สมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง รวมทั้งมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ ความดัน ชนิดของสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะ และการละลายของสาร

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต การทดลอง วิเคราะห์ อภิปราย สืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ส่วนประกอบสำคัญของพืช การสังเคราะห์แสง สารละลายกรด-เบส การจำแนกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และมีจิตวิทยาศาสตร์

รหัสตัวชี้วัด

ว 1.1 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3, ม. 1/4, ม. 1/5, ม. 1/6, ม. 1/7, ม. 1/8, ม. 1/9, ม. 1/10,
ม. 1/11, ม. 1/12, ม. 1/13

ว 3.1 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3, ม. 1/4

ว 3.2 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3

รวมทั้งหมด 20 ตัวชี้วัด

ตาราง 2 แสดงหน่วยการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมาตรฐานการเรียนรู้
ตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	สิ่งมีชีวิตกับ การดำรงชีวิต หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง เซลล์และ ส่วนประกอบของ เซลล์	ว 1.1 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3	หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยเซลล์ เซลล์มี องค์ประกอบที่สำคัญคือนิวเคลียส ไซโทพลาสซึม แวกิวโอล และ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ละองค์ประกอบ มีหน้าที่แตกต่างกัน	9
	หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง การแพร่ และ การออสโมซิส	ว 1.1 ม. 1/4	การแพร่เป็นการเคลื่อนที่ของ สารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำและ ออสโมซิส เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำ ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ จาก บริเวณที่มีความเข้มข้นของ สารละลายต่ำไปสู่บริเวณที่มี ความเข้มข้นของสารละลายสูง โดยผ่านเยื่อเลือกผ่าน	6

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การสังเคราะห์ แสงของพืช	ว 1.1 ม. 1/5, ม. 1/6, ม. 1/7	แสง คลอโรฟิลล์ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็น ปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทำให้ เกิดน้ำตาล แก๊สออกซิเจนและน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	6
	หน่วยย่อยที่ 4 เรื่อง การสืบพันธุ์ ของพืช	ว 1.1 ม. 1/8, ม. 1/9, ม. 1/10, ม. 1/11	น้ำและอาหารของพืช ถูกนำไป เลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชโดยเนื้อเยื่อ ลำเลียงน้ำและอาหาร	6
	หน่วยย่อยที่ 5 เรื่อง การตอบ สนองต่อสิ่งเร้า ของพืช	ว 1.1 ม. 1/12	พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า	6
2	เทคโนโลยี ทาง ชีวภาพ	ว 1.1 ม. 1/13	เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นการใช้ เทคโนโลยีเพื่อ ทำให้สิ่งมีชีวิตหรือ องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีสมบัติ ตามต้องการ เช่น การเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อ	6
3	สสารและสมบัติ ของสาร หน่วยย่อยที่ ๑ เรื่อง สาร	ว 3.1 ม. 1/1, ม. 1/2	สมบัติของสารแยกเป็นสมบัติ ทางกายภาพและสมบัติทางเคมี การจำแนกสารใช้เกณฑ์หลาย อย่างเช่น จำแนกตามเนื้อสารหรือ ใช้อุณหภูมิของสารเป็นเกณฑ์	6

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
3	หน่วยย่อยที่ ๒ เรื่อง สมบัติของ ความเป็นกรด- เบส	ว 3.1 ม. 1/3, ม. 1/4	สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำ ละลาย อาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือเบส ซึ่งเราสามารถ ตรวจสอบได้ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	9
4	สารละลาย	ว 3.2 ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/3	สารละลายประกอบด้วยตัว ละลายและตัวทำละลาย อุณหภูมิ ความดัน ชนิดของสารมีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงสถานะและการละลาย ของสาร	6
รวมตลอดภาคเรียน				60

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน
ดำเนินถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติ
ของสาร เวลา 15 ชั่วโมง นำมาสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง สารและสมบัติของ
สาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมที่ 1	เรื่อง สาร	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 2	เรื่อง สมบัติความเป็นกรด-เบส	เวลา 4 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 3	เรื่อง สနุกกับโครงงาน	เวลา 9 ชั่วโมง

4. คุณภาพผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 5-6)

ฉบับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

4.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

4.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

4.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

4.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

4.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

4.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

4.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ชุดกิจกรรม

การศึกษาค้นคว้านั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นต้องมีการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติและเกิดประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ และกระตือรือร้นในการพัฒนาด้านความคิดและการแสดงออก นอกจากนี้สื่อการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างความรู้กับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้รวดเร็ว

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นคุณลักษณะของผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงสร้างชุดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมาย

ผลจากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม สามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมมีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการเรียนการสอน ชุดการสอน (Instructional Package) บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนโปรแกรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2543, หน้า 65)

ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการเรียนการสอนหลายอย่างประกอบกันจัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญชม ศรีสะอาด, 2537, หน้า 95) สามารถบรรลุวัตถุประสงค์และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่สอนมากขึ้น (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2525, หน้า 185) ซึ่งอาจบรรจุอยู่ในซองกล่องหรือกระเป๋า ตามที่ผู้สร้างจะทำขึ้น ส่วนมากจะประกอบด้วย ชื่อเรื่อง คำชี้แจง จุดมุ่งหมาย เนื้อหา การกำหนดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2545, หน้า 91) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและเลือกเรียนในเนื้อหาที่ตนสนใจ โดยไม่จำกัดเรื่องของเวลาและสถานที่ใช้เวลาน้อยในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ มีกิจกรรมสำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะดำเนินการเรียนตามคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดการเรียนการสอน เป็นไปตามลำดับขั้น

ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มความคล่องแคล่วให้กับผู้เรียนได้คิด ได้ทดลองไปที่ละขั้นตอนและสามารถประมวลผลการเรียนรู้ได้ทันที (คณาภรณ์ รัตมีมารีย์, 2550, หน้า 56-57) จากที่กล่าวมานั้นทำให้เชื่อมั่นได้ว่าชุดกิจกรรมจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม เป็นนวัตกรรมการสอนในลักษณะของสื่อที่มีความหลากหลาย ประกอบไว้เป็นชุด ซึ่งมีองค์ประกอบครบถ้วนพร้อมที่จะนำไปใช้ได้ทันทีสร้างโดยผู้สอน ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนตามความถนัด ความสนใจ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการแสดงออกและได้รับประสบการณ์ตรงจากกิจกรรมที่ออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ สามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

แนวคิดพื้นฐานที่ผู้ศึกษาค้นคว้านำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมเกิดจากการสังเคราะห์หลักการจากบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 92-94) และชม ภูมิภาค (2528, หน้า 100-101 อ้างอิงใน อรุณช ติมตศิริ, 2546, หน้า 168) มีหลักการและทฤษฎีซึ่งประกอบด้วยแนวคิด 6 ประการ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล

นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด ความสนใจ ความแตกต่างของผู้เรียนหลายๆ ด้าน เช่น ความสามารถ สติปัญญา ความถนัด ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย สังคม และอื่นๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดสอนรายบุคคลหรือการสอนตามเอกัตภาพการศึกษาโดยเสรี การศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนเป็นวิธีเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ ในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำ ช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2.2 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม

เดิมผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้จากผู้สอนซึ่งเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา และยึดผู้สอนเป็นแหล่งความรู้ ผู้เรียนแทบจะไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนฯ และต่อผู้สอนจึงขาดทักษะการแสดงออก นำมาสู่การผลิตสื่อให้เป็นแหล่งความรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้ความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ เกิดทักษะการแสดงออก ผู้สอนจึงเป็นผู้คอยชี้แนะและให้คำปรึกษาในการเรียนการสอน ผู้สอนจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนโดยผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากสิ่งที่ผู้สอนเตรียมไว้ในรูปของชุดกิจกรรม

2.3 ทฤษฎีสื่อประสม (Multimedia System)

เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อสร้างความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ ชุดกิจกรรมจัดเป็นนวัตกรรมที่ใช้หลักการและทฤษฎีของสื่อประสม

2.4 การนำกระบวนการกลุ่มมาใช้

แนวโน้มในปัจจุบันและในอนาคตกระบวนการเรียนรู้จะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน มีหน้าที่ในการทำงานกลุ่มตามบทบาทของตนเองที่ได้รับมอบหมายภายในกลุ่ม

2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้

ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง ทราบผลการเรียนของตนทันที มีการเสริมแรงตามความเหมาะสม หากผู้เรียนได้รับการเสริมแรงและเกิดความภาคภูมิใจเมื่อทำถูก จะทำให้เกิดพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และผู้เรียนจะเรียนรู้ไปที่ละขั้นตามความสามารถ ความสนใจของตนเอง

2.6 การนำวิธีวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) มาใช้

ในการสร้างชุดกิจกรรมเป็นการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน จะต้องนำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพที่เชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้ ซึ่งมีการเสนอแนะการสอนสำหรับผู้สอนถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการสอนตลอดจนเครื่องมือและวิธีการประเมินผล โดยสร้างขึ้นเป็นแบบบูรณาการ มีความเกี่ยวเนื่องและสอดคล้องกันอย่างดี เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตรงตามจุดมุ่งหมาย

จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สรุปได้ว่า การสร้างชุดกิจกรรมจะต้องคำนึงถึงหลักการและทฤษฎีทั้ง 6 ประการ คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม ทฤษฎีสื่อประสม กระบวนการกลุ่ม ทฤษฎีการเรียนรู้ และวิธีวิเคราะห์ระบบ เป็นแนวคิดหลักพื้นฐาน เพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาผู้เรียนเต็มตามศักยภาพ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ประเภทของชุดกิจกรรม

การสร้างและออกแบบชุดกิจกรรมจะต้องคำนึงถึงการนำเอาชุดกิจกรรมไปใช้ จาก การสังเคราะห์จากวิชช วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 185-186) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 94-95) สามารถจำแนกชุดกิจกรรมตามลักษณะการใช้งานเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

3.1 ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบคำบรรยาย

เป็นชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอนจะใช้สอนผู้เรียน จะมีเพียงเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวที่ ใช้สอนกลุ่มใหญ่ โดยมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจในเวลาเดียวกันเป็นการเปลี่ยนบทบาทของครูผู้พูดให้ น้อยลง จะมีสื่อที่ครูใช้อาจ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ फिल्मสตริป สไลด์ ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียงหรือ กิจกรรมที่กำหนดไว้

3.2 ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม

เป็นชุดกิจกรรมที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน เป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะใน เนื้อหาวิชาที่เรียน และให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมชนิดนี้ มักจะใช้ในการสอนแบบ กิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

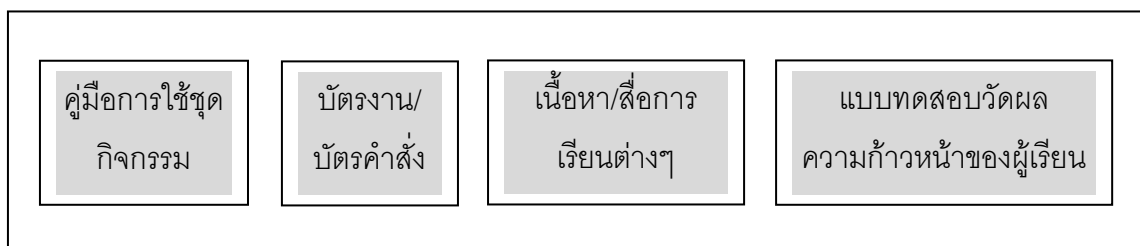
3.3 ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคล หรือ ชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพ

เป็นชุดกิจกรรมที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียน ศึกษาด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอน ตาม ความสามารถและความสนใจของผู้เรียนอาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ถ้าเรียนทางไกลผู้เรียน ต้องศึกษาเรียนรู้จากสื่ออื่นๆ ประกอบด้วย เช่น วิชชุ โทรทัศน์ ฯลฯ ผู้เรียนสามารถประเมินผล การเรียนด้วยตนเองและศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับ

การศึกษาค้นคว้า มุ่งที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ของผู้เรียน โดยจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม เล็กๆ 4-6 คน เน้นการฝึกทักษะด้วยการทำงานร่วมกัน สมาชิกแต่ละคนจะมีหน้าที่รับผิดชอบ ร่วมกัน เพื่อให้กิจกรรมกลุ่มของตนเองประสบความสำเร็จ

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของชุดกิจกรรมจากวิชช วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 186-189) บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 95) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 95-97) สาโรจ โศภีรักษ์ (2546, หน้า 137-138) สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมจะประกอบด้วยสื่อที่หลากหลายในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีการตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาบูรณาการโดยวิธีจัดระบบ เพื่อให้ชุดกิจกรรมแต่ละชุดมีประสิทธิภาพ และความสมบูรณ์ ชุดกิจกรรมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ดังนี้



ภาพ 1 องค์ประกอบที่สำคัญของชุดกิจกรรม

4.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม

ซึ่งประกอบด้วยคู่มือสำหรับครู ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคู่มือสำหรับนักเรียนใช้ประกอบในการเรียนระหว่างการใช้ชุดกิจกรรม ภายในคู่มือครูจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรม สิ่งที่ครูต้องเตรียมด้านวัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ ซึ่งระบุไว้อย่างละเอียด เพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมศึกษาและปฏิบัติจนเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน การจัดผังชั้นเรียน เนื้อหาสาระและการประเมินผล ครูและนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำชี้แจงอย่างเคร่งครัด

4.2 บัตรงาน/บัตรคำสั่ง

เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน อาจเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยเรียน มักนิยมใช้กระดาษแข็งตัดเป็นบัตร ขนาด 6 คูณ 8 นิ้ว ซึ่งประกอบด้วย

4.2.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2.2 คำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง

4.2.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนทำตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

บัตรคำสั่งจะต้องมีถ้อยคำกะทัดรัด เข้าใจง่าย ชัดเจน ครอบคลุมกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติ ผู้เรียนจะต้องอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจก่อน แล้วจึงปฏิบัติเป็นขั้นๆ ไป

4.3 เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนต่างๆ

โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม และรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ แผนภูมิต่างๆ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป สไลด์ขนาด 2 x 2 นิ้ว ของจริง เป็นต้น

4.4 แบบทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียน

เป็นแบบประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ โดยตรวจสอบว่าหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมจบแล้ว ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ มีองค์ความรู้เพิ่มขึ้น มีการพัฒนาเจตคติ หรือมีความสามารถ ทักษะกระบวนการใดเพิ่มขึ้นบ้าง ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ สร้างชุดกิจกรรมประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรคำสั่ง สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล ซึ่งครบถ้วนตามองค์ประกอบของชุดกิจกรรม เพื่อให้ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นเกิดความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

5. ขั้นตอนของการพัฒนาชุดกิจกรรม

การพัฒนาชุดกิจกรรมจะมีขั้นตอนหลายขั้นตอน ผลการสังเคราะห์จากวิจัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 189-192) และรุ่งทิภา จักรกร (ม.ป.ป., หน้า 86-89 อ้างอิงในกระทรวงศึกษาธิการ, 2543, หน้า 66-67) สรุปขั้นตอนการผลิตและการใช้ชุดกิจกรรมมีดังนี้ คือ

5.1 กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตร หรือตามความเหมาะสมก็ได้ การจะจัดแบ่งเรื่องย่อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และการใช้ชุดกิจกรรมนั้น การจัดแบ่งเนื้อเรื่อง เพื่อทำชุดกิจกรรมในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน

5.2 จัดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ตามความต้องการและตามความเหมาะสม

5.3 จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่งๆ ควรใช้เวลานานเท่าใด ใช้เวลาเรียนเป็นคาบหรือสัปดาห์ตามความเหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียน

5.4 กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อยๆ สะดวกในการเรียนรู้ แต่ละหน่วยจะประกอบด้วยประสบการณ์ในการเรียนรู้อะไรบ้าง กำหนดหัวข้อแต่ละหน่วยนั้นขึ้น

5.5 กำหนดความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการ ผู้สอนจะต้องมีความชัดเจนของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดรวบยอด หรือหลักการจากการเรียนรู้ได้ชัดเจน

5.6 กำหนดจุดประสงค์ในการสอน ซึ่งหมายถึงจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ให้ชัดเจน

5.7 การวิเคราะห์งาน โดยการนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรมว่าควรทำอะไรก่อนหลัง แล้วจึงจัดลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

5.8 ลำดับกิจกรรมการเรียนหลังจากพิจารณาจุดประสงค์ของแต่ละข้อว่าจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร จึงจะบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนด นอกจากนั้นต้องพิจารณากิจกรรมพิเศษต่างๆ ที่จะเสริมสร้างความสนใจและความสามารถของผู้เรียนด้วย

5.9 กำหนดแบบประเมินผล ครูต้องพิจารณาหาวิธีการในการประเมินผล จะใช้วิธีอย่างไร จึงจะประเมินผลได้แน่นอนตามจุดประสงค์ที่กำหนด

5.10 เลือกและผลิตสื่อการสอน เพื่อให้ทราบว่าจะใช้สื่อการสอนอะไร แล้วจึงจัดหาและผลิต เพื่อให้ได้ตามต้องการ จัดเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกแก่การใช้

5.11 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

5.12 สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียน พร้อมทั้งเฉลย

5.13 ขนาดรูปแบบของตัวอักษรในชุดกิจกรรมควรมีขนาดมาตรฐาน เป็นระเบียบเรียบร้อย พร้อมทั้งความสวยงาม

5.14 ใช้ชุดกิจกรรมตามประเภทและจุดประสงค์ที่สร้างขึ้น นอกจากนั้นจะต้องใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้เกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมนั้นๆ ด้วย ชุดกิจกรรมจะมีทั้งคู่มือครูและวิธีการที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติเพื่อใช้ชุดกิจกรรม

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ให้ความสำคัญกับทุกขั้นตอนของการสร้างชุดกิจกรรม ดังนั้นจึงสร้างชุดกิจกรรมโดยมีลำดับการสร้างที่ครบถ้วนทุกขั้นตอน และต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบในแต่ละลำดับขั้น เพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม

การใช้ชุดกิจกรรมมีขั้นตอนที่ต้องทำตามลำดับผลการสังเคราะห์จากบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 109 - 110) รุ่งทิวา จักรกร (ม.ป.ป., หน้า 87 อ้างอิงในกระทรวงศึกษาธิการ, 2543, หน้า 68) และสาโรช โศภีรักษ์ (2546, หน้า 139-140) สรุปขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมได้ ดังนี้

6.1 ทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นอันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้อันของผู้เรียนใช้เวลาเรียนประมาณ 10 – 15 นาที

6.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมีความต้องการที่จะเรียน ทั้งนี้ขึ้นกับเทคนิคของผู้สอนด้วย ในการนำเข้าสู่บทเรียนให้น่าสนใจ

6.3 ขั้นประกอบกิจกรรม ครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจการทำกิจกรรมก่อนลงมือทำกิจกรรม

6.4 สรุปบทเรียน ครูนำในการสรุปบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการถามหรือให้นักเรียนเล่าสรุปความเข้าใจ หรือกิจกรรมอื่นใดที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดและหลักการตามที่กำหนด

6.5 ประเมินผลการเรียน โดยทำข้อทดสอบอีกครั้งเพื่อประเมินดูว่านักเรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ในกรณีที่ไม่มีผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ถ้านักเรียนสอบผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อก็ให้เรียนก้าวหน้าต่อไป

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ สร้างชุดกิจกรรมแบบโครงงานที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกิดการพัฒนาด้านความคิด ทักษะการแสดงออก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรม ประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นประกอบกิจกรรมหรือขั้นสอน และขั้นสรุปบทเรียน และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

7. คุณค่าของชุดกิจกรรม

จากการสังเคราะห์คุณค่าของชุดกิจกรรมจากบุญเกื้อ ครอบหาเวช (2545, หน้า 110-111) และ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, หน้า 34 อ้างอิงใน สุรีย์ อรรถกร, 2551, หน้า 26) สามารถสรุปได้ ดังนี้

- 7.1 ช่วยให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน
- 7.2 ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดกิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของการเรียน
- 7.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- 7.4 ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
- 7.5 ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น
- 7.6 ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

7.7 ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้รูปร่างมากขึ้น

7.8 ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

7.9 ผู้เรียนสามารถนำเอาชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

7.10 ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน เพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

7.11 ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

7.12 เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมสามารถช่วยแบ่งเบาภาระกิจของผู้สอนและช่วยเหลือผู้สอนนอกจากนั้น ยังช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ มีการประกอบกิจกรรมมากกว่าการบอกของผู้สอนและผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถศึกษาหาความรู้ได้ตามความสนใจ มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น และได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้

8. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมจากสุโขทัยธรรมาธิราช (2540, หน้า 495-500 อ้างอิงใน นิตยพร แซ่ตั้ง และคณะ, 2550, หน้า 25) และการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง การนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trail run)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดกิจกรรมจะพึงพอใจว่า หากชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดกิจกรรมนั้นก็มีความคุ้มค่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสม แต่โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, หน้า 494-497 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 438-439)

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 42-45) ได้เสนอ เกณฑ์ประกันประสิทธิภาพซึ่งกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior หรือ E_1) คือประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ พฤติกรรมนี้เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมายและกิจกรรมอื่นที่ผู้อื่นได้กำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior หรือ E_2) คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

เมื่อสร้างนวัตกรรมเสร็จแล้วจะต้องนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง โดยทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่ง

2.2 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน คละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10%

2.3 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับผู้เรียน 40 – 100 คนคละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นั้นผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้ว ให้เทียบกับค่า เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5%
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงกำหนดประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยทดลองแบบเดียวกับนักเรียน จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบ

ด้านภาษาและเวลา ทดลองแบบกลุ่มกับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมและนำไปปรับปรุงแก้ไข ทดลองแบบภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม และนำชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติให้ได้ประสบการณ์ตรง ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น มุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น วิธีจัดการเรียนการสอนที่ยอมรับและใช้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีหลากหลายวิธี เช่น การเรียนแบบโครงงาน การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่พัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ศึกษาพบว่า การเรียนแบบโครงงานสามารถพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานบูรณาการกับชุดกิจกรรม และได้สังเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ดังนี้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การสอนแบบโครงงาน เป็นการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้วางโครงการและดำเนินการให้สำเร็จตามความมุ่งหมายของโครงการนั้น อาจเป็นโครงการที่จัดทำเป็นหมู่หรือคนเดียวก็ได้ นักเรียนจะมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการทำงานนั้นด้วยตนเอง ลักษณะการสอนคล้ายตามสภาพจริงของสังคม เป็นการทำงานที่เริ่มต้นด้วยปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาโดยลงมือทดลองปฏิบัติจริง (ประนอม เดชชัย, 2531, หน้า 50 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 343)

การสอนวิทยาศาสตร์แบบโครงงาน เน้นที่ปัญหาหรือคำถามของผู้เรียนซึ่งมีแก่นมาจากเนื้อหาในหลักสูตรที่นำมาบูรณาการให้เป็นความรู้สำหรับผู้เรียนได้ โครงงานจะต้องเป็นตัวเร้าให้ผู้เรียนสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หลักการและประสบการณ์ในชีวิตจริงให้สอดคล้องกันอย่างเป็นระบบและสมเหตุสมผล การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียนจะต้องแสดงถึงขั้นตอนการใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม จนได้ผลงานที่พัฒนาขึ้นจากความรู้ความเข้าใจ และผ่านกระบวนการแก้ปัญหามาแล้วอย่างมีขั้นตอน (วินัย ดำสุวรรณ, 2543, หน้า 35)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลัก คือ การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่แล้วจึงเขียนรายงานและ

นำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยน เรียนรู้ ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด (ทิตนา แชมมณี, 2550, หน้า 139)

กล่าวโดยสรุปคือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ร่วมกัน เป็นกลุ่มที่เริ่มต้นจากปัญหาหรือตัว ซึ่งมีแก่นมาจากเนื้อหาในหลักสูตร มีการวางแผนการดำเนินงาน แก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ ดำเนินงานตามแผนที่กำหนดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สังเกต สัมภาษณ์ ศึกษาค้นคว้า ทดลองปฏิบัติจริงอย่างเป็นระบบและสมเหตุสมผล จนได้ข้อค้นพบใหม่จากความรู้ ความเข้าใจ เขียนรายงาน และนำเสนอผลการดำเนินงาน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในการศึกษาค้นคว้าในครั้งแบ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น 5 ขั้นตอน คือ จากปัญหาพบโครงงาน เขียนเค้าโครงแนวทางการ รวมพลังตามแผนปฏิบัติ ร่วมใจจัดทำรายงาน และ นิทรรศการภูมิใจเสนอ

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructionism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ซีมัวร์ เพเพอร์ท (Seymour Papert) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) เพเพอร์ทได้มีโอกาสร่วมงานกับเพียเจต์ และได้พัฒนาทฤษฎีนี้ขึ้นในวงการการศึกษา (ทิตนา แชมมณี, 2550, หน้า 96)

แนวความคิดของทฤษฎีนี้ คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลก ก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเองนั่นเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีการสิ้นสุด (สำนักงานโครงการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 1-2 อ้างอิงใน ทิตนา แชมมณี, 2550, หน้า 96)

วิธีสอนแบบโครงงานซึ่งเป็นแนวความคิดของนักการศึกษาชาวอเมริกันคือ John Dewey และ William H. Kitpatrick เป็นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เลือกกระทำในสิ่งที่สนใจ ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง มีการวางแผน มีการแก้ปัญหาการทำงาน

อย่างมีระบบ เพื่อให้กิจกรรมนั้นสำเร็จ ขึ้นงานเป็นผลพลอยได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงกระตุ้นเพื่อคิดหาเหตุผล (ปัญญา สังข์ภิรมย์, 2550, หน้า 2)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติจริงให้มากในทุกขั้นตอน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากนักจิตวิทยาในแนวใหม่ที่มุ่งให้ผู้เรียนสำรวจตนเอง ค้นหาความถนัดและปัญหาที่ตนสนใจ ผู้เรียนมีโอกาสเลือกวางแผนการ และดำเนินการด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนการสอนดังกล่าวเรียกว่า การสอนแบบโครงการ (Project method) โดยอาศัยหลักปรัชญาของ John Dewey ซึ่งเป็นการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ในที่สุด (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 343)

ทิศนา ขัมมณี (2550, หน้า 138-139) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลัก (Project-Based Instruction) มีหลักการดังนี้

1. โครงการหรือโครงการเป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมโยงอยู่ตั้งนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความเป็นจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน

2. การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบสอบ (process of inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น ดังนั้นจึงเป็นช่องทางที่ดีในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญาของผู้เรียน

3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลัก ช่วยให้ผู้เรียนได้ผลิตงานที่เป็นรูปธรรมออกมา ผลผลิตที่แสดงออกถึงความรู้ความคิดของผู้เรียนนี้สามารถนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการวิจัยด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ได้ชี้ชัดว่าการเรียนรู้จะพัฒนาขึ้นหากความรู้และทักษะต่างๆ สามารถแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน

4. การแสดงผลงานต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ แรงจูงใจจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้น และความอดทนในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้

5. การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการในการสืบสอบและแก้ปัญหาแล้ว ยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ด้วย

จากหลักการของโครงการที่กล่าวมานั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมแบบโครงการโดยยึดหลักการที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาโดยเน้นปัญหา ความต้องการคำตอบที่เป็นจริงของนักเรียนในสภาพแวดล้อมจริง หลักการ ทฤษฎีและเหตุการณ์จริง โดยผู้เรียนต้องผลิตผลงานการทำโครงการให้เป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม สามารถมองเห็น และจับต้องได้ และผู้เรียนต้องนำเสนอ

ผลงานต่อสาธารณชน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการนำเสนอผลงาน และเพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อไป เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (project-based learning)

3. ความหมายของโครงการ

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2544, หน้า 139) โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process) เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหา หรือข้อสงสัยโดยผู้เรียนเป็นผู้วางแผนการศึกษา ค้นคว้า ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผลและเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (วินัย คำสุวรรณ, 2543, หน้า 1) รวมทั้งได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้และมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ควบคุมอย่างใกล้ชิด (มาฆะ ทิพย์ศิริ, 2543, หน้า 5) อาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ และมีการนำออกแสดงในนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ หรืองานวันวิทยาศาสตร์ (science fair) ของโรงเรียน หรือหน่วยงานอื่นๆ ที่จัดในโอกาสสำคัญต่างๆ

กล่าวโดยสรุป คือ โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบคำถามหรือปัญหาที่ต้องการคำตอบที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process) เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหา หรือข้อสงสัย โดยผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินขั้นตอนของโครงการวิทยาศาสตร์เองทั้งหมด ผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะ เป็นที่ปรึกษา

4. ประเภทของโครงการ

จากการสังเคราะห์เอกสารของ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2547, หน้า 6-9) วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545, หน้า 60-63) มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543, หน้า 7-8) และพรพิมล พรพิรัชฌ์ (2550, หน้า 193-194) สามารถสรุปได้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

4.1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆอย่างมีระบบ โดยไม่จำเป็นต้องจัดหรือกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

4.2 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง ลักษณะเด่นของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองคือ ต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษาไว้ หรือ

อาจกล่าวได้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจะต้องมีการกำหนดตัวแปรซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตัวแปรคือ

- ตัวแปรต้นหรือตัวแปรที่ต้องการศึกษา
- ตัวแปรตามหรือผลที่ได้จากการศึกษา
- ตัวแปรควบคุมเป็นสิ่งที่เราต้องควบคุมไว้ให้คงที่มิฉะนั้นจะมีผลต่อตัวแปรตาม
- ตัวแปรแทรกซ้อน หมายถึงตัวแปรที่เราไม่อาจคาดคิดได้ แต่เป็นตัวแปรที่มีผล

ทำให้ตัวแปรตามผิดไปจากเดิม เช่น ในขณะที่นักเรียนศึกษาการตกของวัตถุหลายๆขนาดลงบนพื้น มีลมพัดอย่างแรงเกิดขึ้น ทำให้ผลการวัดผิดไป เราจะเรียกการพัดของลมว่าตัวแปรแทรกซ้อน

4.3 โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆซึ่งอาจคิดประดิษฐ์ใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่างๆ โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้นนี้ จะครอบคลุมเรื่องต่างๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา สังคม อาชีพ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ

4.4 โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภททฤษฎี เป็นการเสนอทฤษฎี หรือหลักการ หรือแนวความคิดใหม่ ซึ่งอาจเป็นไปในรูปของสูตร สมการ คำอธิบายหรือแนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์ด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือตามกติกา/ข้อตกลงที่กำหนดขึ้นมาเอง หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายข้อความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ ได้

จากการสังเคราะห์ประเภทของโครงการ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เรียนจะศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเภท โดยจะได้รับมอบหมายให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่มละ 1 เรื่อง นักเรียนสามารถเลือกประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ตามความต้องการที่จะทราบถึงคำตอบที่ผู้เรียนสนใจ

5. ขั้นตอนการทำโครงการ

จากการสังเคราะห์เอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 75-76) พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 194-196) และวัฒนาพร ระวังบุทช์ (2545, หน้า 62-65) กล่าวว่าการทำงานโครงการเป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่อง มีการสืบเสาะหาความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้ทำโครงการมีอิสระในการนำความรู้ ขั้นตอนสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปเป็นลำดับได้ดังนี้

5.1 การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจกับปัญหา

ผู้เรียนเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง หัวข้อเรื่องส่วนใหญ่ได้มาจากความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนเองต้องการค้นหาคำตอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ปัญหาอาจมาจากประสบการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียน เรื่องที่ครูสอนในชั้นเรียน การอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน การไปดูงาน การไปทัศนศึกษา ชมนิทรรศการ การอ่านหนังสือ เอกสาร บทความ เป็นต้น ขั้นนี้ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาช่วยเหลือและส่งเสริมให้ผู้เรียนกำหนดปัญหา กำหนดจุดประสงค์ และตั้งสมมติฐาน รวมทั้งการศึกษาค้นคว้าความรู้ และสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การเลือกหัวข้อเรื่องควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

- ความเหมาะสมของระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน
- วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้
- แหล่งความรู้ ผู้เกี่ยวข้อง
- ระยะเวลา ความปลอดภัย

5.2 การวางแผนการทำโครงการ

เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ประกอบด้วยการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบการแก้ปัญหาตามประเภทของโครงการ โดยการกำหนดวิธีดำเนินงาน การเลือกเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ การนำเสนอวิธีการควบคุมตัวแปร การรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำกับข้อมูล โดยให้นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

5.2.1 ชื่อโครงการ ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายได้ตรง

5.2.2 ผู้ทำโครงการ/ชั้นปี/ปีการศึกษาที่ทำโครงการ

5.2.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

5.2.4 หลักการและเหตุผลของโครงการเป็นการอธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงการเรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร มีหลักหรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่ หรือมีผู้อื่นได้ศึกษาค้นคว้าไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่ผู้อื่นทำไว้อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

5.2.5 จุดมุ่งหมาย/วัตถุประสงค์ เขียนเป็นข้อๆ ควรมีความเฉพาะเจาะจงและสามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

5.2.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้าซึ่งอาจถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุมีผล มีทฤษฎี มีหลักการรองรับ เป็นข้อความที่มองเห็นแนวทางในการดำเนินการทดสอบได้ โดยควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

5.2.7 วิธีดำเนินงาน ระบุว่าต้องใช้หรือสร้างวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างในการศึกษาค้นคว้าอธิบายแนวทางในการศึกษาค้นคว้า การออกแบบการทดลอง วิธีการสำรวจรวบรวมข้อมูล หรือการประดิษฐ์แล้วแต่ว่าจะเป็นโครงการประเภทใด ระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.8 แผนปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

5.2.9 ผลที่คาดว่าจะได้จากโครงการ

5.2.10 เอกสารอ้างอิง

5.3 การลงมือทำโครงการ

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินงานหลังจากที่โครงการได้รับความเห็นชอบจากครูที่ปรึกษาแล้วผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้ และควรปฏิบัติด้วยความรอบคอบ คำนึงถึงความปลอดภัยความประหยัดและสภาพแวดล้อมด้วย

ในระหว่างการปฏิบัติงานตามโครงการ ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้อย่างละเอียดว่าทำอะไร ได้ผลอย่างไร ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขทำได้อย่างไร การจดบันทึกข้อมูลดังกล่าวนี้ ต้องทำอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เพื่อจะได้ใช้ข้อมูล สำหรับปรับปรุงงานในอนาคตต่อไปผลที่ได้จากการทำโครงการนำมาวิเคราะห์ และแปลความหมาย เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปผลการทำโครงการในเรื่องนั้นรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปประยุกต์หรือเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆ

5.4 การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นการเสนอผลงานจากการทำโครงการเพื่อสรุปรายงานผลการดำเนินโครงการ เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้อื่นรู้และเข้าใจถึงแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้รับ ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับโครงการ การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่กระชับ เข้าใจง่าย ชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญๆ ของโครงการที่ได้ปฏิบัติไปแล้วโดยอาจเขียนในรูปแบบของสรุปรายงานผล ซึ่งอาจประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ บทคัดย่อ หลักการและเหตุผลที่มาหรือความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ทฤษฎีและหลักการหรือแนวคิดหลักการตั้งสมมติฐาน เอกสารที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษา การแปลผล ตาราง สรุปผลการให้ข้อเสนอแนะ รวมทั้งเอกสารอ้างอิง

5.5 การแสดงผลงาน

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ เป็นการนำผลการดำเนินโครงการทั้งหมดมาเสนอให้ผู้อื่นได้ทราบ เป็นผลผลิตที่ได้จากการดำเนินโครงการประเภทต่างๆ มีลักษณะเป็นเอกสารรายงาน ชิ้นงาน แบบจำลอง เป็นต้น ตามประเภทของโครงการที่ปฏิบัติ การแสดงผลงาน

ในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การนำเสนอด้วยวาจา รายงาน บรรยาย หรือสาธิต เพื่อช่วยในการประเมิน ด้านทักษะการสื่อสารได้ด้วย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ สร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ จากปัญหาพบบโครงงาน เขียนเค้าโครงแนวทางการ รวมพลังตามแผนปฏิบัติ ร่วมใจจัดทำรายงาน และนิทรรศการภูมิใจเสนอ ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าได้ปรับชื่อของแต่ละขั้นตอนให้น่าสนใจด้วยการตั้ง ชื่อคล้องจองกัน กิจกรรมจะส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

6. บทบาทหน้าที่ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงงาน

จากการสังเคราะห์เอกสารของลัดดา ภูเกียรติ (2552, หน้า 97-102) และบุญเลี้ยง ทุมทอง (2550, หน้า 110-113) สามารถสรุปได้ว่าบทบาทของผู้เกี่ยวข้องในการทำโครงงานมีดังนี้

6.1 บทบาทของครูที่ปรึกษา

- 1) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงงาน ค้นหาข้อมูลด้านแหล่งความรู้ งบประมาณ เอกสาร วัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินกิจกรรม
- 2) กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการทำโครงงาน
- 3) แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนรู้หลักการและวิธีการการทำโครงงาน
- 4) จัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเห็นปัญหา และเลือกปัญหาที่จะศึกษาได้
- 5) ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนหรือร่วมวางแผนดำเนินงาน การเขียนเค้าโครงและ การเขียนรายงานโครงงาน
- 6) อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการทำโครงงานในทุกด้าน
- 7) ติดตาม ดูแล สนับสนุนการทำโครงงานของผู้เรียนทุกระยะ ให้คำแนะนำ หรืออาจต้องช่วยแก้ปัญหาเมื่อจำเป็น กระตุ้นและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด
- 8) ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงผลงานของตนเองในรูปแบบที่เหมาะสม
- 9) ประเมินผลการทำโครงงานให้รู้จุดเด่น จุดด้อยของงานเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำโครงงานของผู้เรียนให้ดีขึ้น
- 10) ยกย่องชื่นชมนักเรียนที่ได้ผลการประเมินดีที่สุด และชื่นชมให้ความร่วมมือกันทำงานกลุ่มของทุกกลุ่มที่ทำให้โครงงานประสบความสำเร็จ

6.2 บทบาทของผู้เรียน

- 1) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่สนใจอยากทำ
- 2) เลือกสมาชิกที่จะร่วมกลุ่มที่มีความเข้าใจกันและมีความคิดเห็นตรงกันจะทำงานราบรื่นและสำเร็จไปด้วยดี
- 3) มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน
- 4) ยอมรับฟังเหตุผลของกันและกัน และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการดำเนินงานเป็นไปโดยความเห็นชอบของทุกคน
- 5) มอบหมายหน้าที่การทำงาน ทำงานด้วยความรับผิดชอบและช่วยเหลือให้กำลังใจซึ่งกันและกันแม้แต่เพื่อนกลุ่มอื่นด้วย เพื่อแสดงความเป็นกัลยาณมิตร
- 6) แบ่งเวลาในการทำงานทั้งงานประจำและกิจกรรมโครงการซึ่งอาจต้องใช้เวลาทั้งในและนอกเวลาเรียน
- 7) สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์บูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้
- 8) ใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายในการแสวงหาความรู้ที่ต้องการรู้ ต้องการศึกษา เพื่อเป็นการสร้างสมคุณลักษณะนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตนเอง
- 9) มีเจตคติที่ดีในการแสวงหาความรู้ที่ตนเองต้องการรู้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และภูมิใจในผลงานของตนเอง

6.3 บทบาทของครูในโรงเรียน

- 1) มีส่วนร่วมให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ
- 2) มีความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูด้วยกัน
- 3) ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล ด้านเอกสาร ด้านตัวผู้เรียนที่อยู่ในความดูแล และด้านความรู้เฉพาะทาง

6.4 บทบาทของผู้บริหารโรงเรียน

- 1) สนับสนุนงบประมาณและให้ความช่วยเหลือด้านสถานที่ภายในโรงเรียน เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อนุญาตให้นักเรียนที่มีความต้องการใช้มาใช้ได้ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสม หากอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้แต่ไม่มีใช้ ก็ควรจัดหามาให้
- 2) ส่งเสริมขวัญและกำลังใจให้ครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงการ โดยให้เข้ารับอบรม หรือจัดอบรมเชิงปฏิบัติการภายในโรงเรียน
- 3) สนับสนุนให้ครูมีโอกาสได้ทำผลงานทางวิชาการจากกิจกรรมที่จัด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนารูปแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมการเผยแพร่ผลงาน โดยเปิดโอกาสให้โรงเรียนอื่นๆ และผู้สนใจทั่วไปเข้ามาชมการนำเสนอของผู้เรียน หรือส่งผลงานเข้าประกวด

- 4) จัดหน่วยประชาสัมพันธ์ผลงานโครงการของผู้เรียน เผยแพร่ด้วยวิธีการต่างๆ
- 5) สนับสนุนให้ครูที่สนใจสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการในตารางเวลาเรียนปกติ

6.5 บทบาทของครอบครัว

- 1) ควรรับทราบและทำความเข้าใจการทำโครงการของผู้เรียนนอกเวลาเรียน
- 2) ให้กำลังใจ แนะนำ จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ และแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่จะสามารถแก้ปัญหาในการทำโครงการได้ ไม่ทอดทิ้งผู้เรียน
- 3) จัดเวลาว่างให้ผู้เรียนได้มีเวลาในการทำโครงการได้อย่างเต็มที่
- 4) พี่ที่เคยทำโครงการอาจเล่าให้น้องฟังเพื่อเป็นแนวคิดในการต่อยอดการทำโครงการจากที่เคยทำไว้แล้วก็ได้

6.6 บทบาทของชุมชน

- 1) ให้ความรู้ต่างๆ ด้านสถานที่ ด้านวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่น นำมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียนซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง
- 2) สนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานโครงการ
- 3) เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล

7. คุณค่าของโครงการ

โครงการเป็นกิจกรรมที่สามารถจัดได้ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษาที่จะให้ผู้เรียนทำเป็นงานกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ควรเริ่มจากโครงการที่มีขนาดเล็กๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไปเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนให้ทำได้ประสบความสำเร็จในการทำโครงการนั้น แม้หลักการสำคัญของการทำโครงการจะต้องเป็นงานที่นักเรียนมีความสนใจอยากทำจริงๆ แต่หากครูพิจารณาแล้วยากเกินไปก็สามารถแนะนำให้ผู้เรียนเปลี่ยนทำเป็นงานชิ้นเล็กๆ ไปก่อนได้ ซึ่งครูจะเป็นผู้ดูแลให้ผู้เรียนรู้จักเลือกทำโครงการที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง เพื่อที่จะได้ทำโครงการนั้นสำเร็จตามขั้นตอน เพราะการเริ่มต้นด้วยความสำเร็จจะนำไปสู่การทำชิ้นงานอื่นต่อไปอย่างมีความสุข ทั้งโครงการยังเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เริ่มตั้งแต่การคิดหาปัญหาที่ผู้เรียนสนใจจะศึกษา ทำการวางแผนแก้ปัญหาศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล ลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูลที่ศึกษา ทดลอง บันทึกผลการศึกษา แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองหรือกลุ่มเผยแพร่ต่อผู้อื่นต่อไป ซึ่งจะครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบชัดเจน กิจกรรมโครงการสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกสาระและเนื้อหาวิชา (ลัดดา ภูเกียรติ, 2552, หน้า 21-22)

การจัดการเรียนการสอนโดยโครงการ เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีประเด็นสำคัญดังนี้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2550, หน้า 84-85)

1. ผู้เรียนได้เลือกเรื่อง/ประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนเลือกและหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนสามารถบูรณาการทักษะ/ประสบการณ์/ความรู้/สิ่งแวดล้อมรอบตัวในขณะที่เรียนรู้ด้วยโครงการ
5. ผู้เรียนเป็นผู้สรุปด้วยตนเองหรือสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผู้อื่น
7. เป็นการหาคำตอบ ข้อสงสัยโดยใช้ทักษะการเรียนรู้และปัญหาหลายด้าน
8. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างกลมกลืน
9. เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต
10. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจ ใคร่รู้คำตอบของตัวผู้เรียนเอง
11. เป็นวิธีการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้ง มีระบบขั้นตอนและต่อเนื่อง
12. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

8. การประเมินผลการทำโครงการ

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการทำโครงการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 80-83) บุญเลี้ยง ทุมทอง (2550, หน้า 131-133) พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี (2551, หน้า 97-112) พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี (2551, หน้า 136-166) และลัดดา ภู่เกียรติ (2552, หน้า 37-51) สรุปได้ว่า ผู้ศึกษาค้นคว้าเลือกใช้แบบประเมินโครงการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเนื่องจากการแยกองค์ประกอบของการประเมินที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 78, 80-85) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกระดับชั้นและทำได้ในทุกหน่วยการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การทำโครงการวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสนใจหรือสงสัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และต้องการหาคำตอบด้วยตนเอง ปัญหาที่ใช้ทำโครงการวิทยาศาสตร์อาจเป็นปัญหาง่ายจนถึงยากหรือที่ซับซ้อน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของ

ปัญหาและการมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาของแต่ละคน การประเมินผลการทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการวางแผน ประกอบด้วย กำหนดเป้าหมาย จุดประสงค์ และการกำหนด เกณฑ์การประเมิน เป้าหมายการประเมินควรครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมาย

จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแนวทางให้กำหนดเกณฑ์การประเมิน ส่วนการให้คะแนน การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ต้องเป็นไปตามเกณฑ์การประเมิน โดยมี 2 แบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม เป็นการให้คะแนนในลักษณะของการสรุปผล การเรียนรู้ในส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ โดยไม่พิจารณาถึงองค์ประกอบย่อย เกณฑ์รวมที่ใช้ประเมิน การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ มีตัวอย่างดังนี้

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์รวมที่ใช้ประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
- ใช้เวลานานมากในการทำความเข้าใจปัญหา ต้องอาศัยการแนะนำ เกี่ยวกับการวางแผนวิธีการทำโครงการ มีความยากลำบากในการลงมือปฏิบัติ และเขียนรายงานที่สับสนไม่ชัดเจน	ต้องปรับปรุง หรือ 1
- มีหลักฐาน ร่องรอยที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผน วิธีการทำโครงการถูกต้องบางส่วน ลงมือปฏิบัติประสบความสำเร็จบางส่วน และเขียนรายงานยังไม่ชัดเจน	พอใช้ หรือ 2
- มีหลักฐาน ร่องรอยที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผน วิธีการทำโครงการได้ถูกต้อง ลงมือปฏิบัติจนเสร็จและประสบความสำเร็จ และเขียนรายงานได้ชัดเจน	ดี หรือ 3
- มีการแสดงออกถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผนวิธีการทำโครงการ โดยออกแบบหรือคิดค้นขึ้นเอง ลงมือปฏิบัติจนทำโครงการได้เสร็จและประสบความสำเร็จ เขียนรายงานเป็นลำดับได้ชัดเจนและครบถ้วน	ดีมาก หรือ 4

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย การให้คะแนนแบบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม จึงให้คะแนนแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อยครอบคลุมทุกจุดประสงค์ โดยกำหนดรายการประเมินอย่างชัดเจน และถ้าต้องการให้ความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบไม่เท่ากัน การให้คะแนนก็เป็นไปตามสัดส่วนคะแนนที่กำหนดให้ เกณฑ์ย่อยที่ใช้ประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์แยกเป็นองค์ประกอบย่อยและการประเมินผลในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์ย่อยที่ใช้ประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน	
- สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา	1
- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	2
- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแต่ยังไม่ชัดเจน	3
- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน	4
2. ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงงาน	
- มีการศึกษาหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1
- มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพียงบางส่วน	2
- มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ยังไม่ครอบคลุม	3
- มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง	4

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
3. การออกแบบการทดลอง	
- สอดคล้องกับสมมติฐานแต่ไม่มีการควบคุมตัวแปร	1
- สอดคล้องกับสมมติฐานและควบคุมตัวแปรบางส่วน	2
- สอดคล้องกับสมมติฐานและควบคุมตัวแปรได้ครบสมบูรณ์	3
- สอดคล้องกับสมมติฐาน ควบคุมตัวแปรต้องสมบูรณ์ และมีแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูล	4
4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	
- เลือกใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม	1
- เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องบางส่วน	2
- เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	3
- เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม	4
5. การดำเนินการทดลอง	
- ดำเนินการทดลองไม่เหมาะสม	1
- ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	2
- ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	3
- ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องครบสมบูรณ์	4
6. การบันทึกข้อมูล	
- บันทึกข้อมูลบางส่วนไม่ตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา	1
- บันทึกข้อมูลบางส่วนตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา	2
- บันทึกข้อมูลบางส่วนตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและถูกต้อง	3
- บันทึกข้อมูลบางส่วนตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาถูกต้องและครบสมบูรณ์	4

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
7. การจัดการกระทำข้อมูล	
- มีการจัดการกระทำข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเป็นส่วนมาก	1
- มีการจัดการกระทำข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอ	2
- มีการจัดการกระทำข้อมูลไม่ถูกต้องชัดเจน แต่ยังไม่ครบสมบูรณ์	3
- มีการจัดการกระทำข้อมูลไม่ถูกต้องชัดเจน ละเอียด และครบสมบูรณ์	4
8. การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล	
- แปลความหมายไม่ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล	1
- แปลความหมายถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	2
- แปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลบางส่วน	3
- แปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	4
9. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
- โครงการคล้ายคลึงกับสิ่งที่เคยทำมาแล้ว	1
- โครงการบางส่วนมีความแปลกใหม่จากโครงการที่มีผู้ทำแล้ว	2
- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3
- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้	4
10. การเขียนรายงานหรือการแสดงผลงาน	
- มีการนำเสนอไม่ชัดเจน ไม่เป็นขั้นตอน	1
- มีการนำเสนอบางส่วนเป็นขั้นตอนแต่ยังไม่ชัดเจน	2
- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนแต่ยังไม่ชัดเจน	3
- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนสมบูรณ์และชัดเจน	4

การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ทำได้โดยการสังเกต การสัมภาษณ์ และจากบันทึก การปฏิบัติงานหรือบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ โดยการประเมิน อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจากผู้ประเมินหลายคน รวมทั้งการประเมินตนเองของผู้เรียนข้อสนเทศ เหล่านี้ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายของการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์

การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนด้านความคิดระดับสูง ประกอบด้วยการคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดตัดสินใจ
2. เป็นการประเมินการทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เป็นการประเมินที่มีเป้าหมายและเกณฑ์ โดยการประเมินจากผู้เกี่ยวข้องและผู้เรียน
4. เป็นการประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้าน และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสำรวจตรวจสอบ การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งการเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตและสังคม

ข้อจำกัด

1. การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่กระทำอย่างไม่ต่อเนื่องโดยประเมิน เฉพาะผลผลิตจะได้ผลการประเมินไม่ครอบคลุมตามเป้าหมาย
2. กระทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่กำหนดปัญหาให้ศึกษาหรือการทำโครงการเพื่อ ประกวดแข่งขัน จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสศึกษาในปัญหาที่ตนเองสนใจหรือสงสัยอย่างแท้จริง ผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงได้ประโยชน์ไม่สมบูรณ์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ เลือกใช้เกณฑ์การประเมินผลโครงการของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 75-85) ประเมินให้ครอบคลุมด้านต่างๆ เพื่อให้สามารถเป็นเครื่องมือแสดงผลที่ถูกต้องตรงตามความจริง โดยประเมินคุณภาพของ โครงการวิทยาศาสตร์ที่องค์ประกอบย่อย 10 องค์ประกอบ คือ การกำหนดปัญหาและ การตั้งสมมติฐาน ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ การออกแบบการทดลอง อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล จัดกระทำข้อมูล การแปล ความหมายข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเขียนรายงานหรือ การแสดงผลงาน แบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ มีผู้ประเมินคุณภาพโครงการ 5 คน

ประกอบด้วย ครูที่มีประสบการณ์การประเมินผลโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน นักเรียนระดับชั้นอื่นที่มีประสบการณ์การทำโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน และหัวหน้ากลุ่มหรือตัวแทนกลุ่ม 1 คน เพื่อประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของตนเอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนการสอนหลังจากดำเนินการเรียบร้อยแล้วนั้นจะมีการประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น อาจจำแนกได้เป็นด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ตามแนวความคิดของบลูม (Bloom, 1965, p. 201) ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเชิงวิชาการ ที่เด็กสามารถจดจำเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใด สามารถ นำความรู้ไปใช้อย่างถูกต้องหรือไม่ และรวมถึงสมรรถภาพทางสติปัญญาจำแนง พรายแยมแซ (2531, หน้า 19 อ้างอิงใน นัยนา ฉางวางปราง, 2545, หน้า 15) ที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนและ ประสบการณ์ต่างๆ ทั้งที่โรงเรียน บ้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ความคิด และความสามารถของผู้เรียน ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไปศาล หวังพานิช (2526, หน้า 89 อ้างอิงใน เสมียน คำเพราะ, 2548, หน้า 34) ซึ่งอาจวัดได้จากการทดสอบระหว่างหรือหลังจาก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ด้วยการทดสอบหรือวิธีอื่น ๆ นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะบอกคุณภาพของผู้เรียนแล้ว ยังแสดงให้เห็นคุณค่าของหลักสูตร คุณภาพของการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน ตลอดจนความรู้ความสามารถของครูผู้สอน และผู้บริหาร (เสมียน คำเพราะ, 2548, หน้า 34)

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในครั้งนี้ จึงกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดการเรียน การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านทุ่งมหาชัย อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสาร ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าพัฒนาขึ้น

2. องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการที่นักการศึกษาหลายท่านได้ค้นคว้าองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใ้วันนั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้สังเคราะห์แนวคิดจากกนกวลี แสงวิจิตรประชา (2550, หน้า 51) และเสมียน คำเพราะ (2548, หน้า 35) จะนำมากล่าวไว้โดยสังเขป ดังนี้

2.1 คุณภาพการจัดระบบในโรงเรียน เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามนโยบายของโรงเรียน ขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน และระยะทางจากโรงเรียนถึงสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ/กิ่งอำเภอ

2.2 ด้านคุณลักษณะของครู เช่น อายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ในหน้าที่ ทักษะคติเกี่ยวกับนักเรียน ฯลฯ

2.3 ด้านคุณลักษณะของนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน ความพร้อมในเรื่องของอุปกรณ์การเรียน ระยะทางไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทักษะคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน การขาดเรียนการเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ฯลฯ

2.4 ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน เช่น ขนาดครอบครัว สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่ามีปัจจัยหลายด้าน จำแนกเป็นด้าน คุณภาพการจัดระบบใน ด้านคุณลักษณะของครู ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการเรียนการสอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ครูจะทำให้เกิดการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียน จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักเรียน ฝ่ายบริหารงานโรงเรียน ผู้ปกครอง ชุมชนและสังคม

3. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการสังเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการหลายท่านเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะใช้แบบทดสอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับการศึกษา ระดับชั้น วิชา และสถานที่ต่างๆ กัน เช่น ด้านระดับการศึกษาอาจเป็นระดับอุดมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับประถมศึกษา ฯลฯ วิชาอาจ

เป็นคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย คอมพิวเตอร์ ฯลฯ สถานที่อาจเป็นภาคใดภาคหนึ่ง เขตการศึกษาหนึ่ง จังหวัดหนึ่ง หรือแม้กระทั่งโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่ง ในด้านวิชาอาจสร้างแบบทดสอบ เพื่อวัดครอบคลุมหลักสูตรทั้งหมดของวิชานั้น (เป็น Summative Test) หรือเลือกวัดในเนื้อหา (หรือจุดประสงค์) เพียงบางส่วน (มักเป็น Formative Test) (บุญชม ศรีสะอาด, 2540, หน้า 26) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความเป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่นๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ (ยาวดี วิบูลย์ศรี, 2545, หน้า 14) ประกอบเป็นชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบเพื่อใช้วัดตัวอย่างพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ที่เรียกว่าสร้างอย่างมีระบบนั้น หมายถึงระบบด้านเนื้อหา ระบบในวิธีการดำเนินการสอบ และระบบในการให้คะแนน แบบทดสอบจำแนกแยกออกเป็นหลายชนิด ตามจุดมุ่งหมายของการสอบวัด เมื่อจำแนกแบบทดสอบตามการขยายอิง แบบทดสอบที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้มี 3 อย่างคือ แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced test) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced test) และแบบทดสอบอิงขอบข่าย (Domain-Referenced test) (ล้วน สายยศ, 2543, หน้า 14)

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ผู้ศึกษาจะใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยเน้นการบรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของการศึกษาเชิงพฤติกรรม การวัด ตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ แบบทดสอบต้องพิจารณาให้ครอบคลุมตัวชี้วัดในการเรียนรู้ สอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นหลัก แบบทดสอบประเภทนี้จะกำหนดจุดตัดไว้ เพื่อจะได้นำผลการสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ว่าผ่านหรือไม่ผ่าน เนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบมักเป็นวงแคบและเน้นความครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์อย่างมาก (บุญชม ศรีสะอาด, 2540, หน้า 27) แบบทดสอบแบบนี้มุ่งสอบเพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถเด็ก นั่นคือ เด็กคนใดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดต้องเรียนใหม่แล้วสอบซ่อมเสริมด้วยแบบทดสอบเดิม ถ้าเด็กเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเด็กก็จะสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้

หลักการการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ผู้ศึกษาทำการสังเคราะห์แนวคิดการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของประวิตร ชูศิลป์ (2524, หน้า 21-31) อ่างอิงใน กนกวลี แสงวิจิตรประชา, 2550, หน้า 52) และนันทกา คັນธิยงค์ (2547, หน้า 48) ซึ่งกล่าวถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์โดยใช้หลักการของ บลูม (Bloom, 1982, p. 45) ซึ่งจัดระดับความรู้ความสามารถ 6 ระดับ ดังนี้

1. **ความจำ** คือ สามารถจำเรื่องต่างๆ ได้ เช่น คำจำกัดความ สูตรต่างๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกรายชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกรายชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของ

โปรตีนได้ครบถ้วน การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่างๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎี จากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ ความจำ จึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจ แปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ที่นักเรียนได้เรียน มาแล้วไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้ ดังนั้น ในขั้นนี้ จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหา เป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำ ความรู้ไปใช้ ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้ สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์องค์ประกอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความ เกี่ยวโยงต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและ โครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ คือ ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหา การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า คือ ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คำพูด นวนิยาย บทกวี กฎ ทฤษฎี ข้อมูลหรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผน อยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำเบนจามิน แซมมัว บลูม (Benjamin Samuel Bloom) เป็นนักการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของการจัดการเรียนการสอน ผลงาน ทางด้านการศึกษาที่นำมาใช้เป็นแนวปฏิบัติ โดยทั่วไปในการจัดการศึกษาทุกระดับคือ เรื่องของ จุดประสงค์ทางการศึกษาและกลวิธีการเรียนรู้ โดยต้องคำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียน ซึ่งเป็น แนวคิดที่สำคัญที่นำมาสู่การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้มีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้หลักการ ของบลูมโดยจะวัดความรู้ความสามารถทั้ง 6 ระดับนี้ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน โดยประเมินให้ครอบคลุมตัวชี้วัดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากในขณะทำการทดลองผู้ทดลองจะได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติ และพัฒนาความคิด (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 23) รวมทั้งการตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง โดยใช้เหตุผล หลักเกณฑ์ของความรู้และผลการทดลองเป็นข้อมูล (วารินทร์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 57) ในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2544, หน้า 88) โดยการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป คล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า ค)

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ คือ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 157)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. ทักษะการคำนวณ
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสม

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

3. ลักษณะและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะได้สรุปจากสาระสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.1 ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 25-26) ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหรือจากการทดลองซึ่งผู้สังเกตต้องการ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 157) รวมทั้งใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้ข้อมูล และมีการจดบันทึกข้อมูลนั้นไว้ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 58-60) เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป (ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2544, หน้า 90)

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 25-26)

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกต เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกรับจากการสัมผัส เช่น เมื่อให้สังเกตมะนาวจะบรรยายได้ว่ามีลักษณะกลม สีเขียว มีกลิ่น ผิวเรียบ รสเปรี้ยว

2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ ข้อมูลที่ได้นี้จะบอกหน่วยมาตรฐานไว้ เช่น มะนาวหนักประมาณ 20 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร

3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่นนอกจากนี้การได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง โดยเก็บข้อมูลระยะก่อนและหลังการทดลอง หรือขณะทำการทดลอง

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการสังเกตคือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 25-26)

1) ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เช่น ก้อนหินมีลักษณะกลม สีดำ ผิวขรุขระ

2) บรรยาย หรือรายงานผลการสังเกตสมบัติของวัตถุออกมาในเชิงของปริมาณ โดยการกะประมาณซึ่งต้องอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน เช่น ก้อนหินหนักประมาณ 50 กรัม หน้าต่างมีความสูงประมาณ 120 เซนติเมตร น้ำมีอุณหภูมิประมาณ 16 องศาเซลเซียส

3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อหย่อนก้อนดินลงในแก้วน้ำ ก้อนดินจะแยกออกเป็นก้อนเล็กๆ หลายก้อน โดยจะเริ่มแยกจากส่วนนอกก่อน ขณะที่ก้อนดิน

แยกออกจะมีฟองอากาศเล็กๆ ลอยขึ้น สีของน้ำค่อยๆ เปลี่ยนจากใสเป็นขุ่น โดยเปลี่ยนจากกันแก้ว ก่อนจึงกระจายขึ้นไปด้านบน และจะมีก้อนดินเล็กๆ จมอยู่ที่กันแก้ว

ข้อเสนอแนะในการสังเกต

ในการสังเกตนั้น นอกจากจะต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้และสังเกตหลายๆ ครั้งอย่างละเอียดรอบคอบแล้วยังมีข้อเสนอแนะที่ควรคำนึงถึง ดังนี้คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 58-60)

- 1) ควรใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
- 2) ควรสังเกตให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ
- 3) ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตให้ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ (Key indicator) การสังเกตแล้ว คือ

- 1) บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- 2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะปริมาณ
- 3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

3.2 ทักษะการวัด

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน โดยมีหน่วยกำกับเสมอ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 26-27)ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริง (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 158) เพื่อวัดปริมาณสิ่งต่างๆ ที่ต้องการทราบค่าปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 60) ในการวัดควรทำการวัด 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อจะได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด ในการวัดนั้นมีการวัด 3 ประเภท คือ การวัดความยาว การวัดมวลและการวัดปริมาตร (ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2544, หน้า 91)

องค์ประกอบของการวัด ประกอบด้วย 3 อย่าง คือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 26-27)

- 1) เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ ฯลฯ
- 2) ค่าที่ได้จากการวัดซึ่งเป็นตัวเลขที่แน่นอน ไม่ใช่กะประมาณ
- 3) หน่วยในการวัด เช่น วัดความยาวออกมาเป็นเซนติเมตร เมตร วัดน้ำหนักเป็นกรัม กิโลกรัม วัดเวลาเป็นวินาที นาที หรือวัดอุณหภูมิออกมาเป็นองศาเซลเซียส เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการวัด คือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 26-27)

- 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้
- 3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 4) ทำการวัดปริมาณต่างๆ ได้ถูกต้อง
- 5) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3.3 ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้ อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 28-30) ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 158) โดยใช้เกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นของตนเองหรือผู้อื่นเป็นผู้กำหนดก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของที่ผู้อื่นทำไว้ (ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 96) เพื่อสะดวกในการจดจำและการศึกษาสิ่งที่ศึกษากลุ่มหนึ่งอาจแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เราจะใช้ มีผลทำให้สิ่งที่ศึกษาขึ้นหนึ่งจะอยู่ในกลุ่มเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 62)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 62)

- 1) จำแนกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้จำแนกประเภทได้
- 3) ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือจำแนกได้

3.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงา ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 30-31) ซึ่งอาจรวมถึงรูปร่าง ความสมมาตร การเคลื่อนไหว ความเร็ว ของการเปลี่ยนแปลง การเป็นเงาของภาพสามมิติ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 62-63) ขนาด ตำแหน่ง และทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่างๆ กัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 160) เช่น ความสัมพันธ์

ระหว่างขนาดของน้ำแข็ง ที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาต่างๆ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพีชที่เจริญเติบโตในเวลาต่างๆ (ยูพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 97-101)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 62-63)

- 1) วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 2) วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 3) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
- 4) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงากระจก ว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันอย่างไร

- 5) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางของอีกวัตถุหนึ่ง
- 6) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

3.5 ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำจำนวนที่ได้จากการวัดการสังเกต มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 28) เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน และเหมาะสม (วรรณทิพา รอดแรงค่า, 2544, หน้า 159) โดยการนับการคำนวณ หรือการหาค่าเฉลี่ย (ยูพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 95-96) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความหมายและลงข้อสรุปต่อไป ทักษะการคำนวณเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและแตกต่างจากทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานอื่นๆ เพราะทักษะการคำนวณมีความจำเป็นมาก ต้องการให้มีทักษะอย่างเพียงพอ จึงจำเป็นต้องให้เวลาในการฝึกหัดเกี่ยวกับการคำนวณการใช้ตัวเลขเพื่อให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียนได้ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 61-62)

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณ คือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 28)

- 1) นับจำนวนของสิ่งของได้ถูกต้อง
- 2) ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 3) บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคิดคำนวณได้
- 4) บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

3.6 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง กระบวนการที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น(วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 64) มาจัดกระทำใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดจำแนกประเภท(ยุพา วีระไวทยะ และปรีญา นพคุณ, 2544, หน้า 102) แล้วนำข้อมูลที่ ได้จัดกระทำแล้วมาเสนอ และแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 31-32) โดยการใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน รวมทั้งการเขียน แผนภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ วงจร และสมการ ประกอบการพูดหรือการบรรยาย สิ่งที่ต้องการสื่อ ได้ชัดเจนถูกต้องชัดเจน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 161)

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการสื่อความหมายข้อมูล คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 64)

- 1) เลือกรูปแบบและบอกเหตุผลของการเสนอข้อมูลที่เหมาะสมได้
- 2) ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้
- 3) เปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
- 4) บรรยายข้อลักษณะใดลักษณะหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 5) บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย เป็นต้น

3.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต วัดหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์เดิม (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 33) เพื่อการอธิบาย การลงสรุป การคาดคะเน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรือเป็นการใช้ความรู้สึกของตนลงไปในสิ่งที่เห็น เพื่อแปลความหมายหรือให้ความหมายของสิ่งที่สังเกตได้ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 65) การลงความเห็น มักใช้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมเข้าช่วย เนื่องจากประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แตกต่างกัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 160) สามารถอธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรงโดยเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวที่มีเหตุผลลงไปด้วยความคิดเห็นส่วนตัวที่เพิ่มลงไป ได้จากการใช้ความรู้เดิมประสบการณ์เดิมของข้อมูลประกอบ (ยุพา วีระไวทยะ และปรีญา นพคุณ, 2544, หน้า 103)

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงความเห็นแล้ว คือ ความสามารถในการอธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรงโดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 65)

3.8 ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนาย หรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว (พงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 36) หรือกฎ ทฤษฎี หลักการ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ มาช่วยในการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์จะเที่ยงแม่นยำได้ก็ต่อเมื่อมีการสังเกตอย่างละเอียดลออ รอบคอบ ระมัดระวัง (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 64-65) รวมทั้งการวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูลอย่างเหมาะสม (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 159) การพยากรณ์จะมีส่วนช่วยให้การตั้งสมมติฐานให้เป็นไปได้โดยมีประสิทธิภาพ การพยากรณ์อาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลให้ความเชื่อมั่น หรือมีโอกาสผิดพลาดได้น้อยกว่าการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล (ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 104-105)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์หรือการทำนาย คือ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป แล้วใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นเครื่องมือในการคาดการณ์คำตอบทั้งภายในขอบเขตของข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 64-65)

3.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือสรุปคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง (ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 105-106) เป็นการสันนิษฐานที่คาดคะเนว่าปัญญานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร สมมติฐานอาจจะตั้งได้หลายข้อ และอาจจะถูกหรือผิดบ้าง หรือถูกทั้งหมดผิดทั้งหมด (พงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 37) โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายมาก่อน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 162) โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 65-66)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้ว คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 65-66)

- 1) สรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม
- 2) บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
- 3) มีการตั้งสมมติฐานในเรื่องที่เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องจากการทดลองที่ได้ทดลองมาแล้วซึ่งจากผลการทดลองที่ผ่านมาและการแปรความหมายของข้อมูลที่ผ่านมาจะทำให้เข้าใจเรื่องที่ทำทดลองได้เป็นอย่างดี หลังจากนั้นก็สามารถที่จะรวบรวมความรู้ต่างๆ คาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในเรื่องลักษณะเดียวกันอย่างมีหลักการและเหตุผลและสามารถพิสูจน์การคาดคะเนว่าถูกต้องหรือไม่โดยการทดลองต่อไป

3.10 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองหนึ่งๆ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 162) ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ รวมถึงการควบคุมปัจจัยอื่นๆ นอกหรือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน(พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 38) เป็นกระบวนการที่ใช้กันแพร่หลายในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรจะเป็นตัวกำหนดและควบคุมการทดลองอย่างระมัดระวัง ซึ่งตัวแปรนี้เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากเดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง มีด้วยกัน 3 ประเภท คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 67-68)

ตัวแปรต้น (Manipulated Variable หรือ Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Responding Variable หรือ Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlling Variable) คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ไม่เช่นนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 67-68)

- 1) ชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
- 2) กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

3.11 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบให้เข้าใจตรงกัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 162) สามารถสังเกต หรือวัด หรือตรวจสอบได้ง่าย (ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 108) รวมทั้งเป็นการกำหนดขอบเขตของตัวแปรหรือสิ่งที่จะศึกษา รวมทั้งตัวแปรที่จะมีผลเกี่ยวข้องกับการทดลองหรือตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 67) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือบรรยายวิธีการทดสอบในนิยามให้เห็นอย่างชัดเจน และระบุสิ่งที่ต้องสังเกตไว้ในคำนิยาม (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 37-38)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 67)

1) สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสิ่งที่ต้องการศึกษา หรือทดลองได้

2) สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือทดลองได้

3.12 ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการวางแผนการทดลองและควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ดี เหมาะสม สะดวกในการปฏิบัติง่ายแก่การดำเนินการ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 162) ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 39-40) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น (ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544, หน้า 113) การทดลองเป็นการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นมา เพื่อจะได้สำรวจหรือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้แล้ว และสามารถทดลองซ้ำได้อีก โดยมีวัตถุประสงค์ของการทดลอง 2 ประการ คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 68-71)

1) ทดลองเพื่อสำรวจหาข้อมูลภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้ โดยลักษณะนี้มักทำการทดลองโดยมีกลุ่มเดียว โดยไม่ต้องมีกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบ

2) ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์อย่างน้อยเป็น 2 กลุ่ม คือ มีกลุ่มควบคุม (The Controlled Group) และกลุ่มทดลอง (The Experimental Group) การทดลองในลักษณะนี้จะต้องมีกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบและกลุ่มทดลองจะเป็นกลุ่มที่ใส่การจัดกระทำ (Treatment) ลงไปเพื่อดูผลกระทบของมัน โดยทั้งสองกลุ่มจะต้องพยายามจัด

สภาพแวดล้อมอื่นๆ ให้เหมือนๆ กันหมดทุกอย่างตลอดการทดลอง เพื่อให้สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าผลที่เกิดขึ้นเกิดเนื่องจากการจัดกระทำที่ทำที่ไปไป เรียกรทดลองลักษณะนี้ว่า The Controlled Experiment

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงๆ เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง การออกแบบการทดลองเป็นการกล่าวถึงสิ่งต่อไปนี้

ปัญหาของการทดลอง คืออะไร

การทดลองมีวัตถุประสงค์ คืออะไร

วิธีการทดลอง สิ่งที่ต้องการศึกษาผลกระทบของตัวแปรต้น กลุ่มควบคุม บอกถึงวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

การบันทึกผลการทดลอง บันทึกผลอย่างไร การสังเกต การวัดทำอย่างไร แบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกผล

การลงข้อสรุป ซึ่งการตีความหมายเพื่อลงข้อสรุปเป็นสิ่งที่สำคัญมากจะลงข้อสรุปอย่างไรจึงจะสอดคล้องกับการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการทดลองมีดังนี้ คือ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 39-40)

1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2) ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

3.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย การบรรยายลักษณะ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 163) สมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ (ยุพา วีระไวทยะ และปรีญา นพคุณ, 2544, หน้า 114) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือแผนภาพต่างๆ หรือข้อมูลในรูปเชิงสถิติ

ซึ่งการแปลความหมายข้อมูลจะนำไปสู่การทำนาย การลงความเห็นจากข้อมูล หรือการตั้งสมมติฐาน ส่วนการสรุปเป็นการบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 71-72) เป็นกระบวนการขั้นสุดยอดหรือขั้นสุดท้ายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองใดๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลองทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียดแต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็จะไม่สามารถสรุปผลการทดลองตอบรับ หรือตอบ ปฏิเสธสมมติฐานได้ เพราะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นการมองข้อมูลในทุกแง่มุม การพิจารณาถึงความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้งการนำประสบการณ์ ความรู้ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 40)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2543, หน้า 71-72)

- 1) สามารถบรรยายสรุปลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่จากการทดลองได้
- 2) สามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่จากการทดลอง

จากการสังเคราะห์เนื้อหา หลักการที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้ ศึกษาค้นคว้านำผลการสังเคราะห์ไปใช้ในการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 13 ทักษะ และสามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้โดยการใช้ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองจะได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติ และพัฒนาความคิด (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537, หน้า 23) ดังนั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ทดลอง ปฏิบัติ ลงมือทำ ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และคอยดูแลให้คำปรึกษาแนะนำ ในแต่ละกิจกรรม ต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดจำนวนทักษะเท่าใด ทักษะใดบ้างนั้น ควรสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษาขณะนั้น

5. การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดผลความสามารถใน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะของผู้เรียนที่ได้รับหลังจากดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้แล้ว เป็นการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา

ทักษะการคำนวณ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้และผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองครั้งนี้ได้สังเคราะห์ผลการวิจัย ดังนี้

เครือดาว ขำหินตั้ง (2552, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 70) ที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 85.71 และ 88.57 ตามลำดับ และนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กนกวลี แสงวิจิตรประชา (2550, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทนา สอนทองแดง (2550, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่อง ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานมีทักษะกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 82.98 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 85.12

นพดล ถาวร (2550, หน้า ก) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง ความหลากหลายชนิดของเฟิร์นในอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายชนิดของเฟิร์นในอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.20/82.22 สูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

ฐิตินันท์ โฉณะสิทธิ์ (2549, หน้า ก-ข) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 71.15 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 57.69 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 72.31 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 73.08 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียน ทั้งหมด และความสามารถในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.38 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70

รัชณี ภูระหงษ์ (2549, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง พิษสมุนไพร ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะ ก่อนเรียน และหลังเรียนเท่ากับ 1.20 คะแนน และ 2.13 คะแนน ตามลำดับ โดยคะแนนมีความแตกต่างกัน เท่ากับ 0.93 คะแนน นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และมีพฤติกรรมใน การเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

อรอนงค์ พ้าคะนอง (2548, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการวิจัยสรุปว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีผล

การเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี

จามรี สีนจรรยาศักดิ์ (2548, หน้า) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมของเล่นพื้นบ้านที่ประดิษฐ์จากพืช การวิจัยปรากฏผลดังนี้ นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมของเล่นพื้นบ้านที่ประดิษฐ์จากพืชมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

บุปผา นรภาร (2548, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.18/88.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนีย์ ด้วงมาก (2547, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดและการทำโครงการ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดและการทำโครงการมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 95.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 80.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 95.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70

อุดมพร กันทะใจ (2546, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนหนองโนประชาสรรค์ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยแบบ The One-Group Pretest-Posttest Design ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยวรรณ ตาคำ (2545, หน้า ง) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน การวิจัยปรากฏผลดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนหลังงานใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าคะแนนก่อนการใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ประไพ อีรณเรศรัฐ (2544, หน้า ง) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนวัดศรีคำชมพู จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยสรุปว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี

นัยนา ขางวางปราง (2545, หน้า บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังการใช้กิจกรรมโครงการ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

จักพพล สว่างอารมณ์ (2543, หน้า ง) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/โครงการวิทยาศาสตร์/นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ พบว่า ชุดกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นด้านความรู้ด้านเนื้อหาและข้อมูล ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทั้ง 13 ทักษะ รวมทั้งทำให้เกิดความพึงพอใจและเจตคติที่ดีต่อนวัตกรรมและการเรียนโดยใช้นวัตกรรมนี้ของผู้เรียน

ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีข้อมูล และหลักฐานที่ทำให้มั่นใจว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

คาลิวาส (Kalivas, 2008, p. Abstract) ได้ศึกษาการให้ความช่วยเหลือในการเรียนพื้นฐานด้วยโครงการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือการเรียนพื้นฐานของนักเรียนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าโครงการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาความสามารถในการทำงานกลุ่ม ความสามารถในการให้เหตุผล และความเชื่อมั่นในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน การเขียนบรรยายประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียน

คอลเลย์ (Colley, 2008, p. Abstract) ได้ศึกษา เรื่อง โครงสร้างพื้นฐานโครงการวิทยาศาสตร์ (PBS): หนังสืออ่านสำหรับเด็กและการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถทางการเรียน เรื่อง พื้นฐานโครงการวิทยาศาสตร์การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง และตอบคำถามได้โดยพิจารณาความแตกต่างระหว่างบุคคลและความสามารถในการเรียนในห้องเรียน “พื้นฐานโครงการวิทยาศาสตร์” นักเรียนจะต้องมีการจัดบันทึกประสบการณ์ของแต่ละคน การสอนแบบ “PBS” และครูวิทยาศาสตร์จะต้องสร้างให้เกิดความสำเร็จ

รูบิน และรอคเชลเล (Rubin & Rochelle, 1989, p. Abstract) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจำลองและวิธีการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนโรงเรียนสำหรับเด็กอายุ 9 – 13 ปี ในชุมชนเมือง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนที่เรียนโดยทั้งสองวิธีให้ผลไม่เท่ากันในกลุ่มควบคุม การสอนโดยใช้รูปแบบจำลองส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นกว่าการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักร

คิง และเคนเนท (King & Kenneth, 2001, p. Abstract) ศึกษาการประเมินผลรูปแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีวีดีโอ พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาศึกษามีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปเมื่อใช้สื่อวีดีโอเป็นเครื่องมือ ซึ่งสามารถส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จึงถือว่าการใช้วีดีโอ ในการจัดการเรียนการสอนเป็นอีกรูปแบบวิธีการที่สำคัญอีกวิธีการหนึ่ง

บิวมอนท์ วอลเตอร์ และยวอนเน (Beaumont-Walters & Yvonne, 2001, p. Abstract) ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 5 ทักษะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับระดับการศึกษา ประเภทของโรงเรียนและลักษณะของนักเรียน

อนวูคบูซี และแอนโทนี่ (Onwuegbuzie & Anthony, 2000, p. Abstract) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหลักสูตรการใช้หลักการ

ของการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงสุด ได้ส่งผลถึงระดับความสำเร็จจากการใช้รูปแบบวิธีการของการวิจัย ทั้งจากการประเมินกลางเทอมและปลายภาคเรียน ซึ่งความสัมพันธ์ของความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความคิดรวบยอดเกี่ยวกับหลักการวิจัย กระบวนการ และการนำไปประยุกต์ใช้ อยู่ในระดับ ปานกลางจนถึงระดับสูง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อผู้เรียนซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วผู้เรียนยังสามารถนำทักษะนี้ไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปในอนาคตได้ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีทางซึ่งส่วนใหญ่จากงานวิจัย จะพัฒนาโดยใช้การเรียนการสอนแบบโครงงาน โดยการเรียนการสอนแบบโครงงานมีขั้นตอนกระบวนการที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งทั้งงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยภายในประเทศที่ได้ศึกษา มีสอดคล้องกัน

ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวจึงมีข้อมูล และหลักฐานที่ทำให้มั่นใจว่าชุดกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นวิธีหนึ่งที่พักความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจะสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา