

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลำดับไว้ดังนี้

1. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)
2. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. ชุดการสอน
4. ตะพานน้ำ
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) เป็นหลักสูตรต่อเนื่องกับหลักสูตรประถมศึกษา เป็นหลักสูตรที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ทางด้านวิชาการอย่างเต็มความสามารถ และได้มี โอกาสหาความรู้และทักษะจากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และผสมผสานการให้ความรู้กับการปฏิบัติจริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และกระบวนการกลุ่ม

หลักการ

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นมีหลักการดังนี้

1. เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นพบ ความสามารถ ความถนัด และ ความสนใจของตนเอง
2. เป็นการศึกษาทั่วไป เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการประกอบสัมมาชีพหรือการศึกษาต่อ
3. เป็นการศึกษาที่สนองความต้องการของท้องถิ่นและประเทศชาติ

จุดหมาย

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต และการศึกษาต่อ ให้สามารถเลือกแนวทางที่จะทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาท และหน้าที่

ของตน ในฐานะเป็นพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะเลือก และตัดสินใจประกอบสัมมาชีพทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีนิสัยในการปรับปรุงงานตนเอง และสังคม เสริมสร้างอนามัยชุมชนและครองชีวิตโดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อสังคม

ในการจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ จะต้องมุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญ และทันต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่างๆ
2. สามารถปฏิบัติตนในการรักษา และเสริมสร้างสุขภาพอนามัยของตนเอง และชุมชน
3. สามารถวิเคราะห์ปัญหาของชุมชน และเลือกแนวทางแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับข้อ

จำกัดต่าง ๆ

4. มีความภูมิใจในความเป็นไทย สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เต็มใจช่วยเหลือผู้อื่นตามความสามารถของตน

5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถสร้างและปรับปรุงแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้เกิดความเจริญแก่ตนเอง และชุมชน

6. มีทัศนคติที่ดีต่อสัมมาชีพทุกชนิด มีนิสัยรักการทำงาน และมีความสามารถในการเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับความถนัด และความสนใจของตนเอง

7. มีทักษะพื้นฐานในการประกอบสัมมาชีพทุกชนิด มีความสามารถในการจัดการ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

8. เข้าในสภาพและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในชุมชน สามารถเสนอแนวทางพัฒนาชุมชน ภูมิใจในการปฏิบัติตนตามบทบาท และหน้าที่ในฐานะสมาชิกที่ดีของชุมชนตลอดจนอนุรักษ์และเสริมสร้างสิ่งแวดล้อม ศาสนา ศิลปวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของตน

โครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)

1. วิชาบังคับ จำนวน 57 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่รายวิชาดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1.1 วิชาบังคับแกน จำนวน | 39 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.1 ภาษาไทย | 12 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.2 วิทยาศาสตร์ | 9 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.3 คณิตศาสตร์ | 6 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.4 สังคมศึกษา | 6 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.5 พละนาฏย | 3 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.1.6 ศิลปศึกษา | 6 หน่วยการเรียนรู้ |
| 1.2 วิชาบังคับเลือก จำนวน | 18 หน่วยการเรียนรู้ |

1.2.1 สังคมศึกษา	6 หน่วยการเรียนรู้
1.2.3 พละนาฏย	6 หน่วยการเรียนรู้
1.2.4 การงาน	6 หน่วยการเรียนรู้

2. วิชาเลือกเสรี

2.1 กลุ่มวิชาภาษา

2.1.1 ภาษาไทย

2.1.2 ภาษาต่างประเทศ

2.2 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

2.2.1 วิทยาศาสตร์

2.2.2 คณิตศาสตร์

2.3 กลุ่มวิชาสังคมศึกษา

2.4 กลุ่มวิชาพัฒนาศิลปะ

2.4.1 พละนาฏย

2.4.2 ศิลปะศึกษา

2.5 กลุ่มวิชาการงานและอาชีพ

3. กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมต่อไปนี้

3.1 กิจกรรมตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดกิจกรรมในสถานศึกษา

สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ คือ กิจกรรมลูกเสือ – เนตรนารี หรือ ยุวประชา หรือผู้บำเพ็ญประโยชน์ จำนวน 1 คาบ ต่อสัปดาห์ต่อภาค และกิจกรรมอื่นๆ อีก 1 คาบ ต่อสัปดาห์ต่อภาค

3.2 กิจกรรมแนะแนว หรือกิจกรรมแก้ปัญหา หรือกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 1 คาบ ต่อสัปดาห์ต่อภาค

3.3 กิจกรรมอิสระของผู้เรียน จำนวน 2 คาบต่อสัปดาห์ต่อภาค

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 ก, หน้า 33)

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการ ทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา รักสนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้รับความรู้ ในเนื้อหาวิชาอย่างกว้างขวาง มีขบวนการในการคิดอย่างถูกวิธี สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น การจัดทำและการใช้วัสดุอุปกรณ์ควรให้เหมาะสม กับสภาพของท้องถิ่นและบทบาทของผู้เรียน

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว 102 เรื่อง ชีวิตสัตว์ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ตะพานน้ำ ดังนี้

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ การเจริญเติบโต ตัวเต็มวัย วัฏจักรชีวิต การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การปฏิสนธิภายนอก การปฏิสนธิภายใน การผสมเทียม
2. อธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโต และเขียนแผนผังเพื่อแสดงวัฏจักรชีวิตของตะพานน้ำได้
3. อธิบายหลักการสำคัญของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์ได้
4. อธิบายหลักการสืบพันธุ์ของตะพานน้ำได้
5. อธิบายหลักการและขั้นตอนการเพาะเลี้ยงตะพานน้ำได้

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ได้ให้ความหมายของ “วิทยาศาสตร์” ไว้ดังนี้

นิตา สะเพียรชัย (2525, หน้า 4) ให้ความหมายว่า ความรู้ที่แสดงหรือพิสูจน์ได้ว่าถูกต้อง เป็นความจริงโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้ นั้น ๆ

ปรีชา วงศ์สุศิริ (2527, หน้า 246) กล่าวว่า “...วิทยาศาสตร์คือความรู้และกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและรวบรวม ซึ่งสามารถนำไปถ่ายทอดได้”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 105) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่วัดด้วยความรู้ของธรรมชาติที่เกิดจากการค้นพบ กับส่วนที่เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการค้นหาความรู้นั้น

เพียร ชัยขวัญ (2536, หน้า 4) ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์ เป็นองค์ประกอบด้านเนื้อหาของวิทยาศาสตร์

2. วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

3. วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงที่เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

เพียร ชัยขวัญ (2536, หน้า 4) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ ประการดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ของธรรมชาติ (วัตถุและเหตุการณ์ที่แวดล้อมเราอยู่) แล้วมีการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์นั้น ๆ
2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำข้อมูลและการตีความหมายข้อมูลที่ได้
3. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นคู่แฝด ด้านหนึ่งนั้นเป็นการสะสมความรู้ที่ได้ผ่านการทดลองแล้ว และอีกด้านหนึ่งจะเป็นวิธีการค้นหาความรู้
4. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติที่ท้าทายความอยากรู้ อยากเห็นของมนุษย์
5. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรืออธิบายกฎเกณฑ์ที่ได้จากปรากฏการณ์นั้น ๆ รวมทั้งการขยายความรู้ให้กว้างขวางออกไปเลยจากประสบการณ์ที่ได้รับ
6. ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับเพิ่มนั้น มีลักษณะสืบต่อจากความรู้เก่าที่มีคนค้นพบไว้แล้ว นักวิทยาศาสตร์คนใหม่จะอาศัยความรู้ และความคิดของนักวิทยาศาสตร์คนก่อน ๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ต่อไป

การให้ความหมายของ “วิทยาศาสตร์” ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า “วิทยาศาสตร์” คือ ความรู้ ที่ได้จากธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

ความหมายของเทคโนโลยี เพียร ชัยขวัญ (2536, หน้า 109) เทคโนโลยี คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์สาขาอื่น ๆ มาผสมผสานประยุกต์ เพื่อสนองเป้าหมายความต้องการเฉพาะอย่างตามประโยชน์ ด้วยการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิต และจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ ส่วนเทคโนโลยีนั้นเป็นการนำความรู้ไปใช้ในทางปฏิบัติ ให้เกิดสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ วัดได้ หรือจับต้องได้ โดยการนำทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ มาใช้ในการปฏิบัติ

จากความหมายของคำว่า “วิทยาศาสตร์” และความหมายของคำว่า “เทคโนโลยี” ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติให้สิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ โดยการนำทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ มาใช้ในทางปฏิบัติความรู้วิทยาศาสตร์จะไม่มีคุณค่า ถ้าหากปราศจากเทคโนโลยีมาเชื่อมโยงและเทคโนโลยีที่ปราศจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานก็ไม่สามารถจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด (เพียร ชัยขวัญ, 2536, หน้า 109-112)

จิตวิทยาการเรียนการสอน จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องเรียนรู้ และเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การนำจิตวิทยาไปใช้ในการเรียนการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน การเสริมแรงในการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน รวมทั้งใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบกัน (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537, หน้า 63-74) ได้กล่าวถึงการนำทฤษฎีทางจิตวิทยามาใช้ในการเรียนการสอน ทฤษฎีที่สำคัญที่ใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน คือ ทฤษฎีของเปียเจต์ และบรูเนอร์ ซึ่งเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (sensori-motor stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี เป็นขั้นการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการแสดงออกในรูปการกระทำ เด็กจะใช้ประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งไปปะทะกับสิ่งแวดล้อม เช่น การหยิบสิ่งของต่าง ๆ เริ่มเข้าใจในการใช้ภาษาสื่อสารบ้าง การได้ยิน และการมองเห็น
2. ขั้นควบคุมอวัยวะต่างๆ (preoperational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2-7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มมีพัฒนาการอย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยมีกระบวนการคิดก่อนกระทำ รู้จัก สร้างภาพของการกระทำภายในจิตใจได้ แต่เด็กวัยนี้ยังไม่สามารถคิดย้อนกลับได้ เริ่มมีความสามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับการคงตัวของสสาร เริ่มมองเห็นสิ่งของมากกว่า 1 สิ่ง ในเวลาเดียวกัน กระบวนการพัฒนาของเด็กวัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

2.1 ขั้นการคิดรับรู้โนมตีเบื้องต้น (preconceptual thought) เริ่มตั้งแต่อายุ 2-4 ปี เด็กวัยนี้เริ่มมีมโนคติแล้ว แต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มียุติผล มีพัฒนาการทางภาษาที่เกี่ยวกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ รู้จักควบคุมพัฒนาทักษะนิสัยและการทำงานของอวัยวะบ้าง

2.2 ขั้นการคิดในใจ (intuitive thought) เริ่มตั้งแต่อายุ 4-7 ปี เด็กวัยนี้จะคิด มีเหตุผลมากขึ้น แต่จะเป็นการคิดที่เป็นลักษณะการรับรู้มากกว่าความเข้าใจเด็กจะมีกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าใช้ภาษา รู้จักการพัฒนาลักษณะนิสัยการทำงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ มากขึ้น

3. ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (concrete operational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 7-11 ปี เด็กวัยนี้ จะมีประสบการณ์ในเรื่องการคิดการมีเหตุผลมากขึ้น จึงทำให้เด็กสามารถคิดและจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ ซึ่งเป็นความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่มีตัวตน จับต้องได้ สามารถที่จะเข้าใจได้ว่า ของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้จะมีการเปลี่ยนรูปร่างไป ก็จะมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม มีความสามารถในการคิดย้อนกลับตลอดจนจำแนกประเภท จัดหมวดหมู่

4. ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (formal operational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 11-15 ปี เด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการทางด้านการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และคิดในเชิงซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมมากขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยของจริงเด็กวัยนี้สามารถเข้าใจการฝึกปฏิบัติการได้ดี ได้แก่ การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง ทดลอง พิสูจน์ แปลผลข้อมูล ลงข้อสรุป วิเคราะห์ผลไปใช้

พัฒนาการของเด็กในแต่ละขั้นจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับต่ำกว่าไปสู่ระดับที่สูงกว่าโดยไม่มีการลดขั้นตอน แต่ในบางช่วงของพัฒนาการอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลต่อการพัฒนาของแต่ละคน การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีต่าง ๆ รวมทั้งการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้การพัฒนาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากช่วงอายุของพัฒนาการทางสติปัญญาแล้ว จะเห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรม ครูควรจัดการเรียนการสอน ที่เน้นการค้นพบ ให้เด็กสามารถคิดหาเหตุผลทางนามธรรม ให้นักเรียนได้รู้จักการตั้งสมมุติฐาน การสรุปอ้างอิง ออกแบบการทดลอง ควรจะนำเนื้อหาที่เหมาะสมกับวัย มาสอนเด็กจะได้เข้าใจง่าย วิธีสอนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องทำให้เด็กขาดสมดุลเสียก่อน (เกิดความสงสัย) แล้วให้เด็กพยายามปรับตัว (ทำการเสาะแสวงหาความรู้) เพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล (ได้คำตอบแทนข้อสงสัย) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ผู้เรียนจะต้องมีการปะทะสังสรรค์กับสิ่งแวดล้อม (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531, หน้า 425)

ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของบรูเนอร์ ได้เสนอว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น คือ

การเรียนรู้ด้วยการเล่นกับวัตถุโดยตรง (enactive level) การเรียนรู้ในระดับนี้ ครูจะต้องจัดวัสดุอุปกรณ์ให้เด็กเล่นได้มีประสบการณ์โดยตรง แล้วอาศัยการจัดกระทำต่าง ๆ กับวัตถุ นำไปสู่การเรียนรู้ ไปสู่การหาคำตอบของปัญหา เด็กจะแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะยังมองไม่เห็นมโนภาพของวัตถุ

การเรียนรู้ด้วยการเล่นกับมโนภาพของวัตถุ (iconic level) เด็กสามารถใช้จินตนาการสร้างภาพในใจโดยไม่มีการกระทำ

การเรียนรู้ด้วยการเล่นกับสัญลักษณ์ (symbolic level) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์หรือภาษา สามารถแก้ปัญหาได้ โดยไม่ต้องเห็นวัตถุ หรือไม่ต้องคิดถึงมโนภาพของวัตถุ

สำหรับขั้นการพัฒนาทางปัญญาของบรูเนอร์ เหมาะสำหรับการนำไปจัดการเรียนการสอนได้ทุกระดับชั้น คือการสอนจะเริ่มต้นให้เล่นกับวัตถุสิ่งของเสียก่อน เมื่อเข้าใจแล้ว จึงเอาวัตถุสิ่งของออกไป แล้วให้เล่นกับมโนภาพของวัตถุสิ่งของ เมื่อทำขั้นนี้ได้แล้ว จึงจัดให้เล่นกับตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่อไป ซึ่งถ้าทำได้ถึงขั้นที่ 2 นักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจ อย่างแท้จริง และมีการพัฒนาความคิดสูงมาก

การสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยทั่วไปเรายอมรับว่า ลักษณะเด่นของการสอนที่เป็นวิทยาศาสตร์ (วีระชาติ สวนไพรินทร์, 2531, หน้า 35-36) ได้แก่ การรวบรวมเนื้อหาของวิชาที่สอนให้เป็นหมวดหมู่มีระเบียบแบบแผนการสอนนั้นจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับวิธีสอนของครูและความมุ่งหมายของบทเรียน

วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537, หน้า 118-145) ได้เสนอวิธีสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบบรรยายเป็นการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, หน้า 129) โดยครูเป็นฝ่ายเสนอเรื่องราวให้นักเรียนทราบทั้งหมด นักเรียนเป็นฝ่ายรับฟังและคอยจดตาม วิธีนี้จะได้น้อยกว่าวิธีใด ๆ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นการบรรยายโดยมีอุปกรณ์การสอนประกอบบรรยาย โดยการยกตัวอย่าง บรรยายโดยการสาธิตประกอบ บรรยายหมู่หรือบรรยายโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม หรืออภิปรายแสดงความคิดเห็น เป็นต้น วิธีการสอนแบบบรรยายนี้จะนิยมใช้เมื่อผู้สอนต้องการเสนอข้อมูลธรรมดาให้แก่ผู้เรียน ต้องการเสนอเนื้อหาของบทเรียนเมื่อมีเวลาจำกัด ต้องการจูนบทเรียนบทใหม่ และผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับข้อมูลบางประการ หรือ

ต้องการสรุปสิ่งที่ได้เรียนหรือค้นคว้ามาทั้งหมด นับได้ว่าการสอนแบบบรรยายมีประโยชน์ต่อผู้เรียนเช่นเดียวกับ วิธีการสอนแบบอื่น ๆ และยังคงเป็นวิธีการสอนที่ใช้แพร่หลายกันมากในปัจจุบัน

2. การสอนด้วยการสาธิตการทดลอง การสอนแบบสาธิตการทดลองเน้นการแสดงบางสิ่งบางอย่างให้คนอื่นดู วัตถุประสงค์ที่วางไว้อาจเป็นการแสดงการใช้เครื่องมือ กระบวนการวิธีการ กลวิธี หรือการทดลองที่มีอันตรายซึ่งไม่เหมาะสม ที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง และการสาธิตยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจนขึ้น ทำให้ผู้เรียนตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย และเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้สอนจะสอนต่อไปได้ดีขึ้น แต่วิธีการสอนแบบสาธิตการทดลองไม่ควรให้นานเกินไปหรือเร็วเกินไป จนผู้เรียนคิดตามไม่ทัน ไม่ควรนำจุดสำคัญของบทเรียนมารวมอยู่ในการสาธิต ไม่ควรอธิบายยาวเกินไปทำให้การสาธิตไม่ต่อเนื่อง ไม่ควรใช้ภาษายาก ๆ มาอธิบายการสาธิต และไม่ทำการสาธิตในลักษณะที่ลองผิดลองถูก จะต้องทำให้ถูกต้องที่สุด เพื่อจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ถูกต้อง การสาธิตเป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนนิยมใช้มากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นการประหยัดเวลาทั้งผู้สอน และผู้เรียน

3. การสอนโดยปฏิบัติการทดลอง การสอนโดยปฏิบัติการทดลองเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียน มีโอกาสทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2523, หน้า 89) โดยครูจะต้องเตรียมแผนการทดลองด้วยความระมัดระวัง และต้องมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นอย่างดีพอชี้แจงให้นักเรียนรู้จุดมุ่งหมายของการทดลองแต่ละครั้ง เปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการสังเกต ให้มีการทดลองเปรียบเทียบการทดลองอยู่เสมอโดยใช้อุปกรณ์การทดลองแบบง่าย ๆ และให้นักเรียนมีการจดบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง วิธีการสอนแบบนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในวิธีหนึ่ง ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กำลังนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในระดับประถมศึกษา

4. การสอนแบบใช้โปรแกรมการสอน การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2526, หน้า 99-102) ที่ยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยให้ผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนครูเป็นเพียงผู้แนะนำเท่านั้น

บทเรียนโปรแกรม คือ บทเรียนซึ่งเตรียมการทุกอย่างในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนอย่างพร้อมมูล ตั้งแต่จุดประสงค์ของบทเรียน ขบวนการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมของครูและผู้เรียน การวัดผลและการประเมินผล ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัสดุและวิธีการจะถูกจัดให้ผู้เรียน และผู้สอนสามารถใช้ได้อย่างสะดวก และบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงแต่ครู และผู้เรียนดำเนินการตามรายการที่แนะนำเท่านั้น

5. การศึกษานอกสถานที่ การศึกษานอกสถานที่ หมายถึง การศึกษานอกห้องเรียน เป็นการพานักเรียนไปศึกษาชีวิตจริง สถานที่จริงของสิ่งที่ต้องการศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงกับสถานที่ วัตถุ บุคคล โรงงาน เครื่องมือ โดยมีเงื่อนไขว่า สิ่งเหล่านั้นไม่สามารถนำมาศึกษาในห้องเรียนได้ หรือนำมาได้แต่ไม่ดีเท่าศึกษานอกห้อง เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีในชุมชนให้เป็นประโยชน์ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างชัดเจนน่าสนใจ จำได้นาน และแม่นยำ เพราะนักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน ทำให้นักเรียนได้พักผ่อนหย่อนใจ มีความสามัคคีในหมู่คณะ มีความรับผิดชอบซึ่งเป็นวิถีทางที่จะนำไปสู่การปกครองระบอบประชาธิปไตย สร้างมนุษยสัมพันธ์ในหมู่คณะ ทำให้นักเรียนรู้จักช่วยตัวเองฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์

6. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524) ได้กล่าวถึงกิจกรรมสำคัญเกี่ยวกับหลักการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิดสงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เอง เป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้น ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ จึงเขียนขึ้นเป็นแบบที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา กิจกรรมขั้นนี้ครูเป็นผู้นำอภิปราย โดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก

6.2 การอภิปรายก่อนการทดลอง

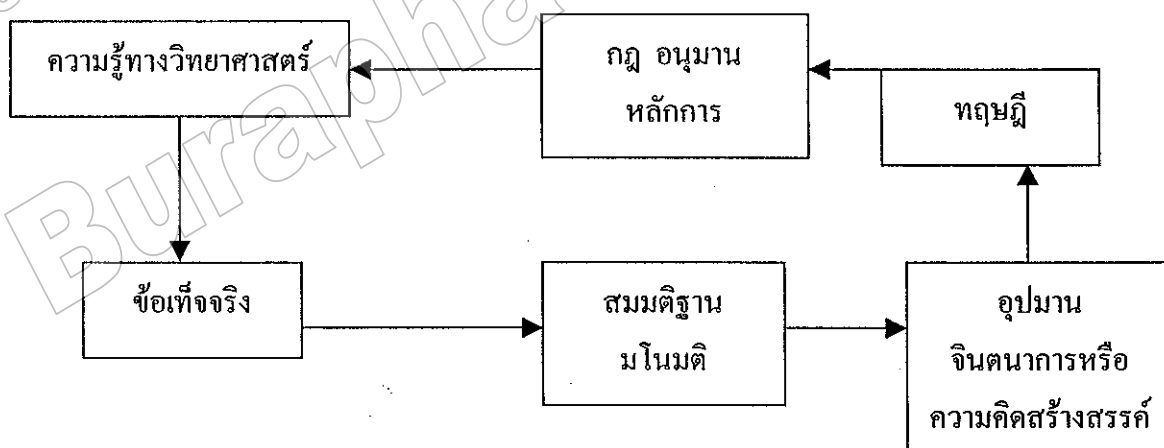
6.3 การทดลอง เป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ในบางบทเรียนที่ไม่อาจทดลองได้ สสวท ได้แนะนำทำกิจกรรมอื่นแทนที่มีค่าพัฒนาความคิดเหมือนกัน สสวท จะแนะนำว่าในกรณีที่ครูไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปกรณ์ในเรื่องนั้นหาได้ยากในประเทศ หรือมีราคาแพง หรือมีความปลอดภัยน้อย ครูก็อาจจะนำข้อมูลที่เป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา โดยยังใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือ นักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

6.4 การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วก็จะได้ข้อมูล เกี่ยวกับปัญหานั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือ การอภิปรายหลังการทดลองกิจกรรมขั้นนี้ สสวท อภิปรายว่า ครูจะต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้ข้อความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น

จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีแต่ละวิธีจะมีเทคนิค และกระบวนการสอนที่แตกต่างกัน ดังนั้นครูต้องรู้เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเลือกเทคนิคการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนการสอนเพื่อสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่รู้ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการสอนหลายรูปแบบ แล้วแต่ลักษณะกิจกรรมที่จัดขึ้นว่าเหมาะสมที่จะใช้รูปแบบการสอนตามวิธีใด โดยจะเน้นให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูคอยให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนของชุดการสอนที่สร้างขึ้น คือการให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ถูกต้องชัดเจน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนอย่างเดียวไม่เพียงพอ หรือสนองความต้องการของนักเรียนแต่ละคนจึงต้องมีกิจกรรมเสริมหลักสูตร

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วน สมจิต สวธนไพบุลย์ (2526, หน้า 1-10) คือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน ความรู้เหล่านี้เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้แล้วจึงรวบรวมความรู้ไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ เป็นกระบวนการคิด และการกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและสถานการณ์

ที่อยู่รอบตัวเรา โดยทั่วไปเมื่อเรามีความสนใจ หรือต้องการจะแก้ไข้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะหาทางค้นคว้าเพื่อหาคำตอบมาอธิบายหรือแก้ปัญหานั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้า หาคำตอบ มีหลายวิธี สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจจะมี 5 ขั้นตอนบ้างตามแนวทางเหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองรูปแบบของการค้นคว้าหรือการเสาะหาความรู้ของวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2525, หน้า 231-233) ได้เสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ว่าจะต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะในการสังเกต การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การทำนาย การสรุปอ้างอิง การให้นิยามปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง โดยนำทักษะเหล่านี้ไปใช้แต่ละขั้นตามความต้องการและเหมาะสมในการใช้ และในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ในขั้นแรกจะต้องมีการบ่งชี้ปัญหาดังสมมติฐาน จากนั้นก็กำหนด วิธีการสังเกต หรือวิธีทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ แล้วทำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลอง หรือเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง

การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่น่าเอาขั้นตอนหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบมาใช้ในการสอน วิธีสอนแบบนี้ เรียกได้หลายอย่าง เช่น วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ วิธีสอนแบบแก้ปัญหาหรือวิธีสอนแห่งปัญญา ผู้ที่เสนอความคิดให้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน คือ จอห์น ดิวอี้ โดยมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ในการคิดที่เป็นไปตามลำดับขั้น

การเรียนการสอนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ (science project)

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความรู้ความสามารถและความสนใจ เป็นรายกลุ่มและรายบุคคลโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหา หรือข้อสงสัยจากการทำกิจกรรม โครงงานประเภทต่าง ๆ เช่น การสำรวจข้อมูลในธรรมชาติ การทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความอดทนและเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

1. การสำรวจ เป็นโครงงานในลักษณะการสำรวจข้อมูลในธรรมชาติ และนำมาจัดกระทำ โดยจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอรายงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ การศึกษามลพิษของอากาศ น้ำ และดิน ในบริเวณต่าง ๆ การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงและสัตว์บางชนิด การสำรวจชนิดและปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ในท้องถิ่น เช่น พืช สัตว์ หิน แร่ ฯลฯ
2. การทดลอง เป็นโครงงานที่มุ่งหาคำตอบของปัญหา ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่เคยเรียนในชั้นเรียนที่ต้องการพิสูจน์ให้เห็นจริงด้วยตนเอง เช่น การทดลองเพาะเมล็ดพืชบางชนิด โดยใช้วัตถุต่างชนิดกัน การกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยใช้วัสดุในธรรมชาติ อิทธิพลของแสงสีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด ฯลฯ โดยมีขั้นตอนสำคัญคือ การกำหนดปัญหา ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลผล และสรุปผลการทดลอง
3. การพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นการสร้างสรรค์พัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ หรือเป็นการปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิมหรือการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เช่น การทำกล่องจับแมลง เตาอบพลังแสงอาทิตย์ เครื่องกันขโมย ฯลฯ
4. การสร้างทฤษฎี หรือการอธิบาย เป็นการเสนอความคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน การทำโครงงานประเภทนี้จะต้องมีพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี เพราะจะต้องนำเสนอผลในรูปของคำอธิบาย สูตร หรือสมการ โดยมีข้อมูล หรือทฤษฎี สนับสนุนอ้างอิง โครงงานลักษณะนี้จึงค่อนข้างยากเกินไปสำหรับนักเรียนที่มีขีดจำกัดในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการทำกิจกรรม

โครงการวิทยาศาสตร์

1. การเลือกปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้เลือกปัญหาตามความสนใจ โดยปัญหาอาจจะได้แนวคิดจากเรื่องราวที่ครูสอนในชั้นเรียนการอภิปราย การอ่านหนังสือ การศึกษาวรรณคดี การฟังบรรยายจากวิทยุ โทรทัศน์ หรือจากการที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้คำตอบของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น
2. การศึกษาค้นคว้าหาความรู้หรือข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำโครงการ ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารหรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้สนับสนุนการทำโครงการ เช่น ใช้อ้างอิงเหตุผลและความจำเป็น หรือความสำคัญของการทำโครงการใช้ในการตั้งสมมติฐานการทดลอง การวางแผนการทดลอง การสร้าง หรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ฯลฯ
3. การสอนเค้าโครงของโครงการ ภายหลังจากการที่นักเรียนเลือกหัวข้อ ที่จะทำโครงการที่ศึกษาค้นคว้าหาความรู้แล้ว นักเรียนจะต้องเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เสนอครูที่ปรึกษา ซึ่งมีรายละเอียดตามประเด็นต่อไปนี้
 - 3.1 ชื่อโครงการ
 - 3.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
 - 3.3 ชื่อที่ปรึกษา
 - 3.4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ
 - 3.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
 - 3.6 สมมติฐาน(กรณีโครงการทดลอง)
 - 3.7 วิธีดำเนินงาน (วิธีการ เครื่องมือ ระยะเวลา)
 - 3.8 ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ
 - 3.9 เอกสารอ้างอิง
4. การปฏิบัติกิจกรรมตามโครงการ เป็นการดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดในเค้าโครง ที่เสนอซึ่งจะมีวิธีการดำเนินการที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของโครงการ เช่น อาจจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สร้างหรือพัฒนาสิ่งที่ประดิษฐ์หรือทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหา หรือข้อสงสัย รวมถึงการวิเคราะห์หรือสรุปผลการทดลอง หรือการศึกษาค้นคว้าในระหว่างปฏิบัติงานนั้น อาจมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมกิจกรรมบางอย่างได้บ้างเพื่อให้งานดีขึ้น
5. การเขียนรายงานโครงการ เป็นการเสนอผลการศึกษา หรือการทดลองในรูปของเอกสารเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบ ซึ่งลักษณะของรายงานจะครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้

5.1 ชื่อโครงการ

5.2 ชื่อผู้ทำงาน

5.3 ชื่อที่ปรึกษา

5.4 บทคัดย่อ (อาจมีหรือไม่มีก็ได้ โดยพิจารณาที่ระดับชั้นของผู้เขียน)

5.5 ที่มาและความสำคัญของโครงการ (ความเป็นมา ความสำคัญ เหตุผลที่เลือกทำ)

5.6 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า

5.7 สมมุติฐาน (ถ้ามี)

5.8 วิธีดำเนินงาน

5.9 ผลของการศึกษาค้นคว้า (อาจเสนอด้วยตาราง แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ)

5.10 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

5.11 ข้อเสนอแนะ

5.12 เอกสารอ้างอิง

6. การเสนอผลงาน เป็นการนำผลงานมาแสดง เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจจัดในลักษณะนิทรรศการในโอกาสต่างๆ เช่น การจัดแสดงภายในชั้นเรียน ภายในโรงเรียน หรือในการประกวดหรือการแสดงผลงานประจำปีของกลุ่มโรงเรียน อำเภอ จังหวัด เขตการศึกษา หรือระดับชาติ เป็นต้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหานั้นในการสอนจึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้สามารถนำเอาวิธีการไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนและชีวิตประจำวันได้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (intergrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537, หน้า 13 - 30 อ้างอิงจาก American Association for the Advancement of Science : AAAS, 1970, pp. 33 - 176)

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด

3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
- ทักษะขั้นผสม หรือ บูรณาการ
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและการใช้เครื่องมือในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง จากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หหาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.11 นับสิ่งของได้ถูกต้อง

3.12 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.13 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.14 ตัดสินว่าของกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หหาร) ได้แก่

3.21 บอกวิธีคำนวณได้

3.22 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

3.23 แสดงวิธีคิดคำนวณได้

3.3 การหาค่าเฉลี่ย

3.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

3.3.2 หาค่าเฉลี่ย

3.3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับ วัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก เกณฑ์ ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไป แล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง ที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

5.1 ชีบรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ กับรูป 3 มิติ ได้

5.4.1 ระบुरुป 2 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

5.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็น

ต้นกำเนิดเงา

5.4.3 เมื่อเห็นเงาวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

5.4.4 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และสภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็น
ซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับ
เวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำ
ข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดย
การหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมาย
ของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียน
บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

6.1 เลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน
สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูล
หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้ หรือ
ประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดย
ใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

167415

507.12
51130

10

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป การพยากรณ์แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูล และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งอาจผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

สามารถหาคำคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนด ความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทำการทดลอง ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุ เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่ง จะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในการทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง จัดหาอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายหรือบรรยายลักษณะ และคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง เพื่อให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียน ได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองโดยการศึกษาค้นคว้า ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างมีระบบ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้

ชุดการสอน

ความหมายของชุดการเรียนการสอน มีผู้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้คล้ายคลึงกัน ดังนี้

ลัดดา สุขปรีดี (2522, หน้า 134) ได้อธิบายความหมายของชุดการสอนไว้ว่า เป็นการรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดการสอนเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูป เพื่อให้ครูใช้ในการสอนโดยครูไม่ต้องเตรียมสื่ออื่น ๆ หรือวางแผนการสอนใหม่ภายในชุดการสอนจะมีสื่อ แนะนำวิธีดำเนินการสอน พร้อมทั้งจะให้ครูนำไปใช้สอนตรงกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ครูสามารถนำชุดการสอนไปใช้ได้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 129) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นระบบการผลิตและการนำเอาสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งใช้อธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาและวิชา เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกว่า สื่อประสม นำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วาสนา ชาวหา (2525, หน้า 29) ได้กล่าวถึงชุดการสอนไว้ว่า เป็นการวางแผนการเรียนการสอน โดยใช้สื่อต่าง ๆ ร่วมกัน หรือการใช้สื่อประสมเพื่อสร้างประสบการณ์ ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และเป็นไปตามจุดหมายที่วางไว้

นิพนธ์ ศุภปริดี (2529, หน้า 74-75) ได้กล่าวว่าชุดการเรียนการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเอง คือ การรวบรวมสื่อการเรียนการสอนด้วยความสะดวกเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนการสอนจะต้องประกอบด้วยสื่อต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน โดยอาจจะเป็นสื่อหลายอย่าง ตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่หวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อที่จัดหาได้ไม่ยากนัก

วิระ ไทยพานิช (2529, หน้า 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนเบ็ดเสร็จ ชุดการสอนรายบุคคล ซึ่งเป็นชุดของสื่อผสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุดหรือกล่องหรือซอง ชุดการเรียนการสอนอาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การประเมินผลขั้นต้น การกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2530, หน้า 66) ได้กล่าวถึงชุดการสอน คือ สื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอนจัดว่าเป็นสื่อประสม จัดขึ้นสำหรับการเรียนตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ ซึ่งชุดการสอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้สอน เกิดความมั่นใจในการสอนมากขึ้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 224) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่า เป็นการจัดโปรแกรมการเรียนการสอน โดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกัน หรือ ใช้ระบบสื่อประสม

เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน

จากความหมายของชุดการเรียนการสอนดังกล่าวมาแล้วนั้น พอจะสรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอน คือ เทคโนโลยีทางการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งประกอบด้วยสื่อประสม และถูกรวบรวมไว้อย่างสมบูรณ์ เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหากิจกรรมที่จัดให้นักเรียน ซึ่งสื่อแต่ละชนิดมีคุณค่าเสริมกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้ครูไม่ต้องเตรียมสื่ออื่น ๆ หรือวางแผนการสอนใหม่ ภายในชุดการสอนจะประกอบไปด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดการสอนจะจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง ก่อถ่ง พร้อมทั้งจะให้ครูนำไปใช้ในการสอนได้ทันทีโดยไม่มีข้อยุ่งยาก เพียงแต่ครูพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายของชุดการสอนตรงกับจุดมุ่งหมายที่ครูตั้งไว้ ครูสามารถนำชุดการสอนไปใช้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และเกิดการเรียนรู้ตามจุดหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเภทของชุดการสอน บุญเกื้อ ควรวาเวช (2530, หน้า 69-74) และ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 129-130) และ ถัดมา สุขปรีดี (2522, หน้า 134) ได้แบ่งประเภทชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ พอสรุปได้ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้สอนผู้เรียน กลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้รู้ และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดการสอน ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่จะนำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน เช่น รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะ เนื้อหาวิชาที่เรียน และให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักใช้ในการสอน แบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนศูนย์การเรียนรู้ การสอนกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลเป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียน หรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถ

จะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย ชุดการสอนชนิดนี้อาจจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูลก็ได้

สำหรับชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชุดการสอนที่มีทั้งให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล มีการบรรยายประกอบการใช้สื่อประสม การทดลอง การใช้คำถาม และการตอบคำถามของนักเรียนเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียน ได้ใช้กระบวนการกลุ่มในการแสดงความคิดเห็น ความรับผิดชอบ และการแก้ปัญหาาร่วมกัน มีลักษณะคล้ายกับชุดการสอนแบบกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ร่วมกันทำกิจกรรม

องค์ประกอบของชุดการสอน

ในการสร้างชุดการเรียนการสอน ผู้สร้างต้องศึกษาถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน เพื่อจะได้นำมากำหนดองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนที่จะสร้างขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 186-189) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นแต่ละหน่วย แบ่งออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้ชุดการสอนจะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นครั้งแรก จะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน

2.2 สิ่งที่คุณจะต้องเตรียมก่อนสอน

2.3 บทบาทของนักเรียน จะเสนอแนะว่านักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนิน

กิจกรรมอย่างไร

2.4 การจัดชั้นเรียนควรจัดในรูปแบบใด เพื่อความเหมาะสมของการเรียนรู้ และการร่วมกิจกรรมของชุดการสอนนั้น ๆ

2.5 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน จำนวนผู้เรียน

2.5.2 เนื้อหาสาระควรเขียนสั้น ๆ กว้าง ๆ

2.5.3 ความคิดรวบยอด หรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระ

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรม

2.5.5 สื่อการเรียน

2.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้

2.5.7 การประเมินผล

3. วัสดุประกอบการเรียน ได้แก่ พวงกิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา บทคัดย่อ รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ควรจะมีอย่างสมบูรณ์อยู่ในชุดการสอนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

4. บัตรงาน เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม บัตรงานนี้อาจจะเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อน ตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่ง สำหรับผู้เรียนว่าต้องปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรม ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ ตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

5. กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มซึ่งกิจกรรมสำรองนี้จะต้องเตรียมไว้ สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้นไม่เกิดการเบื่อหน่าย หรืออาจจะมีปัญหาทางวินัยในชั้นเรียนขึ้น ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมสำรอง อันมีเนื้อหาสาระคล้ายกับสิ่งที่เคยเรียนมาแต่กิจกรรม อาจจะยากหรือ มีความลึกซึ้งช่วยต่อการเรียน

6. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนที่ดีไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไปเพื่อความสะดวกในการใช้ และความสวยงามในการเก็บรักษา

ขั้นตอนในการผลิตชุดการสอน วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525, หน้า 134-137) ได้เสนอขั้นตอนการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. การกำหนดเนื้อหาที่จะจัดทำชุดการสอน โดยการศึกษาเนื้อหาสาระที่จะนำมาสร้างชุดการสอนอย่างละเอียดว่าโดยการมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรบ้างกับผู้เรียน แล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหา แบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนการสอน ในแต่ละหน่วยจะต้องมีหัวข้อเรื่องย่อย ๆ เพื่อให้ศึกษาเนื้อหา และจัดประสบการณ์ได้อย่างครอบคลุม ในการแบ่งหน่วยย่อย ๆ ควรเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระจากง่ายไปหายาก

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระแบ่งเป็นหน่วยการเรียนได้แล้ว จะต้องพิจารณาอีกครั้งว่าจะทำชุดการสอนแบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่าผู้เรียนคือใครจะให้อะไรกับผู้เรียนและทำได้ได้อย่างไร

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยประมาณเนื้อหาสาระที่เร่าถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนตามชั่วโมงที่กำหนด โดยคำนึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนุกน่าเรียนรู้ หาสื่อการเรียนได้ง่าย หน่วยการเรียนนี้มีหลักการหรือความคิดรวบยอดอะไร

4. กำหนดความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วย และหัวข้อ โดยสรุปแนวคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม

5. จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความคิด รวบยอด กำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงออกมาให้เห็นภายหลัง ที่เรียนจบเนื้อหาแต่ละเรื่องแล้ว ผู้สอนสามารถวัดได้

6. การวิเคราะห์งาน นำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาวิเคราะห์เพื่อหา กิจกรรม การเรียนการสอนที่สอดคล้องและเหมาะสม

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการประสานกลมกลืน ไม่เกิดการซ้ำซ้อน ลำดับถึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน วิธีดำเนินการให้มีการเรียนการสอนขึ้น

8. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ครูและนักเรียนจะต้องกระทำ เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องจัดทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อการเรียนรู้ เป็นของใหญ่โตหรือมีคุณค่าที่จะต้องจัดเตรียมมาก่อน จะต้องเขียนบอกไว้ให้ชัดเจนในคู่มือครู เกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนว่าจะไปจัดหาได้ ณ ที่ใด เช่น เครื่องฉายภาพนิ่ง เครื่องบันทึกเสียง และพวกสิ่งเก็บไว้ได้ไม่ทนทาน เพราะเกิดการเน่าเสีย เช่น ใบไม้ พืช สัตว์ เป็นต้น

9. การประเมินผล คือ การตรวจสอบว่าหลังการเรียนการสอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงตามที่จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้หรือไม่ จะวัดผลให้ผู้เรียนวัดกันเองและตรวจคำตอบ ได้เอง

10. การทดลองชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพ การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม ควรนำไปทดลองกับกลุ่มเล็ก ๆ ก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และการแก้ไขปรับปรุงอย่างดี แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่ โดยกำหนด ขั้นตอนไว้ดังนี้

10.1 ชุดการสอนนี้ต้องการความรู้เดิมของนักเรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดการสอนนี้เหมาะสมหรือไม่

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน มีความสับสนวุ่นวายกับผู้เรียนหรือไม่

10.4 การสรุปผลการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอด หรือ หลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้น ๆ ดีหรือไม่

10.5 การประเมินผลหลังการเรียน เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นนั้น ให้ความเชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหนกับผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพชุดการสอน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ตะพานน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ทำการหาประสิทธิภาพของ

ชุดการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้โดยมีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพ
2 ลักษณะคือ

1. การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นผู้ประเมิน ซึ่งมักเป็นคุณลักษณะทางกายภาพ เช่น ความถูกต้องเชิงเนื้อหา การผลิต การใช้คุณภาพของสื่อ การออกแบบ เป็นต้น ผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านการวัดผลและประเมินผล เป็นต้น (วิเศษศักดิ์ โคตรอาษา, 2538, หน้า 29)

2. การประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ชุดการสอน โดยการนำไปสอนกับนักเรียน แล้ว นักเรียนเกิดการเรียนรู้สูงขึ้น ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพดังขั้นตอนข้างล่างนี้

2.1 ขั้นทดลองรายบุคคล ผู้วิจัยนำชุดการสอนที่สร้าง และผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยทดลองกับ นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อทำการปรับปรุงสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

2.2 ขั้นทดลองรายกลุ่ม นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 6 คน ที่มีความสามารถต่างกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.3 ขั้นทดลองภาคสนาม นำชุดการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงการสอน ทำการทดสอบประสิทธิภาพอีก ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีตัวแปรที่คุมไม่ได้ เช่น ความพร้อมของนักเรียน สภาพห้องเรียน อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ประมาณ 2.5-5.0 %

ประโยชน์ของชุดการเรียนการสอน ถัดมา สุขปรีดี (2522, หน้า 30) วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525, หน้า 181-182) ได้กล่าวถึงคุณค่าหรือประโยชน์ของชุดการเรียนการสอนสรุปได้ดังนี้

1. ชุดการสอนช่วยลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนแล้ว ครูผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลาทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ครูมีเวลาเตรียมการสอนเพิ่มขึ้น และทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย
3. ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน เพราะชุดการสอนมีจุดมุ่งหมายชัดเจนที่เป็นพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างพร้อมมูล ทำให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตามความมุ่งหมาย

4. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ ความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

5. ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการสอนสามารถนำไปใช้เรียนได้ทุกสถานที่ และทุกเวลา

6. ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างเชื่อถือได้เพราะชุดการสอนผลิตด้วยวิธีการเข้าสู่ระบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้านมีการทดลองใช้ปรับปรุงจนกระทั่งแน่ใจว่าใช้ได้ผลจึงนำไปใช้ได้

วีระ ไทยพานิช (2529, หน้า 137) กล่าวว่า เมื่อนำชุดการเรียนการสอนมาใช้จะทำให้

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกัน
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่ชอบ
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ก้าวหน้าไปตามศักยภาพของแต่ละคน
4. เป็นการเรียนที่สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. มีการวัดผลตนเองบ่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ
6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
7. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียน

จึงสรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ในการสร้างชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ตะพาบน้ำ ประกอบด้วย ชุดคู่มือครู และคู่มือนักเรียน ซึ่งในชุดคู่มือครูประกอบด้วย คำชี้แจง จุดประสงค์ แนวคิด เวลาที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ขั้นตอนวัดและประเมินผล สิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า แบบทดสอบหลังเรียน บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา คู่มือนักเรียนประกอบด้วย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เวลาที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งที้นักเรียนต้องเตรียม บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา การวัดผล และการประเมินผล และแบบบันทึกกิจกรรม

ตะพาบน้ำ

ตะพาบน้ำ (Soft Shelled Turtle) จัดเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ อยู่ในครอบครัว Trionychidae และ Carettochelidae ตะพาบน้ำหายใจด้วยปอด แต่มีอวัยวะที่เรียกว่า Vascularpharyngeal capacity เพื่อช่วยในการหายใจทำหน้าที่คล้ายกับเหงือกของปลา ทำให้ตะพาบน้ำสามารถกอดานอยู่ใต้น้ำได้เป็นเวลานาน ตามธรรมชาติอาศัยอยู่เฉพาะแหล่งน้ำจืด

ตามห้วย หนอง คลอง บึง และแม่น้ำลำคลอง บริเวณที่มีน้ำนิ่งไม่เชี่ยว ซึ่งมีสภาพพื้นดินเป็นโคลนตะกอน หรือทราย บางครั้งอาจพบในลำธารไหลที่มีพื้นเป็นหิน ชีวิตส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในน้ำมากกว่าบนบก จะขึ้นมาบนบกบ้างช่วงที่อาบแดด และวางไข่เท่านั้น โดยทั่วไปจะไม่มีอาวุธสำหรับป้องกันตัวเอง จึงมีนิสัยชอบหลบซ่อนตัว แม้ว่าอยู่ในน้ำก็ต้องหลบอยู่ มุดโคลนหรือทราย โผล่เฉพาะส่วนของตาขึ้นมาเท่านั้น จะคอยนิ่งเพื่อสูบเหยื่อที่ผ่านเข้ามาใกล้ สามารถยืดคอออกมาด้วยความรวดเร็วเพื่อ จับเหยื่อกินเป็นอาหารได้ทันที ในฤดูแล้งจะฝังตัวอยู่ในโพรงใต้ดินได้เป็นเวลานาน รอจนกว่าฝนจะตก จึงออกมาจากที่ซ่อนตัว และเริ่มหาสัตว์น้ำต่าง ๆ กินต่อไป อาหารของตะพานน้ำโดยทั่วไปจะเป็นพวกสัตว์เล็ก ๆ เช่น ลูกปลา ลูกกบ ลูกเขียด กุ้ง หอย ใส้เดือน แมลงน้ำ และซากสัตว์น้ำ ที่เน่าเปื่อย จะกินพืชบ้าง เช่น ยอดหญ้า ผักบุ้ง จะเห็นว่าตะพานน้ำกินอาหารได้ทั้งเนื้อสัตว์และพืช แต่จะกินเนื้อสัตว์เป็นหลัก ดังนั้นเมื่อมีผู้นำตะพานน้ำมาเลี้ยงอาหารที่ให้อาจมีทั้งเนื้อสัตว์และพืช คือ ไข่ปลา ผสมรำ หรือข้าวโพดป่น ซึ่งตะพานน้ำก็ปรับตัวกินได้ ตะพานที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติมักไม่ค่อยมีศัตรู แต่จะมีไข่ของตะพานที่มักมีศัตรูมากินหรือทำลาย เช่น สัตว์จำพวกตะกวด งู นก หนู และมนุษย์ ตะพานน้ำเป็นสัตว์ที่มีนิสัยกลัวน้ำ ชอบกัดกันเอง ซึ่งในธรรมชาติเมื่อตะพานน้ำเจอกัน ก็จะกัดกัน ตัวที่แพ้จะมุดโคลนหนีหรือว่ายน้ำหนีไป และหากนำมาเลี้ยงในบ่อที่มีโคลน ทำให้สามารถเลี้ยงตะพานน้ำรวมกันในบ่อเลี้ยงจำนวนมากได้

พันธุ์ตะพานน้ำ

ตะพานน้ำมีจำนวนมากถึง 32 ชนิด ที่ค้นพบในประเทศไทยมีเพียง 6 ชนิด คือ

1. ตะพาน, ตะพานน้ำ, ตะพานสวน *Trionyx cartilagineus* หรือปลาฝา (ภาคเหนือ) เป็นชนิด ที่พบมากที่สุด และพบทุกภาคของประเทศไทย
2. ตะพานข้าวตอก, ตะพานดาว *Trionyx cartilagineus nakorn* เป็นชนิดที่พบน้อย พบเฉพาะทางภาคใต้ของประเทศไทยเท่านั้น
3. ตะพานแก้มแดง *Trionyx (Dogania) subprana* ในภาคตะวันตกเฉียงเหนือ เรียกว่า ปลาฝา เป็นชนิดที่มีขนาดเล็กที่สุดของตะพานน้ำที่พบในประเทศไทย พบมากทางภาคใต้ ตะวันตก และพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีสีคล้ำกว่าที่พบในภาคใต้
4. ตะพานหัวกบ, กริวดาว, กราวเขียว *Pelochelys didroni* เป็นชนิดที่มีขนาดใหญ่ พบในบริเวณที่ต่ำของทุกภาคของประเทศ
5. ตะพานมันลาย, กริวลาย, กราวดำ *Chitra chitra* เป็นชนิดที่มีขนาดใหญ่มาก จนถือว่าเป็นใหญ่ที่สุดในโลก พบเฉพาะในแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดราชบุรี และแม่น้ำแคว ในจังหวัดกาญจนบุรี เป็นตะพานน้ำที่มีสีสวย ทั้งหัว ดิน และกระดอง

6. ตะพานน้ำพันธุ์ไต้หวัน *Pelodiscus sinensis* ตะพานน้ำไต้หวันมีกระดองรีเล็กน้อย ลักษณะโครงร่างแบน ผิวกระดองเรียบ มีกระดองส่วนที่นูนหรือเชิงค่อนข้างมาก มีหัวใหญ่ คอยาวมาก ปากแหลม ฟันคมแข็งแรง เมื่อยังเล็กกระดองเป็นสีเขียวเข้ม ด้านท้องจะมีสีส้ม และดำสลับ 5-6 ตำแหน่ง เมื่อโตเต็มวัยกระดองจะมีสีเขียวอมเหลือง บริเวณเชิงจะมีสีเหลือง เห็นได้ชัดเจน ตรงกลางกระดองจะมีรอยขีดขวางลำตัว 6-7 ขีด ส่วนท้องอ่อนนุ่มมีสีขาวอมชมพู หรือเหลืองอ่อน ๆ มีนิสัยขี้ขลาด

ปัจจุบันตะพานน้ำพันธุ์ที่พบในประเทศไทย 4 ชนิด (ยกเว้นตะพานหรือปลาฝา และ ตะพานน้ำพันธุ์ไต้หวัน) อยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์ จึงถูกจัดให้อยู่ในบัญชีรายชื่อสัตว์น้ำสงวน และคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 การเพาะเลี้ยงตะพานน้ำ ในประเทศไทยที่นิยมเลี้ยงมี 2 พันธุ์ คือ ตะพานน้ำพันธุ์ไทย *Trionyx cartilagineus* หรือ ที่คนไทยเรียกกันว่า “ตะพาน” และ ตะพานน้ำพันธุ์ไต้หวัน *Pelodiscus sinensis*

การเลี้ยงตะพานน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การผลิตลูกตะพาน ฟาร์มเพาะฟักเพื่อการผลิตลูกตะพานน้ำกระจายอยู่ตามแหล่ง ที่มีการเลี้ยงค่อนข้างมาก ได้แก่ จันทบุรี ระยอง และชลบุรี การเพาะฟักลูกตะพานน้ำส่วนใหญ่ ใช้พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุตั้งแต่ 1 ปีครึ่งขึ้นไปจนถึง 6 ปี ใช้สัดส่วนตัวผู้ 1 ตัวต่อตัวเมีย 5 ตัว ปริมาณ การออกไข่เฉลี่ยระหว่าง ตัวละ 20-25 ฟอง ใช้ระยะเวลาในการฟักไข่ประมาณครั้งละ 50 วัน ช่วงการฟักหรือผลิตลูกตะพานน้ำปีละ 8 เดือน (ก.พ - ก.ย.) และหนาแน่นในช่วง 3 เดือน คือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ลูกตะพานน้ำหลังการฟักไข่ มีขนาดประมาณ 2 ซม. ทาง ผู้เลี้ยงจะทำการอนุบาลลูกตะพานน้ำก่อนการส่งขายให้ผู้เลี้ยงภายในประเทศ และบางส่วนส่งออกไป ตลาดต่างประเทศ

2. การเลี้ยงตะพานเนื้อ มีทั้งการเลี้ยงในบ่อดิน และในบ่อซีเมนต์ การเลี้ยงในบ่อดินมี อัตราการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 8-12 เดือน ผลผลิต ตะพานน้ำตามความต้องการของตลาดโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ตัวละ 0.45 กก. ขึ้นไป แต่การซื้อขาย ตะพานน้ำในท้องตลาดปัจจุบัน แบ่งออกได้ 3 ขนาดหลัก ขนาดใหญ่ น้ำหนักระหว่าง 0.5-1.0 กก.ต่อตัว ขนาดกลางน้ำหนักระหว่าง 0.3-0.5 กก.ต่อตัว ขนาดเล็กน้ำหนักน้อยกว่า 0.3 กก.ต่อตัว

คุณค่าทางอาหารและการบริโภคตะพานน้ำ

1. กระดองตะพานน้ำ การแพทย์แผนจีนเชื่อว่ากระดองตะพานมีธาตุขางเหนียว โปรตีน ไขมัน และวิตามินต่าง ๆ มีสรรพคุณแก้ร้อนใน สมานดับ แก้การแข็งตัวเป็นคั่งและมักเป็น ด้วยสำคัญในตำรายาแก้มะเร็งด้วย นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณแก้ตับแข็ง แก้ก้อนน้ำดีบวมอักเสบ

ควบคุมกำหนดการมีประจำเดือน ตลอดจนประจำเดือนออกไม่หยุด บรรเทาการสะดุ้งกลัวของทารก

2. เนื้อเต้าพาบ มีสรรพคุณบำรุงโลหิต บำรุงกำลัง เพิ่มกล้ามเนื้อ และทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง เป็นประเภทยาอายุวัฒนะ

3. เลือดเต้าพาบ มีสรรพคุณบำรุงโลหิตและร่างกายรักษาโรคหัวใจ ใจสั่น หายใจไม่สะดวก วิงเวียน ตาลาย แก้อาการกระเพาะลำไส้ แก้อาการจุกจิก ผอมเหลือง แก้ปวดอวัยวะรุมาคิซึม ช่วยเจริญอาหาร ช่วยขับถ่ายอาหาร แก้อาการจับไข้ เป็นบิด ท้องร่วง ริดสีดวงทวาร หย่อนยาน แก้อาการโลหิตขาว โลหิตจาง หน้าเขียว ตัวเย็นเพราะขาดเลือด นอกจากนี้ยังใช้เลือดเต้าพาบน้ำ ทาใบหน้าเพื่อรักษาโรคประสาทหน้าชาไม่มีความรู้สึก การแพทย์ญี่ปุ่นใช้เลือดเต้าพาบน้ำผสม น้ำผึ้งรับประทาน แก้อาการเบาหวาน

4. เครื่องใน เครื่องในของเต้าพาบน้ำใช้ปรุงเป็นยารักษาโรค บางชนิด โดยเฉพาะโรคทางเดินระบบหายใจ เช่น หอบหืด คือของเต้าพาบน้ำในตำหรับยาไทยโบราณ แก้อาการวิงเวียน การตลาดและการค้าเต้าพาบน้ำ

1. การใช้ประโยชน์เต้าพาบน้ำแบ่งตามลักษณะการค้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 ลูกเต้าพาบน้ำ สำหรับผู้เลี้ยงภายในประเทศและการส่งออกไปต่างประเทศ

1.2 เต้าพาบน้ำมีชีวิต ผู้บริโภคในประเทศและส่วนใหญ่ส่งต่างประเทศ

1.3 เต้าพาบน้ำอบแห้งทั้งตัว เป็นการแปรรูปด้วยการผ่าเอาเครื่องในทั้งหมดออกแล้วอบแห้งทั้งตัว (เต้าพาบน้ำมีชีวิต : เต้าพาบน้ำอบแห้ง = 4 : 1) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีบริโภคในประเทศญี่ปุ่น

1.4 เต้าพาบน้ำแปรรูปเป็นผงและบรรจุแคปซูลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริม

2. สภาพทั่วไปของการตลาดเต้าพาบน้ำ

เต้าพาบน้ำพันธุ์ไทย และเต้าพาบน้ำพันธุ์ไต้หวัน ในปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ แต่ผลผลิตส่วนใหญ่ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ดังนั้นหากพิจารณาการตลาดและการค้าเต้าพาบน้ำจากรูปแบบการกระจายผลผลิต และกิจกรรมการตลาดแล้ว สามารถแบ่งผู้ค้าออกได้ 3 ประเภท

2.1 นายหน้า หรือตัวแทน เป็นผู้รวบรวมเต้าพาบน้ำจากผู้เลี้ยงตามความต้องการของผู้ส่งออกทั้งในด้านราคาและเวลา หลังการรวบรวมจะนำส่งให้ผู้ส่งออก นายหน้าและตัวแทนพบมากในแหล่งเลี้ยงเต้าพาบน้ำ เนื่องจากผู้ส่งออกติดต่อโดยตรงกับผู้เลี้ยงไม่สะดวกจึงมอบให้คนในท้องถิ่นเป็นผู้รวบรวมผลผลิต

2.2 ผู้รวบรวมในท้องถิ่น เป็นผู้ค้าที่ทำหน้าที่รวบรวมหรือรับซื้อโดยตรงจากผู้เลี้ยงผู้รวบรวม ส่วนใหญ่พบในจังหวัดมีการเลี้ยงตะพานน้ำ ผู้รวบรวมจะรับซื้อจากฟาร์มโดยตรง และกำหนดราคาตามขนาด ผู้เลี้ยงสามารถต่อรองหรือร่วมกำหนดราคาได้บ้างในบางครั้ง ตะพานน้ำที่รวบรวมได้จะขายให้ผู้ส่งออกโดยตรง

3. ผู้ส่งออก เป็นผู้รับซื้อตะพานน้ำจากนายหน้า/ผู้แทน ผู้รวบรวมและบางส่วนจากฟาร์มเลี้ยงโดยตรง ด้วยการส่งตัวแทนไปรวบรวมและรับซื้อถึงฟาร์ม ซึ่งผู้ส่งออกจะเป็นผู้เลี้ยงตะพานน้ำรายใหญ่อีกด้วยการส่งออกตะพานน้ำมีชีวิตมีการขนส่งโดยการใส่ในถุงดำขั้วแล้วบรรจุกล่องโฟม

ปัจจุบันการเลี้ยงตะพานน้ำ กำลังได้รับความสนใจและซื้อขายค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากตัวตะพานเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็น จีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลี ซึ่งนิยมกินตะพานน้ำเป็นอาหาร และกินเพื่อเป็นยารักษาโรคตามตำหรับยาแผนโบราณของจีน ที่เชื่อว่าตะพานน้ำเป็นยาอายุวัฒนะ ซึ่งคนในประเทศเหล่านั้นก็ได้มีความพยายามที่จะเลี้ยงตะพานน้ำให้ได้มากเพียงพอต่อความต้องการ แต่เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศดังกล่าว ไม่อำนวยให้สามารถเลี้ยงตะพานน้ำได้โดยสะดวก ผลิตได้น้อย และมีต้นทุนที่สูง จึงต้องอาศัย วิธีนำเข้าตะพานน้ำจากต่างประเทศ โดยเฉพาะจากประเทศไทยไปสนองใช้ให้เพียงพอต่อความต้องการ ถึงแม้ว่าประเทศไทย สามารถเลี้ยงตะพานน้ำได้ผลดีมากมานานพอสมควร แต่ราคาตะพานน้ำ ทั้งแม่พันธุ์ พ่อพันธุ์ ตะพานเนื้อขุนและลูกตะพานน้ำ มีราคาสูงขึ้นตลอดเวลา บางครั้งตลาดรับซื้อมีความต้องการสูง โดยรับซื้อทุกรุ่น ทุกขนาด เพียงขอให้มีส่วนตลาดอย่างสม่ำเสมอ สำหรับการเลี้ยงตะพานน้ำในประเทศไทย ได้มีการเลี้ยงเพิ่มขึ้นมาก จากอดีตที่เคยเลี้ยงกันเฉพาะในบางพื้นที่ในภาคตะวันออก เช่น ระยอง ชลบุรี ก็ได้ขยายออกไปในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ เป็นต้น (บุญเย็น สิริสวัสดิ์, 2541, หน้า 31)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 637) ได้กล่าวถึงแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นพฤติกรรมหรือความสำเร็จที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับจุดประสงค์ของการสอน ซึ่งจะคลุมพฤติกรรมทุกด้านของการสอนวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใด มากน้อยเท่าไร เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า

มากนัก้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยนั่นเอง ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน คือ

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เห็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมาให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น ศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (performance test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติและผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน มีวิธีสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล เป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกลักษณะต่าง ๆ ต้องการวัดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (paper-pencil test or written test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (free response test) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียงนั่นเอง

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ (fixed response test) เป็นการสอบวัดที่ใช้ข้อสอบปรนัยที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบอยู่ 4 รูปแบบ คือ

2.2.2.1 แบบเลือกตอบ (multiple choice items)

2.2.2.2 แบบเติมคำ (completion items)

2.2.2.3 แบบถูก-ผิด (true – false statements)

2.2.2.4 แบบจับคู่ (matching items)

ข้อสอบประเภทต่าง ๆ ในการสร้างข้อสอบนั้น ครูต้องพิจารณาจะใช้ข้อสอบชนิดใดเป็นข้อสอบอัตนัย (subjective tests) หรือข้อสอบปรนัย (objective test) ซึ่งครูจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับข้อสอบทั้งสองชนิด

ข้อสอบแบบอัตนัย

1. การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยมีหลักการในการสร้างดังนี้ ใช้ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สลับซับซ้อนเท่านั้น ใช้ในกรณีที่จะให้นักเรียนยกเหตุผล อธิบายความสัมพันธ์ อธิบายข้อมูลการสรุปผลของการทดลอง หรือความคิดอื่น ๆ โดยออกข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตในการตอบ แต่ถ้าจะวัดเกี่ยวกับวิธีการ การวางแผน การประเมินผลงาน ใช้ข้อสอบแบบไม่จำกัดขอบเขตการตอบ

2. ข้อสอบอัตนัยที่ใช้วัดจะต้องสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะต้องวัด ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องออกแบบในการวัดพฤติกรรมอย่างเดียวหรือหลายอย่างจะต้องกำหนดให้ชัดเจน ข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตของการตอบจะเฉพาะเจาะจงวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลายแบบ ครูผู้ออก ข้อสอบจะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าเห็นการวัดถึงกรรมเกี่ยวกับอะไร

3. การเขียนคำตอบจะต้องบ่งถึงงานที่จะให้ผู้ตอบได้ตอบอย่างชัดเจนในการตรวจสอบคำถามว่าถูกต้องหรือไม่ ทำได้โดยการเขียนแบบแผนของการตอบไว้เรียบร้อยหรือเขียนเป็นแนวทางในการตอบไว้ และต้องกำหนดเวลาในการสอบว่าควรใช้เวลาเท่าใด เพื่อจะทำให้ทราบว่านักเรียนควรตอบได้เพียงใดในข้อจำกัดของเวลา

4. การเขียนคำตอบไม่ควรให้นักเรียนเลือกตอบ ควรให้นักเรียนทำทุกข้อ เพราะการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนควรวัดในสิ่งที่เหมือนกัน แต่ในบางกรณีอาจให้นักเรียนเลือกทำเป็นบางข้อได้ เช่น การวัดเกี่ยวกับความคิดริเริ่ม

5. ต้องกำหนดเวลาในการตอบ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนจึงจำเป็นต้องกำหนดเวลาให้พอสมควรในการตั้งคำถามที่มีความสลับซับซ้อน ครูไม่ควรถามจำนวนข้อคำถามมากข้อเกินไป และควรกำหนดเวลาให้พอเหมาะที่จะให้นักเรียนเลือกทำข้อสอบแต่ละข้อได้อย่างมีประสิทธิภาพได้มากที่สุด

ข้อสอบแบบปรนัย

ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อคำถามที่ผู้ออกและตรวจข้อสอบเห็นพ้องต้องกันว่า คำถามชัดเจน มีความเข้าใจความหมายของคำถามตรงกัน คำตอบที่ถูกต้องคืออะไร และการตรวจให้คะแนนจะเหมือนกัน ข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมเลือกใช้ได้แก่ (1) แบบเลือกตอบ (2) แบบเติมคำ (3) แบบถูก-ผิด (4) แบบจับคู่

การเลือกข้อสอบแบบปรนัย พิจารณาเลือกชนิดของข้อสอบได้ 2 วิธี

1. พิจารณาถึงธรรมชาติของพฤติกรรมการเรียนรู้ว่า แบบทดสอบที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกโดยตรงเท่าที่จะทำได้ และพฤติกรรมการเรียนรู้นี้จะบอกถึงชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดโดยเฉพาะ

2. พิจารณาถึงคุณภาพของข้อสอบที่จะสร้าง ซึ่งข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีคุณภาพดีในการวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการที่จะวัดเนื้อหาได้อย่างทั่วถึง จึงนิยมใช้กันมากกว่าแบบอื่น

ในการสร้างข้อสอบจะขึ้นอยู่กับพิจารณาการเลือกชนิดของข้อสอบ ถ้าการเรียนรู้ในเนื้อหา มีลักษณะที่จะเป็นไปได้ทั้งสองทางก็จะใช้ข้อสอบแบบถูกผิด ถ้าการเรียนรู้ในเนื้อหา มีลักษณะมีตัวประกอบที่เหมือนกันหลายตัวที่มีความสัมพันธ์กันก็จะใช้ข้อสอบแบบจับคู่ และถ้าการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะที่จะเสริมค่อของส่วนที่สำคัญก็จะใช้ข้อสอบแบบเติมคำ

คุณลักษณะของข้อสอบที่ดี การได้ทราบคุณลักษณะที่ดีของข้อสอบจะทำให้สามารถสร้างข้อสอบได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งคุณลักษณะของข้อสอบที่ดีมี 10 ประการ คือ

1. มีความเที่ยงตรง (vailability) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ความเที่ยงตรงนี้จำแนกออกเป็นหลายชนิด คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content availability) หมายถึง ข้อสอบที่มีคำถามสอดคล้องตรงตามเนื้อหาในหลักสูตร

1.2 เที่ยงตรงตามโครงสร้าง (construct availability) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ตรงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (concurrent availability) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของเด็ก

1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (predictive availability) คือ ข้อสอบที่วัดแล้วทำนายได้ว่าเด็กคนใดจะเรียนวิชาอะไรได้ดีเพียงไรในอนาคต

2. มีความเชื่อมั่น (reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง การวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำอีกผลการวัดยังคงเหมือนเดิม

3. มีอำนาจจำแนก (discrimination) คือ สามารถจำแนกเด็ก เก่ง – อ่อน ได้ เมื่อทดสอบแล้วบอกได้ว่าใครเก่ง ใครอ่อนอย่างไร คือ เมื่อทดสอบแล้วปรากฏว่า เด็กเก่งมักทำถูก และเด็กอ่อนมักทำผิด สามารถแยกเด็กได้ตรงสภาพความเป็นจริง

4. มีความเป็นปรนัย (objectivity) ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

4.1 มีความชัดเจนในความหมายของคำถาม ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกันว่าถามอะไร

4.2 มีความคงที่ในการตรวจให้คะแนน คือ ให้ใครตรวจได้คะแนนเหมือนกัน

4.3 มีความแจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน คือ ต้องแปลคะแนนที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ

5. มีประสิทธิภาพ (efficiency) คือ มีคุณสมบัติที่แสดงถึงการประหยัด เช่น ลงทุนน้อย มีราคาถูก ง่ายในการดำเนินการสอบ พิมพ์ชัดเจน อ่านง่าย ให้ผลในการสอบวัดที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้

6. มีการวัดอย่างลึกซึ้ง (searching) หมายถึง ข้อสอบที่ถามครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้าน เช่น มีคำถามวัดความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ไม่ถามเพียงแต่พฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ตามตำรา แต่เพียงอย่างเดียว

7. มีความยุติธรรม (fair) หมายถึง ข้อคำถามของข้อสอบต้องไม่มีช่องทางแนะให้เด็กฉลาด ใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูก หรือไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านตอบได้ คือ ต้องเป็นข้อสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะ

8. ต้องเฉพาะเจาะจง (searching) คำถามต้องมีความชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่ถามหลายแง่ หลายมุม

9. มีความยากง่ายพอเหมาะ (difficulty) คือ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้ามีข้อยากก็ควรมีข้อง่าย เป็นการทดแทนโดยยึดหลักว่าเมื่อดูรวม ๆ หรือโดยเฉลี่ยแล้วมีความยากปานกลาง

10. มีการกระตุ้นช่วยเหลือ (difficulty) โดยจัดข้อสอบง่ายไว้ก่อนแรก ๆ แล้วจึงค่อย ๆ ถามให้ยากขึ้นตามลำดับ เป็นการเร้าให้เด็กเกิดความพยายามทำข้อสอบให้ได้ทั้งหมด

การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาโดยการเขียนตอบนั้น เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในโรงเรียน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดเรียก “ข้อสอบผลสัมฤทธิ์” หรือ “แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์” (achievement test)

ประเภทของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการเขียนตอบนั้น สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การทดสอบ แบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม กับ การทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งการทดสอบทั้ง 2 แบบนี้ มีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการสอบวัดที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่าความสามารถของบุคคลใด ๆ เรื่องใดนั้นมิได้เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถด้อย และส่วนใหญ่จะมีความสามารถปานกลาง การกระจายของความสามารถของบุคคล ถ้านำมาเขียนกราฟจะมีลักษณะคล้าย ๆ โค้งรูปประฆัง หรือที่เรียกว่าโค้งปกติ ดังนั้นการทดสอบแบบนี้จึงยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลการสอบของบุคคลเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มคะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ก็เพื่อจะกระจายบุคคลทั้งกลุ่มไปตามความสามารถของ

แต่ละบุคคล นั่นก็คือ คนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็จะได้คะแนนลดหลั่นลงมาถึงคะแนนต่ำสุด

2. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ยึดความเชื่อในเรื่องการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ กล่าวคือ ยึดหลักการว่าในการเรียนการสอนนั้นจะต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียนแม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะแตกต่างกันก็ตาม โดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นการทดสอบแบบอิงเกณฑ์จึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลการสอบวัดของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้มีการนำไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่ม ความสำคัญของการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญ เกณฑ์ หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชานั้น ซึ่งอาจเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มพฤติกรรมก็ได้ จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้จึงเป็นการตรวจสอบว่าใครเรียนได้ถึงเกณฑ์และใครยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น อาจให้มีการเรียนซ่อมเสริม เป็นต้น

ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และแบบทดสอบควรมีการวัดพฤติกรรมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่องย่อย่อ เอาแต่ใจความสำคัญ แปลความหมาย ตีความหมาย และขยายความหมายของเรื่องได้

3. การนำไปใช้ หมายถึง การเอาความรู้หรือหลักวิชาที่ได้เรียนมาแล้วมาใช้ในการสถานการณ์จริง ๆ หรือสถานการณ์จำลองที่คล้ายคลึงกันได้

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปตกับสเปส และสเปตกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดเชิงปฏิบัติ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป

สำหรับการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดสอบแบบอิงเกณฑ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาติชัย วิโรจนะ (2531, หน้า 85) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

สาโรจน์ ไพบุลย์วุฒิโชค (2532, หน้า 88 - 93) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสภาวะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน ปกติ ผลศึกษาพบว่า ชุดการเรียนมีประสิทธิภาพ 94.75/94.28 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้เจตคติของนักเรียนต่อการสอน วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

จิระ ทวีพิเศษ (2535, หน้า 50-51) ได้ศึกษาการสร้างชุดการสอนเรื่อง “อิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้น” ประกอบการสอนวิชาช่างไฟฟ้า-วิทยุ 31 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการ ศึกษาพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 ตอน มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 84.25/100 ซึ่งมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังสมมุติฐานที่ตั้งไว้และผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนจาก ชุดการสอน มีความแตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนจากชุดการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

สมบูรณ์ แก้วสุวรรณ (2537) ได้ทำการทดลองเรื่อง การสร้างชุดการสอนจุลบทกลุ่ม สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง “อุบัติเหตุ” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และหา ประสิทธิภาพของชุดการสอนจุลบทให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิเคราะห์ ข้อมูลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.73/90.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ กำหนดไว้

เสาวนีย์ บัวโหนด (2539, หน้า 63) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ระบบประสาท สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของ ชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นครั้งนี้เฉลี่ย 91.67/93.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เมื่อ วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ด้วยคะแนนที่ ปรากฏว่าคะแนนจากการทดลองหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คารินท์ ศรีวัฒนา (2535) ได้ศึกษาการสร้างชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 88.12/90.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย คะแนนที่ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเฉลี่ย จากการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สตรีกแลนด์ (Strickland, 1971, p. 2510-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป แบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งสอนด้วยบทเรียนโปรแกรม และอีกกลุ่มหนึ่งสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่สอนด้วยบทเรียนโปรแกรมและสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ด (Bard, 1975, p. 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ โดยกลุ่มทดลองสอนด้วยบทเรียน โปรแกรมและกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

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

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จะสูงขึ้น ถ้ามีการพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียน ชุดฝึก สื่อประสม และสื่ออื่น ๆ ดังนั้นงานวิจัยที่ศึกษานี้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยคาดว่าชุดการสอนวิทยาศาสตร์จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น