

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ ระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐาน แนวทางในการวิจัย โดยศึกษารายละเอียดตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)
3. ชุดการสอน
 - 3.1 ความหมายของชุดการสอน
 - 3.2 หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
 - 3.3 ประเภทของชุดการสอน
 - 3.4 องค์ประกอบของชุดการสอน
 - 3.5 ขั้นตอนการผลิตและใช้ชุดการสอน
 - 3.6 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน
 - 3.7 ประโยชน์ของชุดการสอน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. ระบบนิเวศ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, หน้า 4)

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลภธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจได้ด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลภธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ ความถนัดแตกต่างกัน

3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลภธรรมชาติอย่างยั่งยืน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วย 8 สาระย่อยดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, หน้า 10)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการสร้างชุดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบนิเวศ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะอยู่ในสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว.2.1 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ได้ดังนี้

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3

สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสาร และการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี

1. สำรวจ อธิบาย และเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่น และการถ่ายทอดพลังงาน

2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับ วัฏจักรของคาร์บอน ในโตรเจน และน้ำ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ

3. สำรวจ ทดลอง และอธิบายการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร
แนวทางการจัดการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, หน้า 144)

1. จัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดาผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจน

กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญคือศักยภาพของผู้เรียน

แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใดนั้น จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, หน้า 160)

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

วิธีสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นปรัชญาการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ของผู้เรียน โดยมีความเชื่อว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจโลกที่อยู่ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะสร้าง “กฎ” และ “โครงสร้างความคิด” ขึ้นมา เพื่อใช้ประเมินและสร้างความหมายในประสบการณ์ที่ประสบ ดังนั้น การเรียนรู้ คือกระบวนการในการปรับโครงสร้างความคิดเพื่อความเหมาะสมและเข้าใจประสบการณ์ใหม่ (วิทยา คำรงเกียรติศักดิ์, 2545, หน้า 66)

คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเกิดขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมก็คือ การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ประกอบด้วย การเรียนรู้จากกลุ่ม (Cooperative Learning) ซึ่งสอดคล้องกับไพจิตร สดวกการ (2538, หน้า 22) ที่กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง (Theory of Active Knowing) ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มี

อยู่และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าโดยอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม หรือรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น ซึ่ง ฟอสโนต (Fosnot, 1996, อ้างถึงใน ปฤษฎา สุริยะวงศ์, 2544) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา กล่าวว่า ความรู้คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร อธิบายความรู้ว่าเน้นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนา และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่ควบคุมได้ด้วยตัวเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้นี้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมเป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริงโดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม

ผู้เรียนส่วนใหญ่สร้างความรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะได้รับมาจากการสอน การเรียนรู้ถือเป็นกระบวนการภายในตัวบุคคล ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา และสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ดังที่ กราเซอร์ฟีลด์ (Graserfeld, 1998 อ้างถึงใน ปฤษฎา สุริยะวงศ์, 2544) ที่กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสต์ เป็นความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาที่เกี่ยวกับสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการ สื่อความหมายในตัวเอง ทฤษฎีของความรู้นี้ คือ ความรู้ไม่ได้เกิดมาจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ ความเข้าใจ และหน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ด้วยตัวเองเป็นหลัก ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และเมื่อความรู้เดิมและประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกัน ผู้เรียนต้องปรับความรู้เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เกิดความสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถทำได้โดยการรับประสบการณ์ใหม่ ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีครูเป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน

วิธีสอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่วิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการสร้างชุดการเรียนรู้ครั้งนี้ มีดังนี้ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2542)

1. การสอนแบบทดลอง (Experiment Method)

การสอนแบบทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาค้นคว้าความรู้ ข้อเท็จจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบทดลองมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2546)

1.1 เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

1.2 เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนนำความรู้และประดิษฐ์กรรม ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการสอนแบบทดลอง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการทดลอง

1.1 กำหนดจุดประสงค์ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หรือแผนการสอนแล้ว ตั้งจุดประสงค์การสอนให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมแต่ละด้านอย่างไรบ้าง จากการเรียนด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติ

1.2 วางแผนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องลำดับขั้นตอนการสอนและเตรียม กำหนดกิจกรรมไว้ล่วงหน้าว่าจะนำเข้าสู่บทเรียนอย่างไร ให้ผู้เรียน ได้ทดลองตามลำดับขั้นอย่างไร สรุปผลการทดลองและเสนอผลตอนใด อย่างไร หรือโดยวิธีใด เป็นต้น

1.3 จัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือ ตลอดจนแบบบันทึกผลการทดลองและแบบประเมินผล ผู้สอนต้องเตรียมไว้ให้พร้อม ให้มีจำนวนมากพอเพียงกับจำนวนนักเรียน และอยู่ในสภาพที่ใช้การได้

1.4 ตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของเครื่องมือ วัสดุที่ใช้ ผู้สอนควรได้ทดลองใช้เครื่องมือก่อนสอน เพื่อให้เห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า และเพื่อประโยชน์ในการแนะนำ ตักเตือน ผู้เรียนในขณะทดลอง

1.5 เตรียมแบ่งกลุ่มผู้เรียน ผู้สอนต้องกำหนดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสม ไม่ควรเป็นกลุ่มใหญ่เกินไป เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้วิธีการทดลองอย่างทั่วถึง การแบ่งกลุ่มผู้เรียนนี้ต้องสอดคล้องกับจำนวนวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่มีอยู่

2. ขั้นทดลอง

2.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเร้าความสนใจ ผู้สอนควรได้แจ้งจุดประสงค์การทดลอง ขั้นตอน วิธีการทดลอง แนะนำการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ให้ผู้เรียนได้ทราบบทบาทของตน และให้ศึกษาคู่มือปฏิบัติการก่อนการลงมือทดลอง

2.2 ขั้นทดลอง ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการทดลอง โดยมีผู้สอนคอยดูแล แนะนำช่วยเหลือ ถ้าเป็นการทดลองที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้สอนต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

3. ขั้นเสนอผลการทดลอง ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลอง และรายละเอียดประกอบเช่น โครงการทดลอง การเตรียมการ วิธีการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลอง

4. ขั้นอภิปรายสรุปผล ในขั้นนี้ผู้เรียนจะแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ตนได้รับ เช่น บางกลุ่มอาจได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนก็จะได้ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุว่าผิดพลาดที่ขั้นตอนใดและมีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างไรในขั้นนี้ผู้สอนจะมีบทบาทในการให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมย้ำประเด็นสำคัญ และสรุปหลักการ ความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง

5. ขั้นประเมินผล เมื่อการอภิปรายสรุปผลเสร็จสิ้นลง ผู้สอนควรได้ประเมินผลผู้เรียนในด้านต่าง ๆ และแจ้งให้ผู้เรียนทราบเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในการทดลองที่จะมีขึ้นในครั้งต่อไป เช่น การประเมินด้านการใช้เครื่องมือ ด้านความละเอียดรอบคอบในการทดลอง ด้านการจดบันทึกผลการทดลอง ด้านการรายงานผล ด้านการให้ความร่วมมือกับกลุ่ม เป็นต้น

ข้อดีของการสอนแบบทดลอง

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ขณะลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการในการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
3. ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ
4. ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรักสนุกและตื่นตัวกับการทดลอง ทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

ข้อจำกัดของการสอนแบบทดลอง

1. ในการดำเนินการทดลอง ถ้ากระทำผิดขั้นตอนอาจเกิดอันตรายได้
2. การสอนแบบทดลองบางครั้งต้องใช้ทรัพยากรมากทำให้มีการลงทุนสูง ซึ่งอาจไม่ได้ผลคุ้มค่ากับการที่ลงทุนไป
3. อาจเสียเวลาในการเรียนการสอนมากเพื่อรอผลการทดลอง
4. ในบางครั้งถ้าเป็นการทดลองในกลุ่มอาจมีผู้เรียนหรือสมาชิกของกลุ่มหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงาน ทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุวัตถุประสงค์เท่าที่ควร

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การสังเกต สอบถาม และทดลอง จนได้ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ (สุวัณห์ นิยมคำ, 2531)

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา เป็นการเตรียมเหตุการณ์ ปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด เพื่อระบุปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการกระตุ้นให้คิดคาดเดาคำตอบโดยใช้คำถามต่าง ๆ กับครูผู้สอนเพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด ครูจะตอบเพียงกว้าง ๆ ไม่ตอบคำถามโดยตรง ครูอาจให้เด็ก รับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ๆ เพื่อนำมาใช้พิจารณาปรับปรุงคำตอบของตนเองและช่วยกันคิดหาคำตอบที่สมเหตุสมผลเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง
3. การออกแบบการทดลองหรือการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อสนับสนุนคำตอบที่คาดเดาไว้
4. การวิเคราะห์ เป็นการจำแนกข้อมูลที่เก็บได้ จัดบันทึกเปรียบเทียบพิจารณาความเป็นไปได้ แยกแยะจัดหมวดหมู่และจัดข้อมูลเป็นระบบ
5. การสรุป เป็นการสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบที่คาดเดาไว้ถูกหรือผิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ฝึกการคิดหาเหตุผลด้วยตนเอง และความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน
2. ผู้เรียนเกิดความรู้แบบยั่งยืน
3. ฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่มและใช้ชีวิตแบบสังคมประชาธิปไตย
4. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคิดหาเหตุผลอย่างมีระบบ
5. บรรยากาศในการเรียนน่าสนใจ

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ใช้เวลาเรียนมาก
2. การเตรียมสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดปัญหาแก่นักเรียนลำบาก เพราะต้องควบคุมให้นักเรียนเกิดความสงสัยในปัญหาที่กำหนดไว้
3. ถ้านักเรียนขาดความสนใจทุกอย่างจะล้มเหลว ดังนั้นการเตรียมงานทุกอย่างจะต้องรัดกุมและชัดเจน

3. การสอนแบบค้นพบ (Discovery Method)

การสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะที่สำคัญคือ ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เน้นการคิดเป็นหลัก ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537)

ขั้นตอนการสอนแบบค้นพบ แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนร่วมกับนักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาขึ้น เพื่อจะได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ ลักษณะของปัญหาที่ควรกำหนด คือ

1.1 เป็นปัญหาสอดคล้องกับบทเรียน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายได้จริง

1.2 เป็นปัญหาที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

1.3 เป็นปัญหาที่มีแนวทางหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์

2. ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่แต่ละคนมีมาคาดเดาคำตอบของปัญหาที่กำหนดขึ้น

3. เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนช่วยกันพิสูจน์ว่าคำตอบที่คาดเดาไว้นั้นถูกต้องหรือไม่ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลมา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาร่วมกันพิจารณาในกลุ่มย่อย เพื่อแยกแยะพิจารณาข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

5. สรุปผล เป็นการสรุปผลว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องจะได้สรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ เป็นหลักการและทฤษฎีต่อไป

6. รายงานผล เป็นขั้นตอนการนำผลสรุปที่ได้ รายงานให้ผู้เกี่ยวข้องทราบต่อไป

ข้อดีของการสอนแบบค้นพบ

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมาก
2. ฝึกการคิดหาเหตุผลให้แก่ นักเรียน
3. ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน
4. นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการสอนแบบค้นพบ

1. ใช้เวลาในการเรียนมาก
2. กำหนดปัญหาที่เหมาะสมยาก
3. ต้องใช้แหล่งค้นคว้ามาก

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจะใช้รูปแบบการสอนแบบทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนแบบค้นพบซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ วางแผนกิจกรรมและจัดหาแหล่งข้อมูลที่จะให้เกิดการเรียนรู้รวมทั้งเป็นผู้ขยายความรู้ ความคิด ของนักเรียนให้สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบตามแนวคอนสตรัคติสต์

ที่เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นคนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม รู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด โดยกระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ครูจะมีหน้าที่เพียงจัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เท่านั้น (นงลักษณ์ เชื้อดี, 2548)

ชุดการสอน

ชุดการสอน หรือ ชุดการเรียน มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมทีเคยใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวความคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียน ได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้นการเรียนรู้ที่ดีควรจะให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอน เป็นชุดการเรียน บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543)

ความหมายของชุดการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง และให้ความหมายของชุดการสอน หรือชุดการเรียน (Instructional Packages) ไว้ดังนี้

ชุดการสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดไว้เป็นชุด ๆ ชุดการสอนจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอน (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 91)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนของแต่ละหน่วย โดยนำวิธีการจัดระบบมาใช้ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยในการสอนของครูให้ดำเนินไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ (กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2536, หน้า 193)

ชุดการสอน หมายถึง การนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ไปใช้จัดการเรียนการสอน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งผลิตขึ้นโดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากแผนการสอนตามหลักสูตร ชุดการสอนโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นชุด จะมีส่วนประกอบของเอกสารหรือสื่อการสอน ที่ผู้ใช้นำไปใช้ได้ทันที (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2533 อ้างถึงใน สุมาลี เวะศรีภา, 2542)

ชุดการสอน เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่ง ที่ได้จากระบบการผลิตที่มีความสอดคล้องกับวิชา หน่วย และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (ธีรชัย ปุณณโชติ, 2532, หน้า 4)

ชุดการสอน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา และวัสดุ อุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดเป็นกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ และถือว่าเป็นแผนการสอนที่ช่วยให้ครูได้รับความสะดวกในการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528, หน้า 291)

ชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอน เนื้อหา และการมอบหมายงานหรือกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์มากยิ่งขึ้น (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526)

ชุดการสอน คือ โปรแกรมทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่างครบถ้วน ชุดการสอนนี้ครูเป็นผู้จัดให้ ผู้เรียนแต่ละคนต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่คอยให้คำแนะนำเท่านั้น (Good, 1973, p. 136)

จากคำนิยามของชุดการสอนที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ชุดการสอน คือ ชุดของสื่อประสมที่สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับขอบข่ายเนื้อหาของความรู้ตามหลักสูตร เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ทั้งยังสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 92 – 94) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับหลักการและแนวคิดในการผลิตชุดการสอนไว้ 5 ประการ คือ

1. ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึง ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลและการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2. ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิม การจัดการเรียนการสอนแต่เดิมนั้น เราใช้ครูเป็นหลัก เปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเอง โดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่าง ๆ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการสอน

3. การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การใช้สื่อการสอน แต่เดิมนั้น การผลิตและการใช้มักออกมาในรูปต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสมผสานกันให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนแทนการใช้ครูเป็น

ผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับ

สภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว คือ ผู้สอนเป็นผู้นำและผู้เรียนเป็นผู้ตาม ในส่วนที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนก็แทบจะไม่มีเลย เพราะผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ชอบให้ผู้เรียนคุยกัน ผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝนในการทำงานร่วมกัน และในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม ผู้สอนไม่เคยพาผู้เรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่ในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงต้องเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปของ ชุดการสอน

5. การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัด

สภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงบวกให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูก และให้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง การจัดสภาพการณ์ที่จะเอื้ออำนวยการเรียนรู้ตามดังกล่าวข้างต้น จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

ประเภทของชุดการสอน

บุญเกื้อ ควหาเวช (2543, หน้า 94 – 95) และ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521, หน้า 53) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย

เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้ผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐาน ให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลงและใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดการสอน ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ ข้อสำคัญก็คือสื่อที่จะนำมาใช้นี้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดการสอนชนิดนี้ บางคนอาจเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม

เป็นชุดการสอนสำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ

เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียน หรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

4. ชุดการสอนทางไกล

เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วย สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

จากการแบ่งประเภทของชุดการสอนดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นชุดการสอนที่มีทั้งให้ผู้เรียนได้ทำเป็นกิจกรรมกลุ่ม มีการบรรยายประกอบการใช้สื่อ การใช้คำถามและการตอบคำถามของผู้เรียน เพื่อบ่มเพาะให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการกลุ่มในการแสดงความคิดเห็น

องค์ประกอบของชุดการสอน

วาสนา ชาวหา (2525, หน้า 138-139) ได้กล่าวถึง ชุดการสอนประเภทที่ครูผู้สอนใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือทั้งชั้นเรียนว่าควร ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. คู่มือครู ซึ่งเปรียบเสมือนแผนการสอนของครู ประกอบด้วย

- 1.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหา
- 1.3 ขั้นตอนการสอน
- 1.4 รายการบอกชนิดของสื่อ
- 1.5 คำแนะนำการใช้สื่อ
- 1.6 หนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู

2. สื่อการเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดเสริมทักษะ
4. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

สุนันท์ สังข์อ่อน (2526, หน้า 134 - 135) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 7 ประการ คือ

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

บุญเกื้อ ควรวาเวช (2543, หน้า 95- 97) ได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียน
2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ ประกอบด้วย
 - 2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา
 - 2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม
 - 2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจจะประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม วัสดุ เทปบันทึกเสียง แผ่นภาพโปร่งใส หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ

4. แบบประเมินผลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อาจจะอยู่ในลักษณะของแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ คูผลจากการทดลอง หรือทำกิจกรรม

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกแก่การใช้ โดยแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. กล่อง
2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการเรียนตามลำดับการใช้
3. บันทึกการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน
 - 3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน
 - 3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง

3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป

3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

3.7 กิจกรรมและสื่อการสอน

3.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

องค์ประกอบของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไปแล้วนั้น สรุปได้ว่าชุดการสอนประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 4 ส่วน โดยส่วนประกอบเหล่านี้จะบรรจุอยู่ในกล่องหรือซองดังนี้ คือ

1. คู่มือครู

2. บัตรคำสั่งและคำแนะนำ

3. เนื้อหาสาระและสื่อ

4. แบบประเมินผล

ชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือครู

2. คู่มือนักเรียน

3. แบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนการผลิตและการใช้ชุดการสอน

ชุดการสอน มีลำดับขั้นการผลิตที่เป็นระบบ เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน และสะดวกในการใช้ ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521) ได้กล่าวถึง การผลิตชุดการสอน โดยทั่วไปว่าแบ่งเป็นขั้นตอนโดยสรุปได้เป็น 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือ บุคลากร เป็นแบบสหวิทยาการ ตามความเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวข้อเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรจะให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย

4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการหลักการและความคิดรวบยอดที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวข้อเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยเขียนเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็แนวทางในการเลือกการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกมสั

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอน ทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล และการทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ มีขั้นตอน ดังนี้

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

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

9.3 แบบภาคสนาม (Field Tryout) ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80 หากการทดลองภาคสนามได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดการสอน และทำการทดลองหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ไว้ ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ชี้นสอน ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ชี้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521) กล่าวว่า เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อ

1. เป็นหลักประกันว่า ชุดการสอนนั้นทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนที่สูงขึ้น สมควรที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่ถ้าไม่มีการตรวจสอบหาประสิทธิภาพเสียก่อน เมื่อผลิตออกมาแล้ว และนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดี ก็จะเป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา และค่าใช้จ่าย
2. ชุดการสอนที่ดี มีประสิทธิภาพสูง เมื่อครูนำมาใช้ก็จะก่อให้เกิดความมั่นใจที่จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จริง
3. การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่า ชุดการสอนนี้มีเนื้อหาสาระที่เหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมต้นฉบับใหม่

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 อ้างถึงใน สุมาลี เวะศรีภา, 2542) กล่าวว่า การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Tryout) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะกระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นพฤติกรรมต่อเนื่อง เรียกว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ และพฤติกรรมสุดท้าย เรียกว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น

E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

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

เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเป็น 2.5% ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า

2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ คณะ, 2521)

การทดสอบหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนแล้วจะต้องนำชุดการสอนที่ได้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังที่ พรวิภา แสงจันทร์ (2542, หน้า 41 – 42) กล่าวไว้ดังนี้

1. แบบเดี่ยว (Individual Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 3 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ 60/60 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

2. แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 70/70 และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3. แบบภาคสนาม (Field Tryout) ทดลองกับผู้เรียน 30 – 100 คน ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80 หากการทดลองภาคสนามได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดการสอนและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน จะทำให้ได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการวิจัย และเกิดความมั่นใจที่จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จริง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะกำหนดประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และจะทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนโดยใช้แบบกลุ่มเล็ก โดยทดลองกับเด็กนักเรียนที่มีผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 4:4:4 คน

ประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอนเมื่อมีการทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว เมื่อนำไปใช้ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย ดังที่ วาสนา ขาวหา (2525, หน้า 139) กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 9-13) ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2526) และ บุญเกื้อ กวรหาเวช (2543, หน้า 110 – 111) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

3. ให้ความสะดวกและสร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้แก่ครู

4. ทำให้การเรียนการสอนมีมาตรฐานเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนได้เรียนรู้ขอบข่ายและความลึกซึ้งทัดเทียมกัน เพราะการเรียนการสอนที่เป็นไปตามครูแต่ละคนซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันออกไป ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แตกต่างกันออกไป

5. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

6. ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

7. ส่งเสริมการศึกษาของประชาชนทั่วไปได้อย่างดีและประหยัดในแง่เศรษฐกิจ

8. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

9. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

10. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือความคิดเห็นของผู้อื่น

11. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

12. ทำให้การเรียนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าครูผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

13. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครูผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการสอนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกฝน อบรมสั่งสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นความสามารถในการเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา (เขียน ไชยศรี, 2531, หน้า 321)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหา ความรู้ และด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ (ทบทวนมหาวิทยาลัย, 2535, หน้า 21)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ หรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใดได้โดยเฉพาะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2521, หน้า 13)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือมวลประสบการณ์ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีแบบทดสอบ หรือที่เรียกว่า แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ ความสามารถ และทักษะทางวิชาการที่ได้จากการเรียนรู้ จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมาย การเรียนรู้ และควรวัดระดับพฤติกรรมต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ, 2535, หน้า 44)

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้เมื่อได้ปรากฏในรูปแบบ
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะกระบวนการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางความคิดและเป็นทักษะทางสติปัญญา ที่ต้องสร้างให้เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน (นิวัฒน์ ไม้ใหญ่เจริญวงศ์, 2544, หน้า 13)

การค้นหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานและความคิดอย่างมีระบบซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญามาประกอบด้วย สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1974 อ้างถึงใน หน่วยศึกษานิเทศก์, 2547, หน้า 52-74) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ระดับ ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต (Observation)

เป็นกระบวนการหลักและพื้นฐานที่สำคัญที่สุดสำหรับนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เพราะการสังเกตทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบ ตัวเอง การ

สังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ธรรมชาติอาศัยวัฏวะรับสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย ในการมอง การฟัง คมกลิ่น ลิ้มรส และสัมผัสตามลำดับ ในการสังเกต บางครั้งต้องอาศัย เครื่องมือช่วย เพื่อให้เกิดความแน่นชัดและแน่ใจยิ่งขึ้น เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

- การสังเกตอาจแบ่งเป็นขั้น ๆ ดังนี้
- การรับรู้สิ่งที่สังเกต
- การรู้จักอย่างคร่าว ๆ ในสิ่งที่สังเกต
- การบรรยายสิ่งที่สังเกต ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการกระทำที่ทำให้วัตถุหรือเหตุการณ์มี

การเปลี่ยนแปลง

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 3 ประเภท ดังนี้

- ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของสิ่งที่สังเกต เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็น ตัวเลขหรือแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้
- ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณ หรือบอกหน่วยมาตรฐานไว้
- ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของ สิ่งนั้นกับสิ่งอื่น จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูลได้กว้างขวางยิ่งขึ้น เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการสังเกตมะนาวเมื่อผ่าออก และใช้มือบีบ คือ เมื่อใช้มือบีบมะนาวที่ผ่าครึ่ง ซีกจะพบว่า มีน้ำสีขุ่นไหลออกมาจากเนื้อมะนาว

1.2 ทักษะการวัด (Measurement)

เป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยให้ได้ ข้อมูลจากการสังเกตที่แม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น ในการวัดแต่ละครั้ง ควรให้นักเรียนตอบคำถามให้ ได้ว่า จะวัดอะไร วัดทำไม วัดด้วยอะไร วัดอย่างไร

วิธีการวัด แบ่งได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

- วิธีการนับจำนวน เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด จำนวนที่นับได้เป็นจำนวนเต็ม
- วิธีการใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งวัดโดยตรง
- วิธีการคำนวณและการเปรียบเทียบวัตถุหรือสิ่งของบางอย่างไม่สามารถใช้เครื่องมือ วัดได้โดยตรง เช่น การวัดพื้นที่ห้องต้องวัดความยาวที่ละด้าน แล้วนำมาคำนวณหาค่า หรือต้องการทราบขนาดของดวงจันทร์ต้องอาศัยการเปรียบเทียบกับสิ่งที่เรารู้แล้วและคำนวณออกมา เป็นต้น

สเกลการวัด มีดังนี้

- วัดออกมา เป็นกลุ่ม เป็นหมู่ หรือเป็นประเภท

- วัดออกมาเป็นลำดับ เช่น เงินนำไฟฟ้าดีที่ 1 ทองแดงนำไฟฟ้าดีที่ 2
- วัดออกมาเป็นตัวเลขจำนวนศูนย์สมมติ เช่น อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ไม่ได้หมายความว่า ไม่มีความร้อนอยู่เลย หรือนาย ก สอบได้คะแนน 0 ไม่ได้หมายความว่า นาย ก ไม่มีความรู้เลย แต่การออกข้อสอบเป็นการสุ่มเนื้อหา ซึ่งอาจไม่ตรงกับที่นาย ก รู้
- วัดออกมาเป็นตัวเลขจำนวนศูนย์แท้ เช่น การวัดความยาว วัดน้ำหนัก วัดปริมาตร

1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Number)

เป็นการเอาตัวเลขและจำนวนเลข มาดำเนินการเพื่อหาปริมาณต่าง ๆ เช่น ความยาว ความสูง ความกว้าง พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย อัตราส่วน เป็นต้น

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

เป็นความสามารถในการจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

1.4.1 ความเหมือน

1.4.2 ความแตกต่าง

1.4.3 ความสัมพันธ์

วิธีจำแนกวัตถุหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกเป็นหมวดหมู่จะใช้คุณลักษณะหรือสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของวัตถุเป็นเกณฑ์ในการจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่ว ๆ ไป มักจะเลือกสมบัติที่ทำให้จำแนกวัตถุนั้นออกเป็น 2 กลุ่มก่อน

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

สเปส หมายถึง ที่ว่าง สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นเข้าไปครอบครอง จึงมีรูปร่างเหมือนวัตถุนั้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างกับรูปร่างของวัตถุ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่ว่างหรือรูปร่างก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับเวลา และสเปสกับสเปส

ก. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อไปนี้

- วาดรูปของจริงที่เป็นรูปทรง 3 มิติได้
- ระบุเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติได้
- ระบุจำนวนระนาบสมมาตรของรูปทรง 3 มิติได้
- ระบุรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติได้

- ระบุรูปทรง 3 มิติ ที่เกิดจากการหมุนรูป 2 มิติได้
- ระบุรูป 2 มิติที่เป็นรอยตัดของรูปทรง 3 มิติได้
- ระบุตำแหน่งซ้ายขวาของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับภาพในกระจกได้
- ระบุตำแหน่งทิศทางของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อไปนี้

- ระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่กับเวลาได้
- ระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งของ

1.6 ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่โดยวิธีต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยทั่ว ๆ ไปอาจนำเสนอข้อมูลให้ทราบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ สมการ กราฟ แผนภาพ หรือบรรยายปากเปล่า ความสามารถในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลควรกระทำต่อไปนี้

- 1.6.1 เลือกรูปแบบและบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 1.6.2 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 1.6.3 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น
- 1.6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจน

สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ

- 1.6.6 บรรยายหรือวางแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ความสามารถในการใช้ข้อมูลจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมผนวกกับความคิดเห็นหรือเหตุผลส่วนตัวได้อย่างเหมาะสมและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

ความสามารถในการทำนาย หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำนายได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537, หน้า 22)

การพยากรณ์จะแม่นยำ เมื่อมีการสังเกต มีการวัดอย่างละเอียดรอบคอบและระมัดระวัง

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน ได้แก่

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

ความสามารถในการให้คำอธิบายหรือข้อสรุปที่เป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองหรือตรวจสอบความถูกต้อง สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ แต่สมมติฐานที่ดีเมื่อตั้งขึ้นแล้วจะต้องสามารถทำการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อมูลหรือแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

ความสามารถในการกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันอย่างกว้างขวาง และสามารถสังเกตและวัดได้ ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีสิ่ง ที่ควรคำนึงถึง คือ

2.2.1 ควรใช้ภาษาเป็นสากล ชัดเจนไม่กำกวม

2.2.2 จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย

2.2.3 อาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ และคำนิยามหนึ่งอาจจะเหมาะสมกว่าอีกนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียน

2.3 ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

ความสามารถซึ่งแบ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการวางแผนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใด ๆ จะต้องมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่จะส่งผลต่อตัวแปรตามนอกเหนือจากตัวแปรต้นถ้าไม่ควบคุมให้เหมือนกันจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ ตัวแปรมี 3 ประเภท ดังนี้

- ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษาหรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

- ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

- ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ ตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทั้งนี้เพราะต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

2.4 ทักษะการออกแบบและการดำเนินการทดลอง (Experiment)

ความสามารถในการจัดกระบวนการ เพื่อทำการทดลองได้ทุกขั้นตอน ได้แก่

2.4.1 การออกแบบการทดลอง สามารถวางแผนก่อนการทดลอง เช่น กำหนดวิธีทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.4.2 การปฏิบัติการทดลอง สามารถลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

2.4.3 การบันทึกผลการทดลอง สามารถจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

2.5 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

ความสามารถในการบรรยายลักษณะของข้อมูลที่ได้จัดทำและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อสื่อความหมายในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพ ได้อย่างถูกต้องและเข้าใจได้ชัดเจน

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะทางสติปัญญาเพื่อสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมทั้ง 13 ทักษะ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) หมายถึง พฤติกรรมทางด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอบรม ประกอบขึ้นด้วยคุณลักษณะทั้ง 8 ประการ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความไม่ด่วนสรุป ความใจกว้าง ความมีวิจารณ์ญาณ การไม่ถือตนเป็นใหญ่ ความซื่อสัตย์ ความอ่อนน้อมถ่อมตน (Haney, 1964, pp. 33–35; Thurber & Collette, 1970, p. 154)

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2547, หน้า 75 – 76) สรุปไว้ว่า ลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เป็นคนมีเหตุผล โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่

1.1 เชื่อและยอมรับความเป็นเหตุเป็นผล

- 1.2 ไม่เชื่อโชคลาง หรือสิ่งที่ไม่มีความหมาย
2. เป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่
 - 2.1 สนใจปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นและพยายามค้นหาสาเหตุ
 - 2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มเติม
 - 2.3 ชอบซักถามค้นหาความรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ
3. เป็นบุคคลที่ใจกว้าง โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่
 - 3.1 เป็นบุคคลที่กล้ายอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของบุคคลอื่น
 - 3.2 ยอมรับความรู้ใหม่ที่ผู้อื่นค้นพบ
 - 3.3 เป็นบุคคลที่เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นให้แก่บุคคลอื่น
4. เป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่
 - 4.1 เป็นบุคคลที่มีใจซื่อตรง อุดมคติ ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ
 - 4.2 เป็นบุคคลที่มีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
 - 4.3 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ อย่างตรงไปตรงมา ไม่ลำเอียง หรือมีอคติ
5. มีความเพียรพยายาม โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่
 - 5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์
 - 5.2 ไม่ท้อถอยเมื่อผลการทดลองล้มเหลว หรือมีอุปสรรค พร้อมทั้งจะค้นหาความรู้

ต่อไป

6. มีความละเอียดรอบคอบ โดยมีคุณลักษณะย่อยได้แก่
 - 6.1 รู้จักใช้วิจารณญาณคิดวิเคราะห์ถึงความเห็น หรือสรุปผลจากข้อมูล
 - 6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนกว่าจะมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
 - 6.3 รู้จักควบคุมตัวแปรอื่นที่จะส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อน
 - 6.4 คิดวางแผนล่วงหน้าในการทำงาน

คุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น มิใช่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แม้แต่บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก็จะทำให้เป็นประโยชน์แก่ชีวิตการทำงานและการดำรงชีวิตอีกด้วย

เทคนิคการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อาจกระทำได้ดังนี้

1. ค้นคว้า ทดลอง และปฏิบัติงานตามขั้นตอนอย่างมีระบบ
2. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ อาจจะเป็นจากหนังสือ วารสาร หรืออินเทอร์เน็ต
3. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนอย่างเหมาะสม

4. มอบหมายให้ทำงานเป็นกลุ่มอย่างเป็นนิ
5. ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
6. สอนโดยใช้สื่อและเครื่องมือบ่อย ๆ และจัดกิจกรรมการสอนอย่างหลากหลาย
7. ให้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ

สรุปได้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือแนวคิดของบุคคลที่แสดงออกทางด้านจิตใจในการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทั้ง 6 ประการ ได้แก่ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความเพียรพยายาม และความละเอียดรอบคอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ จากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมทั้ง 6 ด้าน

ระบบนิเวศ

ความหมายและโครงสร้างของระบบนิเวศ

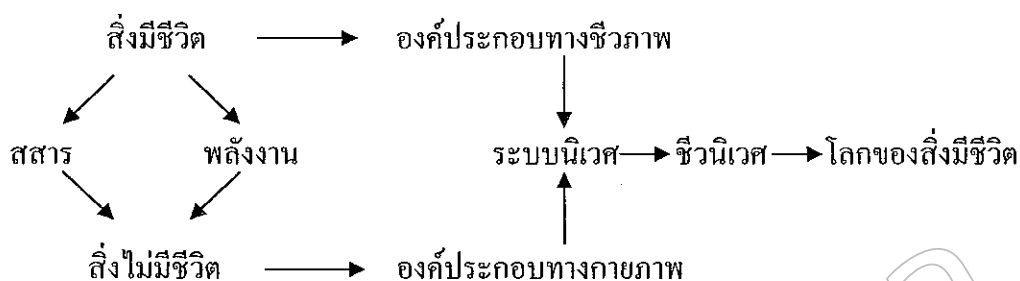
ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) กับสภาวะแวดล้อมของแหล่งที่อยู่ (Habitat) ทั้งในเชิงอาหารและการอยู่ร่วมกัน สภาวะแวดล้อมของแหล่งที่อยู่ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. สภาวะแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) เป็นสภาวะแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ ภูมิอากาศ ดิน อุณหภูมิ เป็นต้น
2. สภาวะแวดล้อมทางชีวภาพ (Biological Environment) เป็นสภาวะแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือ สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

โครงสร้างของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทุกระบบไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ ต้องมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Component) หรือปัจจัยทางกายภาพ (Physiological Factor) ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ก๊าซ แร่ธาตุ ฯลฯ
2. องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic Component) หรือปัจจัยทางชีวภาพ (Biological Factor) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศนั้น ๆ



ภาพที่ 1 โครงสร้างของระบบนิเวศ (เย็นฤทัย คีรินทร์, 2544, หน้า 27)

ประเภทของระบบนิเวศ

ในประเทศไทยมีระบบนิเวศที่แตกต่างกันมากมาย ระบบนิเวศที่ควรศึกษามีดังต่อไปนี้ (เย็นฤทัย คีรินทร์, 2544)

1. ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด

ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดเป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์น้ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และพืชน้ำจืดจำนวนมาก จัดได้เป็นแหล่งดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิด รวมทั้งยังเป็นแหล่งที่อยู่และเป็นแหล่งประกอบอาชีพที่สำคัญของมนุษย์อีกด้วย ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง คู บึง สระ น้ำจืด ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำต่าง ๆ

2. ระบบนิเวศทางทะเล

ระบบนิเวศทางทะเลเป็นแหล่งที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ ชายฝั่งทะเลที่มีทั้งหาดทรายและหาดหิน ใต้อ่าว ใต้อ่าว ทะเลและมหาสมุทร และ ใต้ท้องทะเล สัตว์น้ำพวก กุ้ง หอย ปู ปลา ปลาวาฬ พะยูน โลมา ปะการัง และอื่น ๆ เป็นต้น

3. ระบบนิเวศป่าชายเลน

ป่าชายเลนมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากป่าบกหลายประการ ได้แก่ สภาพดิน ความเป็นกรดเบส และระดับน้ำทะเลในช่วงเวลาต่าง ๆ อีกด้วย สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้จะต้องปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมาก ซึ่งพบในบริเวณชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำของประเทศในเขตร้อน กลุ่มพืชที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ แสม โกงกาง ลำพู กลุ่มสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้มีทั้งสัตว์หน้าดิน สัตว์ในดิน และนกเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ป่าชายเลนยังเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลมากที่สุด

4. ระบบนิเวศป่าไม้

ป่าไม้จัดเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งของไทย เนื่องจากเป็นแหล่งต้นน้ำ ลำธาร เป็นแหล่งรวมพันธุ์ไม้และสัตว์ป่าต่าง ๆ ช่วยควบคุมอุณหภูมิ ผลัดก๊าซออกซิเจน ทำให้เกิดฝน ช่วยกำบังพายุและลดความรุนแรงของน้ำป่า และป้องกันการพังทลายของหน้าดิน เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางกายภาพกับสิ่งมีชีวิต

ในธรรมชาติมีสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตมากมาย สภาวะแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตจนทำให้สิ่งมีชีวิตไม่เจริญเติบโตตามปกติ หรือตายไปเรียกว่า ปัจจัยจำกัด (Limiting Factor) สภาวะแวดล้อมทางกายภาพในธรรมชาติมีดังต่อไปนี้ คือ

1.1 แสงสว่าง มีผลต่อผู้ผลิตโดยตรง และมีผลในทางอ้อมต่อสัตว์เนื่องจากสัตว์กินพืชเป็นอาหาร นอกจากนี้ แสงสว่างยังให้ความอบอุ่นแก่สัตว์อีกด้วย

1.2 อุณหภูมิ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด เช่น

1.2.1 การอพยพย้ายถิ่นของสัตว์ (Migration)

1.2.2 การพักตัวในฤดูร้อน (Estivation)

1.2.3 การจำศีลในฤดูหนาว (Hibernation)

โดยสรุปอุณหภูมิจะเป็นตัวกำหนดขอบเขต และขีดจำกัด ในสภาพทนทานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในการดำรงชีพ

1.3 ความกดดันและก๊าซ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัย ออกซิเจน การคงอยู่และสถานะของก๊าซขึ้นอยู่กับความกดดันบรรยากาศ ซึ่งจะมีผลต่อการหายใจและโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต เช่น กรณียูบนยอดเขาหรืออยู่บนที่สูง ๆ มักจะมีปอดและหัวใจโตกว่าปกติ และมีเม็ดเลือดแดงมากกว่าคนปกติด้วย

1.4 น้ำหรือความชื้น เป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีบทบาทในขบวนการชีวเคมีในร่างกาย น้ำในดินมีความสำคัญต่อพืชเพราะเป็นตัวทำละลายสารอาหารและเกลือแร่ในดิน นอกจากนี้สภาวะแวดล้อมในระบบนิเวศอันเกิดจากน้ำ ได้แก่ ความชื้นในอากาศในดิน ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ล้วนแต่เป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโต ความอุดมสมบูรณ์ และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต

1.5 ดิน เป็นแหล่งผลิตผลที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต พืชใช้ดินเป็นแหล่งอาหาร แร่ธาตุต่าง ๆ และน้ำ สำหรับสัตว์พื้นดินจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

1.6 ความเป็นกรด-เบส ความเป็นกรด-เบส ของตัวกลางในระบบนิเวศทั้งในน้ำ และบนพื้นดินจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชต้องการ ความเป็นกรด-เบส ประมาณ 6.5 – 7.0

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน

2.1 สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันในแง่ของอาหาร

กลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ร่วมกันและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้าจำแนก ตามลักษณะการดำรงชีวิตหรือตามลักษณะการกิน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1.1 ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ พืชสีเขียว แบคทีเรียบางชนิด

2.1.2 ผู้บริโภค (Consumer) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ได้แก่ สัตว์ ทุกชนิดที่บริโภคพืชหรือสัตว์ด้วยกันเองเป็นอาหาร ผู้บริโภคแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อย ได้ดังนี้

2.1.2.1 ผู้บริโภคพืช (Herbivores) ได้แก่ ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร

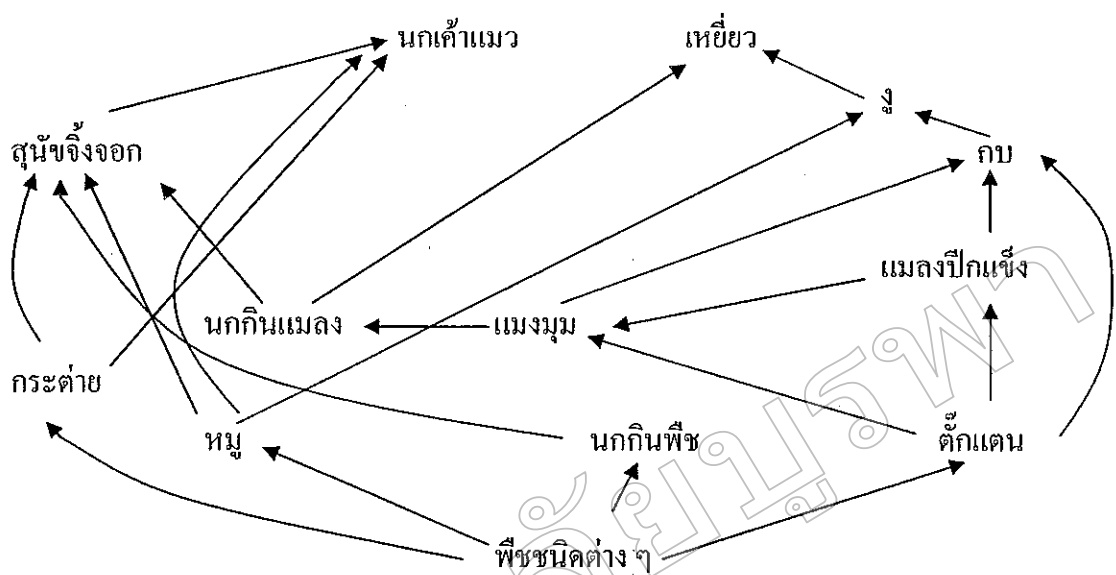
2.1.2.2 ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivores) ได้แก่ ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร

2.1.2.3 ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores) ได้แก่ ผู้บริโภคที่กินทั้งพืช และสัตว์เป็นอาหาร

2.1.2.4 ผู้บริโภคซากสิ่งมีชีวิต (Detritivores) ได้แก่ ผู้บริโภคที่กินซากพืช ซากสัตว์เป็นอาหาร ถ้ากินซากสัตว์เป็นอาหารอย่างเดียว เรียกว่า สัตว์กินซากสัตว์ (Scavenger)

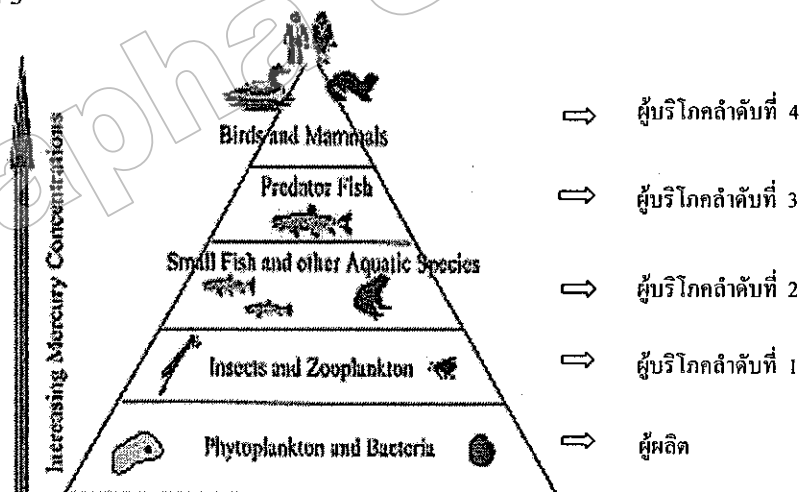
2.1.3 ผู้ย่อยสลายสาร (Decomposers) ได้แก่ พวกที่ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะกินอาหารในรูปของสารละลายและมีกลไกในการกินแบบ Osmosis ได้แก่ จุลินทรีย์ แบคทีเรีย เห็ดรา เป็นต้น

กลุ่มสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศ จะมีความสัมพันธ์กันในแง่ที่เป็น อาหารถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอด ๆ ในลักษณะของห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) และใน ธรรมชาติห่วงโซ่อาหารจะมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนในรูปของสายใยอาหาร (Food Chain) ดังแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สายใยอาหาร (เพอร์วินดีสุข และคณะ, 2546, หน้า 42)

เมื่อพิจารณาแนวการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารหนึ่ง ๆ โดยทั่วไป สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิต จะมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดฐานกว้าง โดยผู้ผลิตซึ่งมีจำนวนมากที่สุดจะอยู่ในตำแหน่งฐานปิรามิด และผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ จะอยู่ถัดขึ้นไปตามลำดับในลักษณะถดถอย ดังแผนภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปิรามิดจำนวนของสิ่งมีชีวิต (Food chain, n.d.)

2.2 สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันในแง่ของการอยู่ร่วมกับภาวะต่าง ๆ

2.2.1 ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่ทั้งสองฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน เมื่อแยกกันอยู่ สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นปกติ เช่น

แมลงกับดอกไม้ แมลงช่วยถ่ายละอองเกสรให้ดอกไม้ ดอกไม้ให้น้ำหวานแก่แมลง
ควายกับนกเอี้ยง บนตัวควายมีรีน ไร แมลง ให้นกเอี้ยงจิกกิน นกเอี้ยงได้อาหาร
ควายได้รับการกำจัดรีน ไร

มดกับเพลี้ย มดคาบดูน้ำเลี้ยงจากพืช มดจะรีดน้ำตาลจากตัวเพลี้ยกินเป็นอาหาร
ส่วนเพลี้ยได้รับการคุ้มครองอันตรายจากมด

ซีแอนีโมนีกับปูเสฉวน ซีแอนีโมนีช่วยพรางตัวให้ปูเสฉวน ส่วนปูให้เศษอาหาร
ที่กัดกินแก่ซีแอนีโมนีและพาซีแอนีโมนีเคลื่อนที่ไปหาแหล่งอาหารใหม่ ๆ

2.2.2 ภาวะที่พึ่งพากัน (Mutualism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ทั้งสอง
ฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ร่วมกันและถ้าขาดฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไป จะทำให้สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งไม่
สามารถดำรงชีวิตอยู่ต่อไปได้ตลอด เช่น

แบคทีเรียในปมรากของพืชตระกูลถั่ว แบคทีเรีย *Rhizobium Notatum* ตรึงก๊าซ
 N_2 เป็นไนเตรต ให้ถั่วสร้างโปรตีน ส่วนดินถั่วให้อาหารและรากเป็นที่อาศัยแก่แบคทีเรีย

Anabaena กับ แหนแดง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินแอนาบีนา ตรึง N_2
เป็นไนเตรตให้แหนแดง ส่วนที่ว่างบริเวณ ใบของแหนเป็นที่อยู่อาศัยของแอนาบีนา

2.2.3 ภาวะอิงอาศัย (Commensalism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ฝ่าย
หนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เช่น

กล้วยไม้กับต้นไม้อื่น กล้วยไม้ที่อยู่อาศัยที่เปลือกนอกต้นไม้อื่นเพื่อรับแสงแดด
ส่วนต้นไม้อื่นไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด

ปลาเหาฉลาม (Remora) กับ ปลาฉลาม ปลาเหาฉลาม เก็บกินเศษอาหารที่ปลา
ฉลามกัดกินและใช้ Sucker เกาะที่บริเวณท้องปลาฉลามโดยที่ปลาฉลามไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด

2.2.4 ภาวะการล่าเหยื่อ (Predation) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่ฝ่ายหนึ่งได้
ประโยชน์ คือเป็นผู้ล่า (Predator) อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เรียกว่า เหยื่อ (Prey) เช่น เหี้ยวกิน
หนู กบกินแมลง งูกินกบ เป็นต้น

2.2.5 ภาวะปรสิต (Parasitism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ ฝ่ายหนึ่งได้
ประโยชน์จากการที่ได้เป็นผู้อาศัยและได้อาหาร เรียกว่า ปรสิต (Parasite) และสิ่งมีชีวิตอีกชนิด
หนึ่งเสียประโยชน์โดยเป็นผู้ถูกอาศัยและถูกแย่งอาหาร เรียกว่า เจ้าของบ้าน (Host) เช่น

พหุชนิดต่าง ๆ กับคนหรือสัตว์ชนิดอื่น ๆ เห็นกับสุนัข ปลิงกับคน เป็นต้น

2.2.6 ภาวะแก่งแย่ง (Competition) เป็นภาวะที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองฝ่าย แย่งชิงสิ่งที่ต้องการอย่างเดียวกันทำให้ทั้งสองชนิดต่างเสียประโยชน์ด้วยกัน เช่น ผึ้งสุนัขป่าแย่งกระต่ายตัวเดียวกัน ต้นไม้ในป่าแย่งแสงแดดซึ่งกันและกัน เป็นต้น

2.2.7 ภาวะต่อต้าน (Antibiosis) เป็นภาวะที่สิ่งมีชีวิตฝ่ายหนึ่งสร้างสารออกมา ทำให้อีกฝ่ายหนึ่งไม่เจริญเติบโตหรือถึงตายได้ เช่น ราเพนิซิลเลียมกับแบคทีเรีย ราจะสร้างสาร Antibiotic ออกมายับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้

2.2.8 ภาวะเป็นกลาง (Neutralism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ทั้งสองฝ่าย ต่างไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ซึ่งกันและกัน เช่น เต่ากับกระต่าย หกสิบบริเวณเดียวกันโดยไม่ทำอันตรายกัน

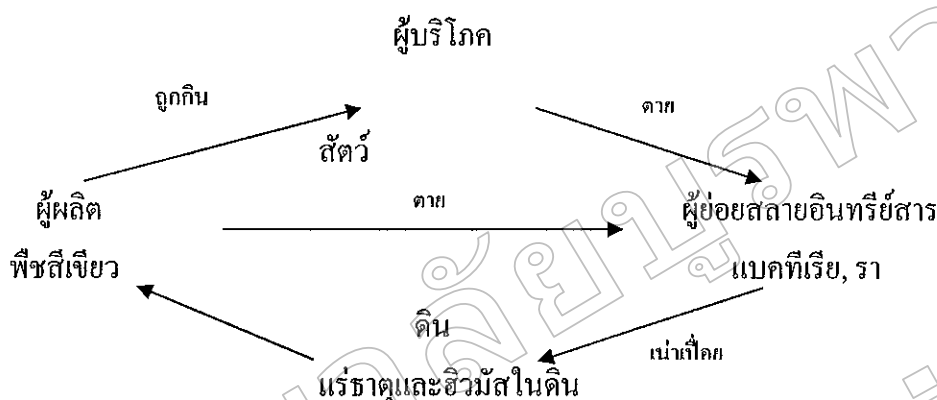
2.2.9 ภาวะมีการย่อยสลาย (Saprophyte) เป็นภาวะที่ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) อาศัยบนซากสิ่งมีชีวิต ทำให้ซากนั้น ๆ สลายตัวเกิดวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ ขึ้นด้วย เช่น เห็ดราที่ขึ้นตามขอนไม้ ราขึ้นตามขนมปัง เป็นต้น

ตารางที่ 1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

ชนิดความสัมพันธ์ของการอยู่ร่วมกัน (Symbiosis)	เมื่ออยู่ร่วมกัน ชนิด 1 , ชนิด 2	เมื่อแยกกัน ชนิด 1 , ชนิด 2
1. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation)	+, +	0, 0
2. ภาวะที่พึ่งพากัน (Mutualism)	+, +	-, -
3. ภาวะอิงอาศัย (Commensalism)	+, 0	-, 0
4. ภาวะการล่าเหยื่อ (Predation)	+, -	-, 0
5. ภาวะปรสิต (Parasitism)	+, -	-, 0
6. ภาวะแก่งแย่ง (Competition)	-, -	0, 0
7. ภาวะต่อต้าน (Antibiosis)	0, -	0, 0
8. ภาวะเป็นกลาง (Neutralism)	0, 0	0, 0
9. ภาวะมีการย่อยสลาย (Saprophyte)	+, 0	-, 0

วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

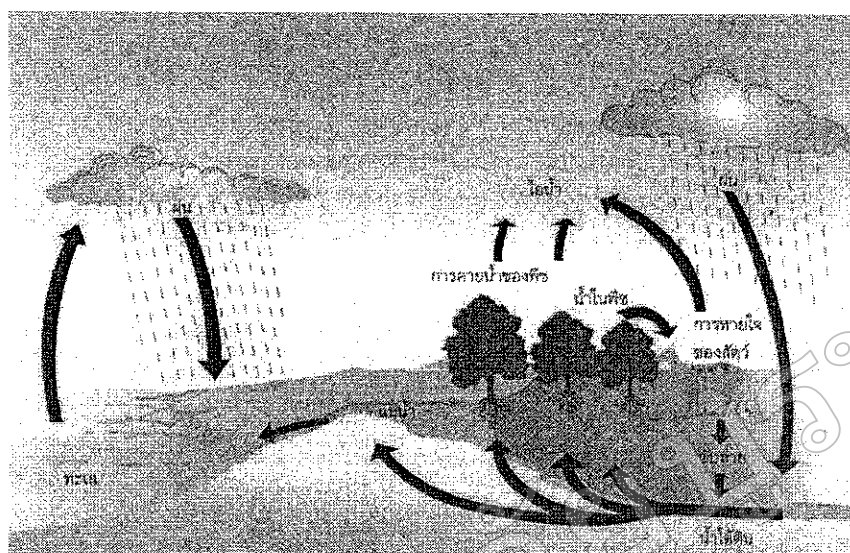
ในธรรมชาติสภาวะแวดล้อมได้แก่ แร่ธาตุและสารต่าง ๆ จะถูกนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตเป็นส่วนใหญ่ และในบางกิจกรรมของการดำรงชีวิตก็มีการปล่อยสารบางอย่างกลับคืนสู่ธรรมชาติด้วย ในลักษณะหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักร



ภาพที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ (พะเยาว์ ยินดีสุข และคณะ, 2546, หน้า 49)

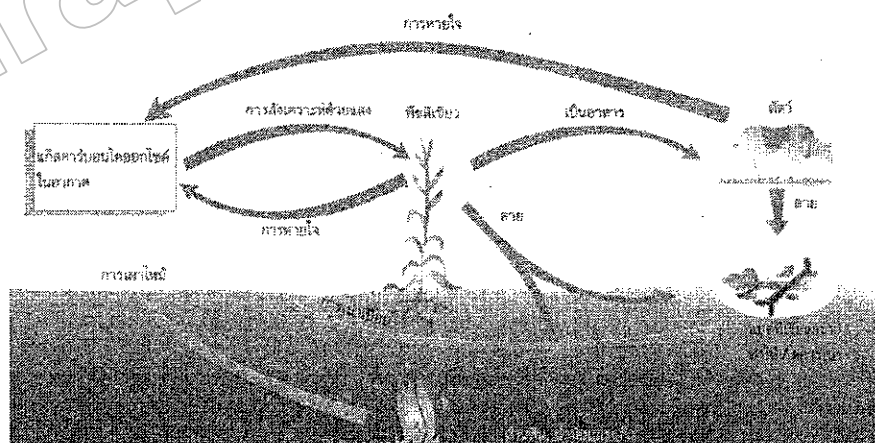
วัฏจักรของสารที่สำคัญมีดังนี้ คือ

1. การหมุนเวียนของน้ำในระบบนิเวศ ร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก น้ำเป็นตัวกลางในกระบวนการต่าง ๆ โดยเฉพาะกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) การหมุนเวียนของน้ำจึงมีความสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตมาก วัฏจักรของน้ำ ประกอบด้วย
 - ก. วัฏจักรของน้ำที่ไม่ผ่านสิ่งมีชีวิต เป็นวัฏจักรระยะสั้น เกิดจากการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ กลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปในบรรยากาศกลายเป็นเมฆแล้วควบแน่นกลายเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นดินและแหล่งน้ำในธรรมชาติ
 - ข. วัฏจักรของน้ำที่ผ่านสิ่งมีชีวิต เป็นวัฏจักรระยะยาว เริ่มจากน้ำในแหล่งต่าง ๆ ถูกกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้แก่ ผู้ผลิต บริโภค และผู้ย่อยสลายนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต น้ำจะกลับสู่บรรยากาศจากการหายใจ การขับถ่าย และการคายน้ำของพืช แล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝนสู่พื้นดินและแหล่งน้ำในธรรมชาติ ดังแผนภาพที่ 5



ภาพที่ 5 วัฏจักรของน้ำ (เพยาว์ ยินดีสุข และคณะ, 2546, หน้า 50)

2. การหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศ คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิตในรูปของสารอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เป็นต้น ในบรรยากาศ คาร์บอนอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังพบอยู่ในรูปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ เมื่อเกิดการเผาไหม้จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศ สำหรับคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในพืชได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสง หลังจากนั้นจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจ การเผาไหม้ และการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต ก็จะกลับสู่บรรยากาศได้อีก ดังแผนภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วัฏจักรของคาร์บอน (เพยาว์ ยินดีสุข และคณะ, 2546, หน้า 51)

3. การหมุนเวียนไนโตรเจนในระบบนิเวศ วงจรไนโตรเจนประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

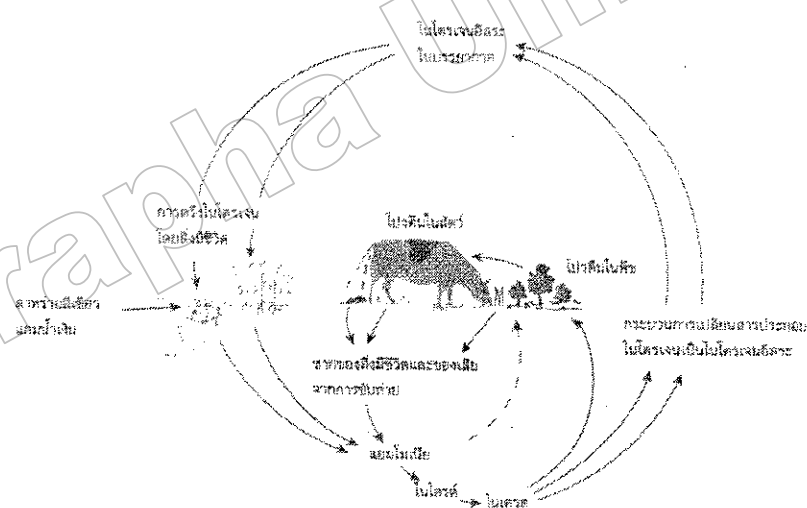
3.1 การตรึงไนโตรเจน เป็นการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนในอากาศให้กลายเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย โปรตีน กรดนิวคลีอิก มีกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 2 กระบวนการ ได้แก่

3.1.1 กระบวนการทางกายภาพโดยอาศัยพลังงานจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น พายุแลบ พายุผ่า และกระบวนการทางชีวภาพ

3.1.2 การสร้างแอมโมเนีย เกิดจากสารอินทรีย์ที่อยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นสิ่งขับถ่าย เช่น ยูเรีย จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียจำพวก Ammonifying Bacteria ให้กลายเป็นก๊าซแอมโมเนีย (NH_3)

3.3 การสร้างไนเตรต เป็นการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียให้กลายเป็นไนไตรต์และไนเตรต โดยจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียที่สร้างอาหารเองได้

3.4 การสร้างไนโตรเจน เป็นการเปลี่ยนไนเตรตให้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์จำพวก Denitrification Bacteria



ภาพที่ 7 วงจรของไนโตรเจน (เพอร์ ยินดีสุข และคณะ, 2546, หน้า 52)

ประชากรและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

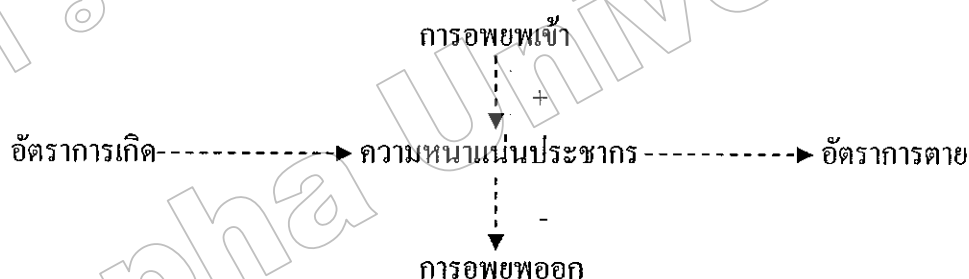
ในบริเวณหนึ่ง ๆ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน อยู่ในที่เดียวกัน ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เราเรียกว่า ประชากร (Population)

ในธรรมชาติ ขนาดของประชากร คือ จำนวนสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแต่ละบริเวณ และแต่ละช่วงเวลาจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากมีการเกิด มีการตาย และมีการเคลื่อนย้าย ทำให้ความหนาแน่นของประชากร หรือสัดส่วนระหว่างจำนวนประชากรกับเนื้อที่ที่ประชากรอาศัยอยู่เปลี่ยนแปลงไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร คือ

1. อัตราการเกิด (Natality)
2. อัตราการตาย (Mortality)
3. การอพยพเข้า (Immigration)
4. การอพยพออก (Emigration)

สามารถสรุปเป็นแผนภาพที่ 8 ได้ดังนี้



ภาพที่ 8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร (จุติมา จันทระระกุล, 2545, หน้า 131)

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต (Succession) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงชนิดและขนาดของประชากร อันเนื่องมาจากสภาพสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งอาจเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่น การทับถมของแหล่งน้ำจนดินแข็งและกลายเป็นป่าไม้ในที่สุด หรือเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น ไฟไหม้ป่า เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงจนถึงขั้นสุดท้ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อไปอีก เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (Climax Community)

ประเภทของการเปลี่ยนแปลงแทนที่

- ก. แบ่งตามลักษณะการเกิดมี 2 ชนิด

1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ (Primary Succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มจากสัณฐานหรือที่อยู่ที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอยู่มาก่อนเลย เช่น แหล่งที่มีการระเบิดของภูเขาไฟ แหล่งน้ำใหม่ ๆ เกาะที่เกิดขึ้นใหม่ เป็นต้น

2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (Secondary Succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอยู่มาก่อน แต่อาจถูกทำลายด้วยปัจจัยบางอย่าง เช่น น้ำท่วมเป็นเวลานาน ไฟไหม้ป่า เป็นต้น

ข. แบ่งตามสถานที่เกิดมี 2 ชนิด คือ

1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่แห้งแล้ง (Xerarch Succession) เช่น ก้อนหินที่ว่างเปล่าจากภูเขาไฟระเบิด มีลำดับการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1.1 ครัสโตสไลเคน (Crustose Lichens) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตรุ่มบุกเบิก ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขับกรดออกมาทำให้หินผุกร่อน

1.2 โฟลิโอสไลเคน (Foliose Lichens) เป็นไลเคนที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบน ๆ ขนาดใหญ่กว่าพวกแรก ช่วยเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้น

1.3 มอส (Moss) สปอร์ของมอส สามารถเจริญขึ้นได้เนื่องจากมีความชื้นเพียงพอ

1.4 เฟิน (Fern) และหญ้า (Grass) เป็นกลุ่มของพืชที่มีระบบลำเลียงมีรากขนไชทำให้หินแตกสลายกลายเป็นดินมากขึ้น

1.5 ไม้ล้มลุก (Herb) ไม้พุ่ม (Shrub) และไม้ยืนต้น (Tree) ในระยะนี้มีดินมากและมีความชื้นเพียงพอที่จะเกิดไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นตามลำดับ จนกลายเป็นป่าไม้นอกจากนี้ยังมีสัตว์นานาชนิดเข้ามาอยู่อาศัยมากมาย จนมีจำนวนและชนิดค่อนข้างแน่นอน การเปลี่ยนแปลงยังคงเกิดขึ้นต่อไป แต่จะเป็นในลักษณะสมดุลไดนามิก (Dynamic Equilibrium) ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า สัณฐานสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (Climax Community) ตัวอย่างเช่น ป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ภูกระดึง ดอยอินทนนท์ ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และห้วยขาแข้ง เป็นต้น

2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ (Hydrarch Succession) เกิดขึ้นในบริเวณที่เคยมีน้ำมาก่อน แล้วค่อย ๆ เข้าสู่สัณฐานที่มีน้ำปานกลาง และน้อยลงจนแห้งแล้ง เช่น จากบ่อน้ำเป็นป่าไม้ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตตามลำดับ ดังนี้

2.1 บ่อน้ำใหม่ยังไม่มีพืชที่มีราก พบแต่พวกแพลงก์ตอนพืช

2.2 พืชใต้น้ำ (Submerged Vegetation) เช่น สาหร่ายหางกระรอก

2.3 พืชพื้นผิวน้ำ (Emerging Vegetation) เช่น กก ต้นบัว

2.4 บ่อชั่วคราวและมีหญ้าขึ้น (Temporary Pond & Prairie)

2.5 กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดยอด (Climax Community) เป็นป่าไม้สมบูรณ์

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต มีดังนี้

ก. ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ สาเหตุจากธรรมชาติ เช่น ไฟไหม้ป่า น้ำท่วมนาน ๆ พายุ แสง มีการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว

ข. ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การสร้างเขื่อน การทำไร่เลื่อนลอย การนำกิ่งไม้มาสร้างรั้วของตัวบิวเวอร์ ทำให้ทิศทางการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลง จุลินทรีย์ย่อยสลายสารในดิน มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ขึ้นมาแทนที่

สรุปได้ว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ จะแบ่งสาระออกเป็น 5 เรื่อง คือ ความหมายและโครงสร้างของระบบนิเวศ ชนิดของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ ประชากรและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการสร้างชุดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 5 ชุดการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

พนิดา ภิธัชเพ็ญ (2534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ($p < .025$, $p < .005$, $p < .025$ และ $p < .01$ ตามลำดับ)

ไพจิตร สดวกการ (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และนักเรียนได้รับการสอนตามกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

จิราภรณ์ ตรียาพันธ์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ได้ชุดกิจกรรมการสอนที่มีประสิทธิภาพโดยรวม คือ สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถึงขั้นรอบรู้ที่กำหนดเท่ากับร้อยละ 88.52

รัตนะ บัวรา (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

นุศรา เอี่ยมเนาวรัตน์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนสูงกว่าการสอนตามปกติ

สุมาลี แวะศรีภา (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอน เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ กลุ่มส่งเสริมประสบการณ์ชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.08 / 86.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.58

นิวัฒน์ ไม้ใหญ่เจริญวงศ์ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดการสอน นักเรียนมีความคิดเห็นว่า ชุดการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.57/ 84.67

สุภาวดี ตันติวัฒนการ (2544) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีสอนแบบปกติ โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนใน

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อุมาภรณ์ รอดมณี (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศจากสภาพแวดล้อมของโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มศว.ปทุมวัน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน เรื่อง ระบบนิเวศโดยการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของ โรงเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

โมลลูล (Molau 1992, p. 4255 – A) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลของการใช้ชุดการสอน คณิตศาสตร์ 3 แบบ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ชุดการสอนแบบให้ข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ศึกษา ชุดการสอนแบบเน้นความรู้ความจำ และชุดการสอนที่เรียนผ่านการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนทั้ง 3 แบบสูงขึ้น

เพียซา (Piazza, 1995, p. 340 – A) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพสำรวจการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัย พบว่า ทฤษฎีการสอนแบบ คอนสตรัคติวิสต์ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การสร้างความรู้ด้านคณิตศาสตร์ดีขึ้น

อันยานีชี และ อิมมานูเอล (Anyanechi & Emmanuela, 1996) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการสอนตามปกติ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ ส่วนกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า วิธีสอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ดีกว่าวิธีสอนตามปกติ

อับบาส (Abbas, 1997) ได้ทำการวิจัยศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ตาม รูปแบบคอนสตรัคติวิสต์ กับนิสิตครูระดับประถมศึกษาที่ไม่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดย วิเคราะห์จากการสังเกตและจดบันทึกผลการเรียน สัมภาษณ์ครูผู้สอนและผู้เรียน ผลการวิจัย พบว่า การสอนตามรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนได้ดี

ฮิลเลย์ และ ซิลลิเวน (Hulley & Sullivan, 1998, Abstract) ได้ทำการวิจัยการใช้ ชุดการเรียนการสอนบูรณาการวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า การเรียนโดยใช้ ชุดการเรียนการสอนช่วยสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และ สังคมศึกษาได้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับชุดการสอน และการเรียนการสอนตามแนว
 คอนสตรัคติวิสต์จากนักการศึกษา และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศ และ
 ต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า ชุดการสอนเป็นสื่อการสอนที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาจัดกิจกรรมการ
 เรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้
 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีความรับผิดชอบร่วมกัน
 ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
 นักเรียน ส่วนการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวคิดหนึ่งในการพัฒนาการเรียนรู้
 ให้กับเด็กโดยการฝึกทักษะ มุ่งเน้นให้เด็กเป็นผู้ลงมือกระทำในกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 ให้เกิดขึ้น ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเกิดการเรียนรู้มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมี
 ศักยภาพทางการเรียนเพิ่มขึ้นทั้งความสามารถทางการคิดและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความ
 คิดเห็นต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้ใหม่ ๆ และพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป