

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์

1.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และสาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 วิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยากับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.5 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

1.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.8 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

2.1 แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

2.2 รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

2.3 การเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็มเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.4 ผลของการเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม เพื่อส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ บทบาท และ ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

พิทักษ์ รักษ์พลเดช (2530 อ้างถึงใน พวงทอง มีมันคง, 2537, หน้า 17) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปสรุปได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลมีความสามารถ
2. วิทยาศาสตร์ช่วยแนะแนวอาชีพ
3. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ
4. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่สามารถ
5. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้เวลาว่าง
6. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้ผลิตที่สามารถ
7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดปรัชญาการดำรงชีวิต
8. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ปลอดภัย
9. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์
10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
11. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความพอใจ
12. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ได้มาก

เดิมศักดิ์ เศรษฐวิชรานิช (2539, หน้า 60) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ หลายด้านด้วยกัน คือ การพัฒนาอุตสาหกรรม การพัฒนาเกษตรกรรม การพัฒนาชนบท และการป้องกันประเทศ

สุกัญญา กัตัญญ (2542, หน้า 16) กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาชีวิต
2. วิทยาศาสตร์ช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิต
3. วิทยาศาสตร์สร้างรากฐานที่มั่นคงให้อุตสาหกรรม
4. วิทยาศาสตร์เป็นผู้ผลิตบุคลากรให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ให้เจริญก้าวหน้า และมีความมั่นคง เราจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเชิงสร้างสรรค์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และสาระของหลักสูตรกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 5) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือ กระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มนี้เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ และ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มแรก ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้อง ใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และวิกฤตของชาติ

สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิด สารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

วิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 3-4) ได้กำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และ กระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศและ มีความยืดหยุ่น หลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจ แตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาค้นคว้าและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการ เรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์ องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ ได้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537 อ้างถึงใน สุกัญญา กัตัญญ, 2542, หน้า 27-28) ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) ที่มุ่งเน้น ให้นักเรียนมีความสามารถในด้านต่าง ๆ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge and Comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Method)
4. ทักษะปฏิบัติการในการใช้เครื่องมือ (Manual Skills)
5. เจตคติและความสนใจ (Attitude and Interest)
6. แนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation)

เมื่อพิจารณาถึงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 วิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะพบว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งที่จะควรปลูกฝังให้กับผู้เรียนนั้น ไม่ใช่ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรปลูกฝังให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย เพราะจะทำให้ผู้เรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธี สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคมต่อไป

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยากับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในแต่ละระดับนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะพัฒนาการทางด้านสติปัญญา มีทฤษฎีทางจิตวิทยาหลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละวัย และเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของกาเย่ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ ฯลฯ

พวงทอง มีมันคง (2537, หน้า 48 –54) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยากับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และได้สรุปหลักการสำคัญไว้ดังนี้

1. การนำทฤษฎีของเพียเจต์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1 การสอนในระดับประถมศึกษาควรจัดการเรียนการสอนโดยให้เด็กได้มีประสบการณ์ตรงในด้านที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด นั่นก็คือ การสอนโดยจัดให้มีวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือให้เด็กได้พบได้เห็นกับสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

1.2 เด็กในระดับมัธยมศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมได้ การสอนบางส่วนอาจใช้วิธีการให้ศึกษาจากเอกสาร จากหนังสือ หรือการบรรยายของครู แต่ทั้งนี้มิได้

หมายความว่า ครูจะสอนโดยการบรรยายเพียงอย่างเดียวเพราะเพียงแต่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

1.3 การเลือกเนื้อหา หรือกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเรียนจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับเด็กในแต่ละวัย หากเรื่องที่สอนยากเกินกว่าเด็กจะเข้าใจเด็กจะเกิดความเบื่อหน่าย

1.4 การสอดแทรกแนวคิดต่าง ๆ ในบางครั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิด เชื่อมโยง และขยายความเพื่อพัฒนาความคิดของเด็ก

2. การนำทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยมาใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.1 กาเยได้แบ่งสมรรถภาพของคนไว้ 5 อย่าง ได้แก่

2.1.1 ทักษะด้านสติปัญญา (Intellectual Skills)

2.1.2 ด้านยุทธศาสตร์การคิด (Cognitive Strategies)

2.1.3 ด้านการเรียนรู้ข้อสนเทศทางวาจา (Verbal Information)

2.1.4 การปฏิบัติงาน (Motor Skills)

2.1.5 ด้านเจตคติ (Attitude)

ในการตั้งจุดประสงค์การสอนของครูวิทยาศาสตร์นั้น หากสามารถตั้งจุดประสงค์เป็นกลุ่มๆ ตามสมรรถภาพที่กำหนดไว้นี้ได้ ก็จะทำให้ครูทราบว่าสอนเน้นหนักไปด้านใด และยังขาดสมรรถภาพด้านใดตลอดจนการสอนจะจัดกิจกรรมอย่างไร และมีลำดับขั้นอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างดี

2.2 หลักการถ่ายโอนการเรียนรู้ สามารถนำมาจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะการสอนความรู้ใหม่ได้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความสามารถพื้นฐานที่สัมพันธ์กับการวิเคราะห์หาสิ่งที่จะเรียนก่อนหลังจะช่วยให้การถ่ายโอนการเรียนรู้จากเรื่องเก่าไปเรื่องใหม่ได้เร็วขึ้น

สำหรับในประเทศไทยสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้นำแนวความคิดของกาเยมาพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเรียกว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3. การนำทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

3.1 การเรียนการสอนในระดับอนุบาล และระดับประถมศึกษาตอนต้นจะต้องสอนโดยให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรง และสนองตอบความพอใจให้กับเด็กทันทีหลังจากที่ทำงานเสร็จแต่ละครั้งบรรยากาศการเรียนการสอนต้องไม่ตึงเครียดและเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ

3.2 ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย เด็กสามารถเรียนรู้ได้โดยการสร้างภาพในใจ หรือถึงรูปธรรมไปสู่การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ ครูอาจจัดกิจกรรมการสอนให้เด็กสามารถเลือกจาก ตัวเลือกหลาย ๆ ตัว หรืออาจจัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การอภิปราย การทดลอง การสาธิต ส่วนในระดับมัธยมศึกษาสามารถสอนโดยเน้นความเข้าใจ เช่น การให้ค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นต้น

3.3 การสอนแบบการให้เด็กค้นพบด้วยตนเองนั้นอาจทำเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.3.1 การนำเสนอปัญหา

3.3.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

3.3.3 แก้ปัญหาโดยครูจัดหาวัสดุอุปกรณ์มาให้

3.3.4 แสดงผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3.3.5 ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับปัญหา

3.3.6 สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

การสอนแบบให้เด็กค้นพบด้วยตนเองของบรูเนอร์นี้เป็นแนวทางที่นักศึกษานำมาดัดแปลงเป็นวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การสอนแก้ปัญหา การสอนแบบวิทยาศาสตร์ หรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น

3.4 หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ บรูเนอร์ได้เสนอไว้ ดังนี้

3.4.1 เนื้อหาวิชาควรจัดแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน

3.4.2 การสอนควรคำนึงถึงความพร้อม และแรงจูงใจของผู้เรียน

3.4.3 การเสนอกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

3.4.3.1 ชั้นลงมือปฏิบัติจากของจริง

3.4.3.2 ชั้นเรียนรู้จากรูปแบบและใช้จินตนาการ

3.4.3.3 ชั้นการใช้สัญลักษณ์และตัวเลขในการแทนค่า

3.5 วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ คือ วิธีการแบบค้นพบด้วยตนเอง

3.6 การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ต้องให้ท้าทายความคิดและการกระทำ การเรียนรู้ “กระบวนการ” สำคัญมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาความรู้

จากข้อมูลในข้างต้นจะพบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยามีความสำคัญดังนั้น จึงควรนำทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาเข้ามาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วย

ให้ครูผู้สอนเข้าใจพัฒนาการของผู้เรียน และผู้เรียนก็ได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามพัฒนาการของตนเอง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545, หน้า 35-43) กล่าวถึงการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี ผู้สอนจะต้องปลูกฝังทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการทักษะพื้นฐาน ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ และการลงความคิดเห็น เชิงการอธิบาย นอกจากนี้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะวิทยาศาสตร์ระดับผสมผสาน ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การควบคุมตัวแปร และการตีความหมายข้อมูลและ ลงสรุปรวมทั่วไป ทักษะดังกล่าวข้างต้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามกระบวนการ วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดของแต่ละวิธีสอนได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรง โดยใช้ เครื่องมือการทดลอง ซึ่งอาจจะปฏิบัติในห้องหรือนอกห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนแบบนี้เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน อย่าง แท้จริง โดยให้ผู้เรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย และพยายามหาข้อสรุปจนในที่สุดจะเกิดความคิดรวบยอด ในเรื่องที่ศึกษานั้นการสอน แบบสืบเสาะนี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจ เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน
3. วิธีสอนโดยโครงงาน การจัดทำโครงงานเป็นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มและดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ หรือการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งอาจเป็น การทดลองการสำรวจรวบรวมข้อมูล การสร้างทฤษฎีใหม่หรือ คำอธิบาย การพัฒนา หรือประดิษฐ์
4. วิธีสอนแบบการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นการคิดพิจารณารอบคอบในข้อความ ที่เป็นปัญหา โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจตามเรื่องราว หรือสถานการณ์นั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง ในการจัดการเรียนการสอนแบบคิดวิเคราะห์ มุ่งสร้างผู้เรียนในลักษณะของนักคิดวิเคราะห์วิจารณ์ กล่าวคือ เป็นบุคคลที่กระตือรือร้น

ในการแสวงหาความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องราว หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน

5. วิธีสอนแบบใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถ ทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

6. วิธีสอนแบบใช้กระบวนการสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ ความจริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักจะใช้มากในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์กายภาพ

7. วิธีสอนแบบใช้กระบวนการศึกษาค้นคว้า เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า จากเอกสาร ตำรา สิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ทราบความรู้ความจริง ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องใช้ควบคู่กับการเรียนรู้วิธีอื่น ๆ

นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ได้ระบุไว้ว่าการจัดการเรียนการสอน ต้องถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ซึ่งพิมพ์พันธุ์ เจริญ (2544, หน้า 258) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ ไว้ดังนี้

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้น ให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองและสามารถถ่ายโอนความรู้ นำความรู้ ไปใช้ได้ จัดให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและศักยภาพของผู้เรียน เน้นการผสมผสาน สาระการเรียนรู้หรือเน้นการบูรณาการการค้นคว้าจากแหล่งความรู้หลากหลาย ตลอดจนมีการวัด และประเมินผลตามสภาพจริง ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เพื่อสร้างรู้นั้น คือ

1) กระบวนการทางปัญญา คือ การคิดและกระบวนการคิด 2) กระบวนการทางสังคม คือ กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มทำงาน เป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการเคลื่อนไหวทางกาย และผู้สอน ต้องมีการส่งเสริมจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้

เพราะฉะนั้นเมื่อพิจารณาถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา วิธีสอน ที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับนี้ คือ วิธีการสอน ที่ยึดผู้เรียน เป็นสำคัญซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง รวมทั้งได้ทำกิจกรรมกลุ่มต่าง ๆ ร่วมกับผู้อื่นพร้อมทั้งมีโอกาสดูแลค้นคว้าเรียนรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันครู ผู้สอนก็ได้ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน วิธีสอนที่ยึดผู้เรียน เป็นศูนย์กลางนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน ซึ่งเป็นองค์ความรู้

แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการและร่วมกัน ดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบการทำงานอื่น ๆ คือมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537, หน้า 60-61)

1. ตัวป้อน หมายถึง ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับครู นักเรียน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียน คู่มือครู วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน แหล่งวิชาการ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ
2. กระบวนการ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู เช่น วิธีสอนต่าง ๆ เป็นต้น และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เช่น การปฏิบัติ การทดลอง การอภิปราย การทำรายงาน การถามและตอบคำถาม เป็นต้น
3. การควบคุม หมายถึง สิ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียน ได้แก่ การใช้คำถาม ชนิดต่าง ๆ การสร้างเสริมกำลังใจ การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนในขณะที่กำลังเรียน การประเมินผลก่อนที่จะสิ้นสุดการสอน
4. ผลผลิต หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอันเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอน
5. ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากสอนไปแล้ว เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากว่าไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ก็ต้องย้อนกลับไปพิจารณาปรับปรุงองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากองค์ประกอบดังกล่าวนี้สามารถนำจัดระบบการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้หลายรูปแบบ โดยทุกรูปแบบจะมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน คือ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั่นเอง ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 295) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง “พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้”

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537, หน้า 71) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง “ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งแสดง ออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย”

กู๊ด (Good, 1973, p. 7) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง “ผลของการสะสมความรู้ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าไว้ด้วยกัน”

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงหมายถึง ผลของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดและประเมินผล ในชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งมุ่งวัดความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

แนวทางการวัดและประเมินผลตัวผู้เรียนตามกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ มี 2 แนวทาง ได้แก่การวัดและประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of Education Objectives ของบลูม (Bloom) และการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) (สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา, 2545, หน้า 46-51)

การวัดและประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of Education Objectives ของบลูมจะเป็น การดำเนินการวัดและประเมินผลครอบคลุมใน 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

การวัดและประเมินผลด้านนี้ คอฟเฟอร์ (Kolpfer) กล่าวว่า เราสามารถวัดได้จาก พฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลัก คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้ จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหนังสือ และการฟังจาก คำบรรยาย ความรู้ที่ควรวัดและประเมินผล จำแนกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง (Fact) คือ ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งเราสามารถสังเกตได้โดยตรงและทดลองแล้วจะได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Concept) มโนทัศน์ เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับ ความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (Principle and Law) หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ซึ่งได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ที่มี

ความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎ เป็นหลักการที่มุ่งเน้นเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Assumption) ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ สิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติหลาย ๆ อย่างเป็นปรากฏการณ์ที่มีการเกิดขึ้นหมุนเวียนซ้ำ ๆ กันจนกลายเป็นวัฏจักรที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบาย บ่งชี้ถึงขั้นตอนของปรากฏการณ์เหล่านั้นได้

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ จำเป็นต้องมีกฎเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแบ่งประเภท ซึ่งผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรจะมี

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นมากมาย อย่างไรก็ตามกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์มีอยู่มากมาย

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ ความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆเป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้ในทัศน์ของวัฏจักรใดวัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปของวัฏจักรก็สามารถใช้มโนทัศน์ของวัฏจักรมาใช้อธิบายสิ่งนั้นได้

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

1.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้เพื่อ
แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ตนสนใจ มีขั้นตอนดังนี้

- 1.3.1 ระบุปัญหา
- 1.3.2 ตั้งสมมติฐาน
- 1.3.3 ดำเนินการทดลอง
- 1.3.4 สังเกตขณะทดลอง
- 1.3.5 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.3.6 สรุปผลการทดลอง

1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึงพฤติกรรมที่
ผู้เรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน
การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ปัญหาดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ปัญหาลักษณะนี้ส่วน
ใหญ่เป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้
แก้ปัญหาเรื่องอื่น ๆ ที่อยู่ในวิชาเดียวกัน
- 1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นที่เป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป
- 1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของกระบวนการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ
เทคโนโลยีต่าง ๆ

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียน
วิชาวิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึก อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือ
ปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกทั้งหมดที่ควรเกิดขึ้นในตัวของ
ผู้เรียนวิทยาศาสตร์

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คอปเฟอร์ (Klopfer) (สำนักนิเทศและ
พัฒนามาตรฐานการศึกษา, 2545, หน้า 51) ได้เสนอแนะไว้ 2 ประเด็น คือ

3.1 ทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป เครื่องใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้มบรรทัด และเครื่องมือต่าง ๆ ทักษะด้านนี้
จะมุ่งเน้นเรื่องทักษะของการใช้เครื่องมือ จัดการกับเครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างคล่องแคล่ว
ซึ่งเกิดจากการได้ฝึกปฏิบัติงานที่ต้องใช้เครื่องมือเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ

3.2 ทักษะการปฏิบัติการทดลองได้อย่างประณีตและปลอดภัย ทักษะนี้พิจารณาเรื่อง
ของการดำเนินการที่มีลำดับขั้นตอนด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและระมัดระวัง มีความรอบคอบเพื่อให้

ได้ผลที่มีคุณภาพ รวมทั้งป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องใช้และอันตรายที่จะเกิดกับผู้ทำการทดลองด้วย

วิเศษ ชินวงศ์ (2544, หน้า 35-37) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพคงไม่จำกัดอยู่เพียงให้ผู้เรียนรู้ เข้าใจ และ จำได้เท่านั้น ต้องเปิดกว้างและส่งเสริมให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ การทำกิจกรรมร่วมกับบุคคลอื่น แล้วสรุปสาระการเรียนรู้เป็นแผนภาพความคิดของตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ดังนั้นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต้องให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งถึงแก่นแท้ของการเรียนรู้ โดยการนำความรู้และหลักการของการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดบูรณาการเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ และหากครูเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ฝึกฝนจนชำนาญจะกลายเป็นทักษะ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสรุปและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ แสดงว่าครูผู้สอนได้จัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่มุ่งจัดการศึกษาให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

จากข้อมูลข้างต้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำควบคู่ไปกับการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวกับการคิด การปฏิบัติ วิธีการ ความรู้ลึก รวมทั้งบุคลิกลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 3) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (the American Association for the Advancement of Science : AAAS) โดยทักษะที่ 1 – 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะที่ 9 – 13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการ ซึ่งรายละเอียดของ แต่ละทักษะมีดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เช่น บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.1 ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

1.1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งที่เกิด เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกรู้จากการสัมผัส

1.1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ ข้อมูลที่ได้นี้จะบอกหน่วยมาตรฐานไว้

1.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น นอกจากนี้การได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงยังสามารถกระทำด้วยการทดลองโดยเก็บข้อมูลระยะก่อนและหลังการทดลอง หรือขณะกระทำการทดลอง

ในการสังเกตทุกครั้ง จะต้องมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐานสำหรับอ้างอิงหรือยืนยัน ต่อไปการบันทึกจะต้องทำไปพร้อม ๆ กับการสังเกต ไม่ใช่บันทึกภายหลัง เพราะอาจทำให้ได้ ข้อมูลที่ไม่ตรงกับที่สังเกตและการบันทึกจะต้องบันทึกเฉพาะสิ่งที่ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 เท่านั้น โดยไม่ต้องอาศัยความคิดเห็น หรือตีความหมายข้อมูลลงไปเป็นอันขาด

1.2 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการสังเกต มีดังนี้

1.2.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2.2 บรรยาย หรือรายงานผลการสังเกตสมบัติของวัตถุออกมาในเชิงของปริมาณโดยการกะประมาณ ซึ่งต้องอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน

1.2.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับเสมอ เช่น เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.1 ในการวัดแต่ละครั้งควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ คือ

2.1.1 จะวัดอะไร

2.1.2 จะใช้เครื่องมืออะไรวัด

2.1.3 เหตุใดจึงใช้เครื่องมือนี้

2.1.4 จะวัดอย่างไร

สิ่งที่ต้องคำนึงในการวัดแต่ละครั้ง คือ ความแน่นอนในการวัด และค่าที่ถูกต้อง การวัดปริมาณใด ๆ มักจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอยู่เสมอ วิธีแก้ความคลาดเคลื่อนทำได้โดยการวัดหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.2 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการวัด มีดังนี้

2.2.2 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้

2.2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.2.4 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการ บวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้จากสังเกต การวัด การทำการทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จาก การคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามความต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณ มีดังนี้

3.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

3.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.4 ตัดสินว่าสิ่งของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากัน

3.5 บอกวิธีคำนวณได้

3.6 คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง

3.7 แสดงวิธีคำนวณได้

3.8 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยและหาค่าเฉลี่ยได้

3.9 แสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่ปรากฏโดยมีเกณฑ์ เช่น เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

การจัดจำแนกวัตถุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น เริ่มต้นด้วยการตั้งเกณฑ์ขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วใช้เกณฑ์นั้นแบ่งวัตถุออกเป็นกลุ่มย่อยโดยทั่วไปแล้วมักจะเลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งวัตถุเหล่านั้นออกเป็นสองกลุ่มย่อยก่อนแล้วจึงค่อยเลือกเกณฑ์อื่น แบ่งกลุ่มย่อยนั้นเป็นกลุ่มย่อยต่อไปอีก การที่จะเลือกใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดจำแนกเป็นหลัก

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภทมีดังนี้

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ดังนี้

5.1 สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา กับภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกเงา จะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร

5.2 ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5.3 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือมิติของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

5.4 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา

5.4.1 ชีบรูป 2 มิติ และ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

5.4.5 ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้

5.4.6 เมื่อเห็นเงาของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดได้

5.4.7 เมื่อเห็นรูป 3 มิติ สามารถบอกเงาที่เกิดได้

5.4.8 บอกรูปรอยตัด 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติ ออกเป็น 2 ส่วนได้

5.4.9 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.4.10 บอกได้ว่าวัตถุอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.4.11 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจก เป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.4.12 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.4.13 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น เช่น เลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเลือกข้อมูลได้ บรรยายหรือ วาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.1 สิ่งที่ต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้แก่

6.1.1 ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์ของข้อมูล

6.1.2 ความถูกต้องแม่นยำ

6.1.3 ความไม่กำกวม

6.1.4 ความกะทัดรัด

6.2 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการสื่อความหมาย มีดังนี้

6.2.1 สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้จนผู้ฟังสามารถ ชี้อธิบาย จับ หรือระบุ วัตถุนั้นได้ถูกต้อง

6.2.2 สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ แล้วให้นักเรียนสังเกต บันทึกการสังเกตแล้วเขียนบรรยาย เพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้ร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ

6.2.3 สามารถเขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้

6.2.4 มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลเพื่อเลือกสื่อ เพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้ หรือจากประสบการณ์เดิมมาช่วย

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่างจากการสังเกต คือ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ โดยใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมและเหตุผล หรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย เป็นการอธิบายเกินจากการสังเกต ส่วนการสังเกตเป็นการบอกสิ่งที่สังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล คือ การอธิบายหรือสรุปเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุปการพยากรณ์มี 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลและการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการหาความหมายของข้อมูลโดยมองจากปัจจุบัน (ผล) ย้อนกลับไปหาอดีต (เหตุ) จากปรากฏการณ์ที่พบเห็น เพื่อหาว่ามันมีสาเหตุมาจากอะไร แต่การพยากรณ์นี้จะตรงกันข้าม เพราะเป็นการมอง (ข้อมูล) จากปัจจุบันไปสู่สิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (ผล)

8.1 การพยากรณ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

8.1.1 การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่มีอยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

8.1.2 การพยากรณ์ ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

8.2 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการพยากรณ์มีดังนี้

8.2.1 พยากรณ์ผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2.2 พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

การควบคุมตัวแปรมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทดลอง เพราะจะทำให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนว่าผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากตัวแปรที่เรากำลังศึกษาหรือไม่ ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษาให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการ เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีดังนี้

9.1 ชี้บ่งและควบคุมตัวแปรต้นและตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

9.2 แยกได้ว่าในสถานการณ์ใดที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่ และสถานการณ์ใดที่ไม่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่

9.3 สร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งหรือหลาย ๆ ตัวได้

10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในการทดลองหนึ่งอาจมีสมมติฐานเดียว หรือหลายสมมติฐานก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน มีดังนี้

10.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมได้

10.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

10.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวมจะต้องไม่ให้เกิดความหมายได้หลายอย่าง ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วยตัวอย่างการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการมีดังนี้

11.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11.2 สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

11.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง วางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกผลการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

12.4 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการทดลองมีดังนี้

12.4.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.4.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

12.4.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.4.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือ บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผู้เรียนต้องแปลความหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว และอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมาย ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลในเชิงสถิติ

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีดังนี้

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, หน้า 14-16) กล่าวว่า การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าควรเน้นการสอนให้ ผู้เรียนรู้จักและใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ การได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นอกเหนือไปจากการได้ข้อเท็จจริงทางเนื้อหาวิชานั้น ถือว่าเป็นคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจทางเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ผู้เรียนยังใช้ทักษะดังกล่าวเพื่อ แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกห้องเรียนอีกด้วย

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกระดับนั้นสิ่งที่ควรปลูกฝัง ส่งเสริม เพิ่มเติมให้กับผู้เรียน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 257) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ตัวกำหนดการคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

มัวร์ และ ซัทแมน (Moore & Suttman, 1970 อ้างถึงใน ชาริณี วิทยานิพนธ์, 2542, หน้า 32) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง คุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดและการค้นคว้า ความคิด หรือท่าทีที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ลักษณะใหญ่ ๆ 2 ประการ คือ เจตคติที่เกิดจากความรู้และเจตคติที่เกิดจากความรู้สึก

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532 อ้างถึงใน วิลาวัณย์ แก้วภูมิแท้, 2544, หน้า 53) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ลักษณะหรือท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออก ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ หรือความรู้สึกละเอียดของแต่ละบุคคล

สำนักงานพิเศษและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545, หน้า 50) กล่าวว่าพฤติกรรมเกี่ยวกับเจตคติ ในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงสนับสนุนที่อาจอยู่ในรูปของการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าทีที่บ่งบอกถึงความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในด้านการเพิ่มพูนความเข้าใจของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้นไป ตลอดจนยอมรับว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็นในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

2. เจตคติต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงการยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของความคิดที่มีความเที่ยงตรง ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงยอมรับเอา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสวงหาความรู้

3. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง มีการวิเคราะห์วิจารณ์ตัวเอง ไม่ด่วนสรุปผลตามลงความเห็น ความละเอียด รอบคอบ ฯลฯ

สรุปจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือความรู้สึกลึกซึ้งที่เกิดขึ้น ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 12-13) ได้กล่าวว่าผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบและรอบคอบ
6. ความใจกว้าง

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532 อ้างถึงใน วิลาวัณย์ แก้วภูมิแท้, 2544, หน้า 55) ได้กล่าวว่าผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นผู้มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีเหตุผล
2. อยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แนวทางการประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยจึงนำเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน มาใช้ในการศึกษาวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละด้านดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้เดิม กระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้นและให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

2. ความมีเหตุผล หมายถึง ความเชื่อในความสำคัญของเหตุผล ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไรและทำไมเป็นอย่างนั้น

3. การไม่คว่นลงข้อสรุป หมายถึง การใช้วิจารณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

4. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

5. การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อสนับสนุนหลักฐาน หรือข้ออ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ และรู้จักที่จะโต้แย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตนเอง

6. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง การวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ใต้ตรงจริง พินิจพิเคราะห์ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

7. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

8. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม หมายถึง การไม่ละเลยทอดทิ้งหลีกเลี่ยงงานที่ได้รับมอบหมาย ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตรงเวลา ตั้งใจทำงานยอมรับผลของการกระทำของตนเอง อดทนในการดำเนินการแก้ปัญหาถึงแม้จะยุ่งยากและใช้เวลานาน

การส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
เจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียนได้ขณะที่ทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์แก้ปัญหาในการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องสนับสนุนดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. ให้นักเรียนเชื่อว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่พึงประสงค์ของทุกคน

โดยสรุปในการส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนมีแนวทางดังต่อไปนี้ (วิมลรัตน์ สิริอาภรณ์, 2536, หน้า 46-47)

1. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักค้นหาเหตุผลโดยการใช้คำถามง่าย ๆ เราให้ผู้เรียนค้นหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหา หรือใช้สถานการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนเผชิญกับความสงสัย การให้นักเรียนได้รับข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เพิ่มเติม ตลอดจนนำตัวอย่างปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเป็นหัวข้อในการอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข

2. ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความเป็นกันเองและมีความเป็นประชาธิปไตย ให้ผู้เรียนมีโอกาสนอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสร้างแรงจูงใจ การลงโทษและการให้รางวัล การยอมรับในความสามารถของผู้เรียน การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ฯลฯ เป็นต้น

4. ในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์อาจใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เช่น ของเล่นและเกม ภาพยนตร์ รายการโทรทัศน์ รวมทั้งวารสารต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจเรื่องนั้น และได้รับข้อเท็จจริงต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นเพิ่มขึ้น

5. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการเสาะหาความรู้ตามแบบนักวิทยาศาสตร์ เช่น กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วยการกำหนดปัญหา การรวบรวมข้อมูล การตั้งปัญหาการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ตลอดจนสรุปลงความคิดเห็น นอกจากนั้นในการทำงาน ครูควรฝึกให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อจะได้ฝึกให้นักเรียน เป็นคนใจกว้าง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6. ในการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์นั้นครูควรใช้วิธีการสอนหลายแบบประกอบกัน โดยพิจารณาเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเนื้อหาของบทเรียน

7. ครูควรกระทำตนให้เป็นตัวอย่างแก่ผู้เรียน เช่น มีความซื่อสัตย์ มีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งยกตัวอย่างบุคคลสำคัญต่าง ๆ เช่น บิดามารดาของนักเรียน นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง เพื่อน หรือบุคคลอื่น ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างให้แก่ผู้เรียน

ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 27-29) กล่าวว่า ในสภาพสังคมปัจจุบัน การมีลักษณะบางอย่างติดตัวเป็นนิสัยถาวรไว้ เช่น ความมีเหตุผล การมีวิจารณญาณ การไม่ด่วนสรุป จะสามารถป้องกันคนไว้ไม่ให้ถูกหลอกลวงหรือตกเป็นเหยื่อของพวกมิจฉาชีพได้เป็นอย่างดี

จากข้อมูลเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในข้างต้น จะพบว่าการปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติในระดับมัธยมศึกษา จะทำให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้อยู่เสมอ มีกระบวนการคิดที่เป็นระบบ มีเหตุผล มีกระบวนการทำงานที่เป็นระเบียบและยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นแนวทางในการทำงานและการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และสังคมปัจจุบัน

รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

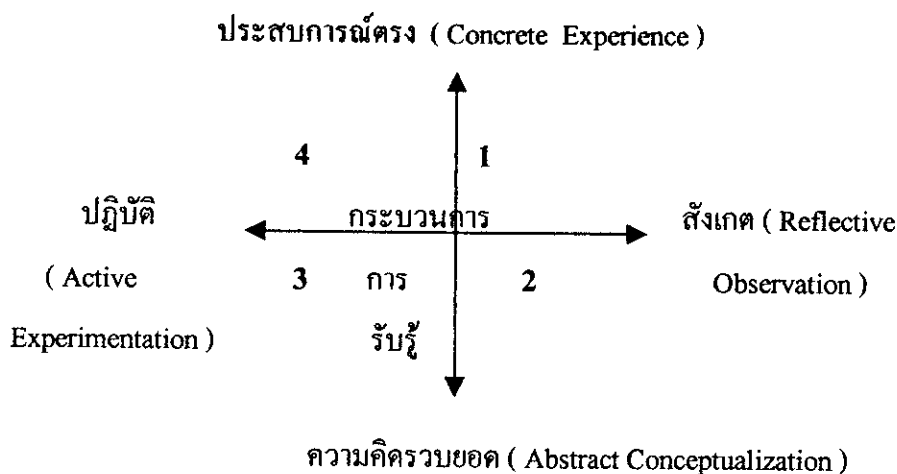
ในปัจจุบัน แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข กำลังได้รับความนิยมอย่างมากจากครู อาจารย์ ทั่วประเทศ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะช่วยให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา สนุกสนาน กิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวตลอดเวลา ทำให้ครูและนักเรียนไม่เบื่อหน่ายในบรรยากาศของห้องเรียนที่ซ้ำซาก จำเจ และยังสามารถบูรณาการทักษะและเนื้อหาวิชาของกลุ่มประสบการณ์อื่นๆ เข้ามาร่วมกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ภายในครั้งเดียว ซึ่งได้แก่วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มาของ 4 MAT (เรียร พานิช, 2544, หน้า 16) ในปี ค.ศ. 1972 นายแพทย์โรเจอร์ สเปอร์ (Dr. Roger Sper) ศัลยแพทย์ทางประสาท จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย ได้รับรางวัลโนเบล จากการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการทำงานของสมองทั้งสองซีก ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจว่า สมองสองซีกจะมีความถนัดในเรื่องต่างๆ ที่แตกต่างกัน สมองซีกซ้ายจะมีศักยภาพเกี่ยวกับภาษา การฟัง ความจำ การวิเคราะห์ เหตุผล การจัดลำดับ การคิดคำนวณ สัญลักษณ์ เหตุผลเชิงตรรกและวิทยาศาสตร์ ส่วนสมองซีกขวามีศักยภาพเกี่ยวกับจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ ความรู้สึกรับรู้ภาพรวม การรับรู้ทางประสาทสัมผัส ศิลปะ สุนทรี รูปทรง รูปแบบ สี ดนตรี มิติสัมพันธ์และการเคลื่อนไหว อีกเจ็ดปีต่อมา (ค.ศ. 1979) เบอ์นิส แมคคาร์ธี (Bernice Mc Carthy) (ศักดิ์ชัย นิธิรัฐวิ, 2542, หน้า 12) ได้รับทุนวิจัยจากบริษัท แมคโดนัลด์ ทำการวิจัยเรื่องรูปแบบการเรียนรู้และบทบาทของสมอง ซึ่งทำให้ได้มีโอกาสศึกษาข้อมูลแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เชี่ยวชาญเรื่องการเรียนรู้อย่างหลากหลาย แต่ท้ายสุดแนวความคิดที่มีอิทธิพลต่อ แมคคาร์ธี (Mc Carthy) อย่างมาก คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวของเดวิด คอลบ์ (David Kolb) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัย Case Western Research University ซึ่งเสนอแนวความคิดเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ไว้เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยอธิบายว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือการรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการ (Processing) โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นผลมาจากวิธีการหรือช่องทางที่บุคคลรับรู้ แล้วจัดกระบวนการสิ่งที่ได้รับรู้นั้น วิธีการที่บุคคลรับรู้มี 2 ประเภท คือ

1. ผ่านประสบการณ์รูปธรรม หรือ ประสบการณ์ตรง (Concrete Experience)
2. ผ่านความคิดรวบยอด หรือ มโนคติที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)

ซึ่งจะแทนด้วยแกนตั้ง (Y)

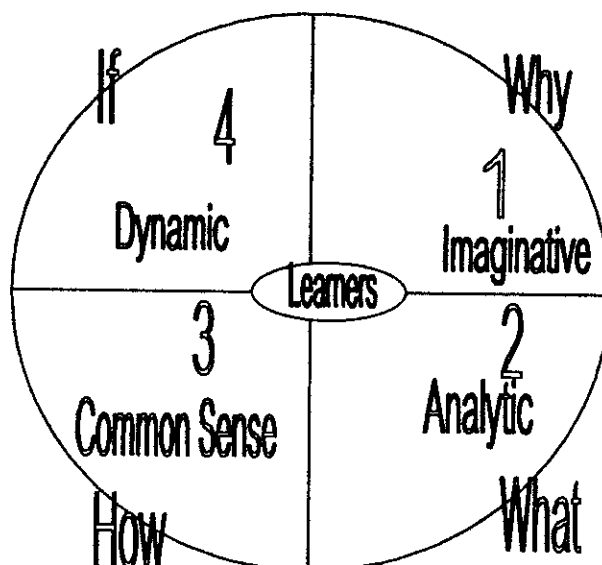
คอลบ์ (Kolb) ยังพบว่ากระบวนการเรียนรู้ของบุคคลบางคนเป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Active Experimentation) ในขณะที่บางคนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสังเกต หรือ การรับรู้ข้อมูลพร้อมๆ กับนำมาคิดไตร่ตรอง (Reflective Observation) ซึ่งจะแทนด้วยแกนนอน (X) และจากจุดตัดของหนทางการรับรู้สองแบบกับช่องทางของกระบวนการทำให้ คอลบ์ (Kolb)

มองเห็น ความแตกต่างของการเรียนรู้ถึง 4 แบบ ตามพื้นที่ที่ถูกแบ่งด้วยเส้นตรงแห่งการรับรู้และเส้นตรงแทนกระบวนการของการรับรู้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแบบแผนการเรียนรู้ของเดวิด คอลบ์ (David Kolb) (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542, หน้า 13)

แต่ แมคคาร์ธี (Mc Carthy) ได้ขยายความคิดของ คอลบ์ (Kolb) ต่อไป โดยใช้วงกลมแบ่งเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่ของวงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นตรงแห่งการรับรู้และเส้นตรงแห่งกระบวนการเป็น 4 ส่วน คำว่า MAT หมายถึง “เสื้อ” หรือ “ค่าน” แทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์และระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนมีรูปแบบการเรียนรู้และกระบวนการจัดการสิ่งที่ได้รับรู้แตกต่างกัน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ ของแมคคาร์ธี (Mc Carthy)(เชียร พานิช, 2544, หน้า 23)

แมคคาร์ธี (Ma Carthy) ได้ขยายความคิดของ คอลบ์ (Kolb) ต่อไป โดยแบ่งผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่ต่างกันออกเป็น 4 แบบ คือ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542, หน้า 15-16)

ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imaginative Learners) เป็นผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้ประสบการณ์ด้วยความรู้สึกละผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Watching) สมองซึกขาวของเขาจะค้นหาความหมายเฉพาะตัวเขา หรือทำความเข้าใจในแง่มุมของเขา (Personal Meaning) จากเรื่องที่ต้องการเรียนและสมองซึกซ่ายจะสร้างความเข้าใจเรื่องนั้นด้วยการวิเคราะห์ในรายละเอียด คำถามนำทางในเรื่องนี้ คือ “ทำไม” ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบในแง่มุมของตนเอง ต้องเข้าใจว่าการเรียนรู้นั้นมีผลกระทบอย่างไรต่อตนเอง เรื่องที่เรียนเกี่ยวข้องกับความเชื่อ ความรู้สึกและความคิดเห็นของตนเองอย่างไร

ผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) เป็นผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้ความคิดรวบยอด (Concept) และผ่านกระบวนการของการดู การเห็น หรือการรับรู้ข้อมูลอย่างไตร่ตรอง คำถามนำทางคือ “อะไร” สมองซึกขาวของเขาทำหน้าที่ค้นหาประสบการณ์ใหม่ที่บูรณาการเข้ากับสิ่งที่มุ่งหาข้อมูลที่ถูกคองนำเชื่อถือจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อช่วยในการสร้างความคิดรวบยอดหรือข้อสรุปที่เป็นหลักการ เป็นทฤษฎี ความถูกต้องแน่นอน ความละเอียดถี่ถ้วนของความรู้และข้อมูลที่ได้รับการยืนยันแล้วจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญคือ ประเด็นที่ผู้เรียนลักษณะนี้ ให้ความสำคัญ

ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (Common Sense Learners) เป็นผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้จากการรับรู้ความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นนามธรรมเช่นกัน แต่กลับไปผ่านกระบวนการของการลงมือกระทำ คำถามนำทางของการเรียนแบบนี้คือ “ ทำอย่างไร “ จึงจะนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้ (How does it work ?) สมอชิกขาของเขายพยายามค้นหาหนทางการประยุกต์ที่เป็นเฉพาะของตน ส่วนสมอชิกขาจะค้นหาหนทางทำงานที่เป็นลักษณะของคนอื่น ๆ คือ ดูว่าคนอื่นเขาจะทำงานนั้นอย่างไร ซึ่งอาจจะต้องศึกษารายละเอียดหรือขั้นตอนการทำงานตามแนวของผู้อื่น เพื่อพัฒนาให้เกิดแนวทางเฉพาะตนเองต่อไป

ผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง (Dynamic Learners) เป็นผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยการมีความรู้สึกต่อประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านกระบวนการลงมือการกระทำ คำถามนำทาง คือ “ ถ้า ” สมอชิกขาจะค้นหาแนวทางการขยายผลจากการเรียนรู้ และชิกขาจะวิเคราะห์ถึงความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ผู้เรียนแบบนี้ ประสงค์ที่จะค้นคว้าหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสรรพสิ่งและนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริง มีความกระตือรือร้นที่จะตั้งเคราะห์ความรู้ และทักษะจากการเรียนในแงุ่มที่ตนเองได้ค้นพบ เข้ากับสถานการณ์อื่น ๆ ของตนเองและผู้อื่นถึงแม้ว่าการทำอย่างนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม

4 MAT มีแนวความคิดว่า (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542, หน้า 16)การเรียนรู้และการสอนจะต้องมีลักษณะที่เคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามวัฏจักรของการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันเรียนและพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุขโดยมีความเชื่อพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับความหลากหลายในการเรียนรู้อยู่หลายประการ เช่น

1. มนุษย์ทุกคนรับรู้ประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในช่องทางที่แตกต่างกัน
2. มนุษย์ทุกคนมีกระบวนการจัดประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในลักษณะที่แตกต่างกัน
3. วิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีคุณค่าเท่าเทียมกัน
4. ผู้เรียนแต่ละคนประสงค์ที่จะมีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือลักษณะการเรียนรู้ของตนเอง
5. ในขณะที่วัฏจักรการเรียนรู้เคลื่อนไหวไปสู่เรียนทั้งหลายจะ “ฉายแวว” แตกต่างกัน ดังนั้นเขาจึงมีโอกาสเรียนรู้จากเพื่อนแต่ละคน

การเรียนการสอนที่มีฐานความคิดจากความเชื่อพื้นฐานเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาจะต้องเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการเรียนสอนใหม่ เพื่อทำในสิ่งต่อไปนี้

1. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่ากันที่จะเรียนรู้
2. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ให้มีลักษณะมุ่งใจเป็นงานเบื้องต้นของครู
3. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่จะสอนทักษะผนวกกับความคิดรวบยอดพร้อม ๆ

กับให้เห็นประโยชน์โดยตรง

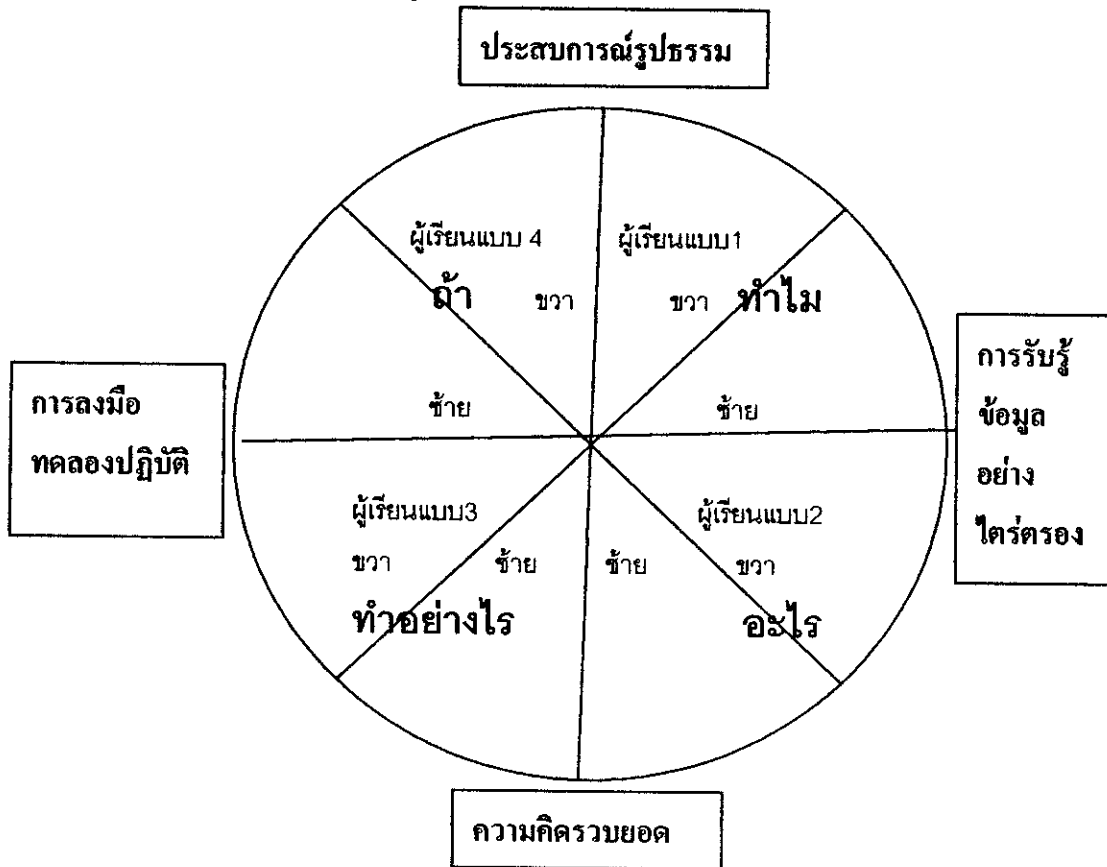
4. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการค้นพบตัวเอง
5. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ปลูกให้ผู้เรียนตื่นตาอยู่กับเทคนิคการสอนที่ใช้ทั้ง

สมองซีกซ้ายและขวา

6. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่ให้เกียรติผู้เรียนต้องชื่นชม

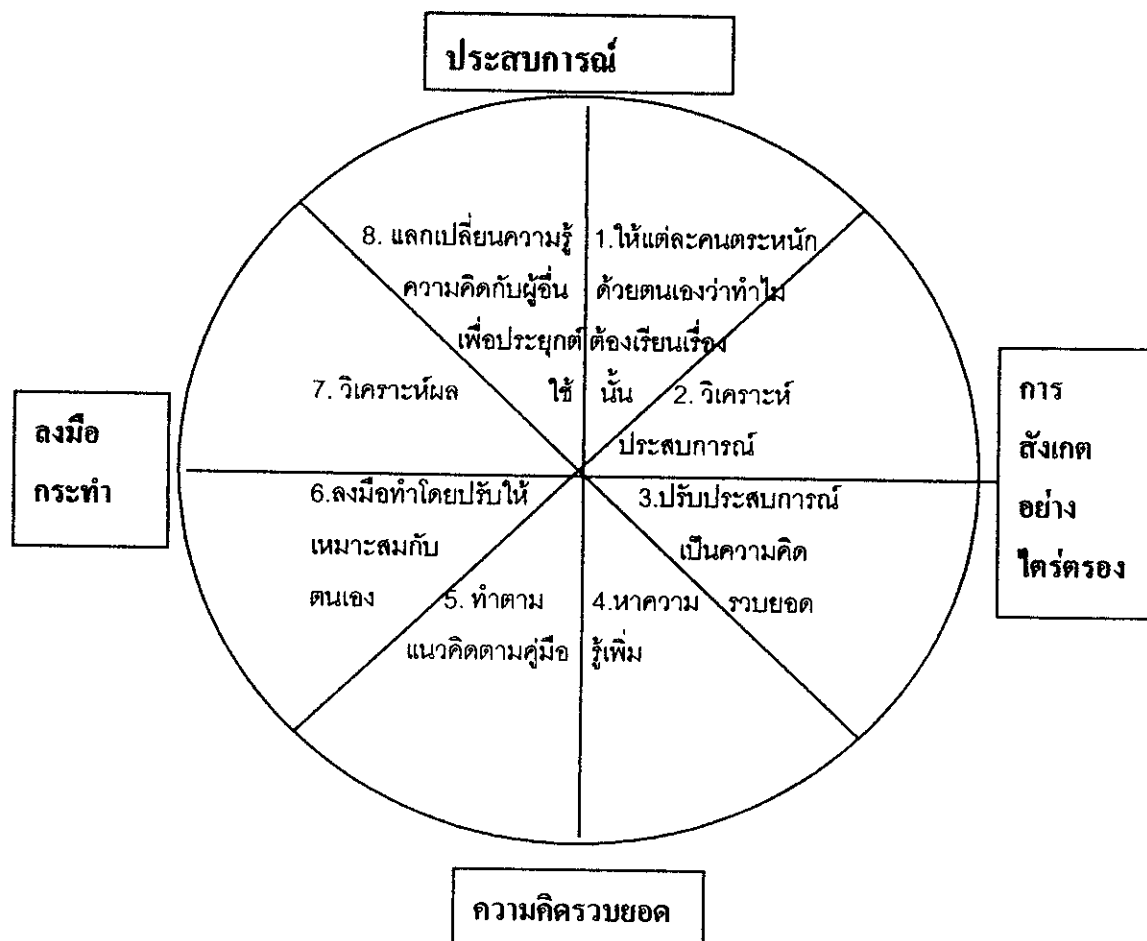
ความหลากหลายของผู้เรียนด้วย

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ 4 MAT มี 8 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการแบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 8 ส่วน ตามบทบาทของสมอง สองซีก (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ, 2542, หน้า 18)

รายละเอียดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบโพรมีทซิสเต็ม



ภาพที่ 4 แสดง 8 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบโพรมีทซิสเต็ม
(ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ, 2542, หน้า 19)

จากรูปภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบโพรมีทซิสเต็ม ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแยกย่อยออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 บูรณาการประสบการณ์เข้ากับตนเอง (Integrating Experience with the Self) เป็นช่วงที่นักเรียนจะผ่านกระบวนการที่เป็นรูปธรรม ไปสู่การสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนที่มีความสุข คือ นักเรียนที่ถนัดใช้จินตนาการ คำถามที่ใช้กับส่วนที่ 1 คือ ทำไม (Why) ใช้ถามเพื่อให้นักเรียนค้นพบเหตุผลของตัวเองว่า ทำไมต้องเรียนเรื่องที่กำลังเรียน เป็นขั้นของการกระตุ้นให้เกิดความสนใจเรื่องที่เรียน โดยรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของเรื่องนั้น หรือเรื่องที่เรียนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตตนเอง ครูมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้น คอยดูแล วิธีการที่อาจนำมาใช้ คือ การอภิปราย การเข้าใจ การสร้างจินตนาการ การให้ตนเองเกี่ยวกับเรื่องนั้น

ขั้นที่ 1 ของส่วนที่ 1 คือ สร้างประสบการณ์ ผู้เรียนที่มีความสุขที่สุดในช่วงนี้ คือ ผู้ที่ถนัดใช้จินตนาการ ครู คือ ผู้กระตุ้น วิธีการสอนคือ อภิปราย สร้างจินตนาการ เน้นกิจกรรมที่ใช้สมองซีกขวา เป็นขั้นที่ทำให้สิ่งที่เรียน มีความหมายโดยตรงกับตัวผู้เรียนเอง โดยการให้นักเรียนได้สัมผัส ได้เกิดความรู้สึก ได้พูด ได้ซักถาม หรือได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียน ครูต้องพยายามถ่ายทอดประสบการณ์ออกมาด้วยภาษาของนักเรียนให้ได้

ขั้นที่ 2 คือ ไตร่ตรองประสบการณ์ ผู้เรียนที่มีความสุขที่สุด คือ ผู้ที่ถนัดจินตนาการ เน้นกิจกรรมสมองซีกซ้าย ครูเป็นผู้ดู วิธีการสอนคือ อภิปรายถึงรายละเอียดในขั้นที่ 1 คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ ทำไม เพื่อมุ่งหาเหตุผลและคำอธิบายอย่างหลากหลายจากผู้เรียน เป็นขั้นที่เน้นการหาเหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นแรก ด้วยการคิดวิเคราะห์ การอภิปราย และการอธิบายให้เหตุผลตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน ในขั้นนี้ครูอาจใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ประกอบ เช่น การเรียนแบบมีส่วนร่วม Mind Mapping และวิธีอื่น ๆ ที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกและแสดงเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่เขารับรู้

ส่วนที่ 2 การสร้างความคิดรวบยอด เป็นการเรียนรู้ขั้นของการเชื่อมโยงจากการรับรู้ อย่างไตร่ตรองมาสู่การสร้างความคิดรวบยอด บทบาทของครู คือ ผู้สอน วิธีการ คือ ให้ข้อมูล คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ อะไร นักเรียนที่มีความสุขกับการเรียนช่วงนี้คือนักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) ทักษะที่ต้องการพัฒนา คือ การสร้างรูปแบบ การจัดระบบ การวิเคราะห์การมองเห็น ความสัมพันธ์ การจัดลำดับก่อนหลัง การจัดลำดับความสัมพันธ์ การจัดประสบการณ์และการเปรียบเทียบ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การบูรณาการสิ่งที่ได้จากการสังเกตไปเป็นความคิดรวบยอด กระบวนการเรียนการสอนในขั้นนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และไตร่ตรองความรู้ที่ได้จากขั้นแรก ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นจนสามารถเข้าใจจิตใจและความต้องการของตนเองเพื่อการเรียนรู้ขั้นต่อไป ขั้นนี้เป็นช่วงของการเชื่อมมิติที่เป็นตัวของตัวเองกับมิติที่เป็นโลกภายนอกตัวนักเรียนกิจกรรมการเรียนรู้

ในขั้นนี้ต้องออกแบบ เพื่อช่วยให้นักเรียนปฏิบัติแล้วสร้างความคิดรวบยอดของ ตนเองหรือเข้าใจ ความคิดรวบยอดได้ มิใช่รู้เพียงแต่เนื้อหา

ขั้นที่ 4 พัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด นักเรียนที่มีความสุขกับกิจกรรมนี้คือ นักเรียนที่ถนัด การวิเคราะห์และสนใจรายละเอียดของกิจกรรมหรือตัวเลข บทบาทครู คือ ผู้สอน วิธีการ ให้ข้อมูล คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ อะไร ในขั้นนี้เป็นขั้นของการให้ ข้อมูล รายละเอียด เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจจนสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนได้ แม้ว่า บทบาทครู คือ ผู้สอน แต่ครูต้องหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลความรู้ด้วยการบรรยาย หรือยึดยึดความรู้ โดยเลี่ยงไปใช้วิธีอื่น เช่น ใช้การสาธิตแล้วให้นักเรียนลองทำดูบ้าง หรือการเรียนรู้จากวิทยากร ผู้รู้ในท้องถิ่น

ส่วนที่ 3 ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว กระบวนการเรียนที่เกิดขึ้นในขั้นนี้เป็น การเคลื่อนไหวจากขั้นของการสร้างความคิดรวบยอดมาสู่การลงมือกระทำหรือลงมือทดลองตาม แนวคิดของนักเรียนอย่างกระตือรือร้น นักเรียนที่มีความสุขในขั้นนี้ คือ นักเรียนที่ชอบใช้สามัญสำนึกในการเรียน หมายถึง เป็นคนที่สนุกกับการลงมือทำ นักเรียนที่มีลักษณะเช่นนี้ จะเรียนได้ดี ถ้าได้ลงมือทำกิจกรรม หรือ ได้สัมผัสกับของจริง แต่จะไม่ค่อยมีความสุขถ้าต้องให้เรียนรู้จากตำรา ประเด็นที่เป็นปัญหาในใจของกระบวนการเรียนในช่วงนี้ คือ “ จะทำงานนี้ให้สำเร็จได้อย่างไร” บทบาทของครูในช่วงนี้ คือ โค้ช หรือ ผู้ให้คำแนะนำ ผู้คอยอำนวยความสะดวก ผู้ให้ความช่วยเหลืออยู่เบื้องหลัง เพื่อทำให้กระบวนการเรียนในช่วงนี้เป็นการลงมือกระทำของ ผู้เรียน อย่างแท้จริง ทักษะที่ต้องการพัฒนา คือ การจัดระบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการลงมือทำงาน การค้นหาข้อมูล การแก้ปัญหา การลองผิดลองถูก การคาดการณ์ล่วงหน้า การจดบันทึกและ การลงมือทำงาน ในส่วนที่ 3 แบ่งออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวาเช่นเดียวกัน แต่เริ่มที่ซีกซ้ายก่อน เพื่อรับกิจกรรมในขั้นที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นของการให้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดและถูกจัดระบบมาแล้ว

ขั้นที่ 5 ลงมือทำตามกรอบความคิดที่กำหนดให้ นักเรียนที่มีความสุขกับขั้นนี้ คือ นักเรียนที่ชอบใช้สามัญสำนึก บทบาทครู เป็น โค้ช หรือเป็นผู้แนะนำอำนวยความสะดวก วิธีการสอน คือ อำนวยความสะดวก ช่วยแนะนำอยู่เบื้องหลัง คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ จะทำเช่นนี้ได้อย่างไร หรือ ลองทำดู ผลจะออกมาเป็นเช่นไรในขั้นที่ 5 นักเรียนจะทำตามใบงาน หรือคู่มือที่ได้มีการบอกขั้นตอนการทำงานไว้แล้ว ส่วนขั้นตอนที่กำหนดอาจจะมาจากตำรา มาจาก ใบงาน หรือมาจาก การที่ครูและนักเรียนร่วมกัน หาข้อสรุปในขั้นที่ 4 ก็ได้ แต่เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ ขั้นที่ 6 ต่อไปกิจกรรมที่กำหนดในใบงานควรต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองหรือได้สังเกต จากประสบการณ์จริง

ขั้นที่ 6 สร้างสิ่งที่สะท้อนความเป็นตัวเอง นักเรียนที่มีความสุขในขั้นนี้ คือ นักเรียนที่ใช้สามัญสำนึกและใช้สมองซีกขวาบทบาทของครู คือ อำนวยความสะดวกช่วยเหลืออยู่เบื้องหลัง คำถามประจำขั้น “จะทำงานขั้นนี้ได้อย่างไร” ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นของการบูรณาการและสร้างสรรค์อย่างแท้จริง เพราะเป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาที่จะแสดง ความสนใจ ความถนัด ความเข้าใจ เนื้อหาวิชา ความซาบซึ้งและจินตนาการออกมาเป็นกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่ตนเองเลือก เช่น เป็นสิ่งประดิษฐ์ สมุครวมภาพ ภาพวาด นิทาน บทกวี หรือ บทละคร กิจกรรมในขั้นที่ 6 เป็นผลมาจากการลงมือปฏิบัติตามใบงานในขั้นที่ 5 ซึ่งนักเรียนมีโอกาทำงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจจนนักเรียนสามารถพัฒนาขึ้นเป็นความรู้รอบคอบได้ ดังนั้นครูต้องตระหนักว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 5 ต้องมีลักษณะที่กระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรอบคอบ ไม่ใช่เกิดความจำแต่เพียงอย่างเดียว และกิจกรรมในขั้นนี้ ถ้าเตรียมการไว้ให้ดี จะทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุขด้วยความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง และจะทำให้คำขวัญที่ครูและนักการศึกษาชอบพูดว่า “เรียนด้วยการกระทำ” (Learning by Doing) และเรียนรู้ด้วยวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นจริงขึ้นมาได้

ส่วนที่ 4 บูรณาการประสบการณ์การประยุกต์ใช้ กระบวนการเรียนรู้ในช่วงที่ 4 เกิดจากกิจกรรมของการลงมือกระทำ หวนกลับไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม คือ ผ่านจากการกระทำด้วยตนเองไปสู่การรับรู้และรู้สึก นักเรียนที่มีความสุขกับการเรียนในช่วงนี้ คือ นักเรียนที่ชอบความเปลี่ยนแปลง บทบาทครู เป็นผู้ประเมิน / ผู้ซ่อมเสริม / ผู้เรียนรู้ร่วม วิธีการค้นหาตัวเอง (Self Discovery) ในส่วนที่ 4 แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ซีก คือ ซีกซ้าย และ ซีกขวา เช่นกัน ทักษะที่ต้องการพัฒนา คือ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การแบ่งปันความรู้ความคิดซึ่งกันและกัน การมองอนาคต ฯลฯ

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ผลดีและการประยุกต์ใช้ นักเรียนที่มีความสุขกับการเรียน คือ นักเรียนที่ชอบการเปลี่ยนแปลง และเน้นสมองซีกซ้าย บทบาทครู คือ ผู้ประเมิน / ผู้ซ่อมเสริม / ผู้เรียนรู้ร่วม วิธีการสอน คือ ค้นหาตัวเอง คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ ถ้า (If) ทักษะที่ต้องการพัฒนา การบูรณาการ การประเมิน การตรวจสอบ การอธิบาย การย่อความ การตั้งเคราะห์ การนำเสนอ การกำหนดเป้าหมายใหม่ และการประยุกต์ใช้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสชื่นชมกับผลงานของตนเองที่ได้จากกระบวนการของการเลือกสำรวจและการลงมือกระทำจนสำเร็จออกมาเป็นสิ่งที่นำมาแสดงให้ผู้อื่นดูได้ และตรงนี้คือสิ่งที่สามารถเก็บรวบรวมเป็น แฟ้มผลงานของนักเรียนได้อย่างดี

ขั้นที่ 8 ทำด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น นักเรียนที่มี ความสุขในขั้นนี้ คือ ผู้เรียนที่ชอบการเปลี่ยนแปลง บทบาทครู คือ ผู้ประเมิน / ผู้ซ่อมเสริม / ผู้เรียน วิธีการ คือ การค้นหาตนเอง คำถามที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรม คือ จะประยุกต์ใช้เรื่องนี้ได้อย่างไร สิ่งที่เรียนจะเป็นประโยชน์อะไรต่อไป ในขั้นสุดท้ายนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาส แบ่งปันและแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการค้นคว้า จากการลงมือกระทำกับ คนอื่นในรูปแบบต่าง ๆ ผลงานหลายชิ้นของนักเรียนสามารถนำออกแสดงในงานที่โรงเรียนจัดขึ้น ในโอกาสต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1979 อ้างถึงใน ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542, หน้า 24) ได้สรุปว่า การเรียนรู้แบบฟรีแม็ทชีสเต็ม เป็นการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างในการเรียนของผู้เรียน โดยเริ่มจากการให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญในเรื่องที่เรียนรู้ จนสามารถพัฒนาเป็นความคิด รวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องพร้อมทั้งลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานตามความถนัดแล้วนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ ใช้ในการดำเนินชีวิตได้

การเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบฟรีแม็ทชีสเต็ม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของ ผู้เรียน

การเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบฟรีแม็ทชีสเต็ม จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของ ผู้เรียนได้นั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (วิลาวัณย์ แก้วภูมิแห่, 2544, หน้า 71-72)

1. ครูผู้สอนควรเตรียมการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ครูผู้สอนควรเตรียมการเรียนการสอน เตรียมเนื้อหา สื่อการสอน เอกสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.2 ครูผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลูกเร้า จูงใจ และเสริมแรงให้กับ ผู้เรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.3 ครูผู้สอนควรดูแล อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนอย่างทั่วถึง ในขณะที่ ดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ๆ
- 1.4 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แสดงออก และคิดอย่าง สร้างสรรค์
- 1.5 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติและฝึกปรับปรุงตนเอง
- 1.6 ครูผู้สอนควรส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่ม
- 1.7 ครูผู้สอนควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงประสบการณ์กับ

ชีวิตจริง

1.8 ครูผู้สอนควรใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

1.9 ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงพัฒนาการผู้เรียน ดังต่อไปนี้

2.1 ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่สัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้ฝึกปฏิบัติจนสามารถสร้างความรู้ได้

2.3 ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการ ตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล

2.4 ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.5 ผู้เรียนได้เลือกสร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข

2.6 ผู้เรียนได้ฝึกตนเองให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน

2.7 ผู้เรียนได้ฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับผู้อื่น ตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

3. การสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ควรสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนดังต่อไปนี้ (เชิร พานิช, 2544, หน้า 89–90)

3.1 บรรยากาศที่ท้าทาย (Challenge) ด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจสอดคล้องกับหัวข้อและขณะครูกระตุ้นให้กำลังใจนักเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง พยายามร่วมกิจกรรมหรือทำงานให้สำเร็จ การท้าทายที่ถูกจังหวะ ช่วยให้นักเรียนทำได้ดีกว่าที่เคยทำได้

3.2 บรรยากาศที่มีอิสระ (Freedom) นักเรียนมีโอกาสดำเนินการ ได้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่มีความหมายและคุณค่า รวมทั้งโอกาสที่จะทำผิดพลาดในการเรียนโดยปราศจากความกลัว และความวิตกกังวล บรรยากาศเช่นนี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งใจทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ไม่เครียด

3.3 บรรยากาศที่มีการยอมรับนับถือ (Respect) ครูรู้สึว่านักเรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองและเกิดการยอมรับนับถือตนเอง

3.4 บรรยากาศที่มีความอบอุ่น (Warmth) เป็นบรรยากาศทางด้านจิตใจมีความสำเร็จในการเรียน การที่ครูมีความเข้าใจนักเรียน เป็นมิตร ยอมรับและให้ความช่วยเหลือ จะทำให้นักเรียนเกิดความอบอุ่น สบายใจ รักครู รักโรงเรียน และรักการเรียน

3.5 บรรยากาศการควบคุม (Control) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนมีระเบียบวินัย มิใช่การควบคุมไม่ให้มีอิสระจากภายนอก แต่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนเอง ครูต้องมีเทคนิค ในการปกครองห้องเรียน และฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้สิทธิหน้าที่ของตนอย่างมีขอบเขต

3.6 บรรยากาศแห่งความสำเร็จ (Success) ผู้เรียนเกิดความรู้สึกประสบความสำเร็จ ในงานที่ทำ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ครูจึงพูดถึงสิ่งทีนักเรียนประสบความสำเร็จ ให้มากกว่าความล้มเหลว

ผลของการเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทซิสเต็ม เพื่อส่งเสริมศักยภาพ ด้านวิทยาศาสตร์ โดยสรุปการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม จะพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ในด้านวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2543, หน้า 45)

1. ความเฉลียวฉลาดทางอารมณ์ (Emotional Quotient หรือ EQ) ซึ่งได้แก่ ทักษะการจัดการกับอารมณ์ตนเอง ทักษะการสร้างแรงจูงใจ และทักษะการสื่อสาร กล่าวคือ นักเรียนปรับตนให้เข้ากับเพื่อน รู้จักทำงานเป็นทีม กล้าซักถามครู และกล้าแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกัน

2. ความเฉลียวฉลาดทางจริยธรรม (Moral Quotien หรือ MQ) ซึ่งได้แก่ การรัก และเคารพผู้อื่น การรู้จักแบ่งปัน ความตรงต่อเวลา การมีจิตสาธารณะ เห็นประโยชน์ส่วนรวมเป็น สำคัญ ครูผู้สอนต่างแสดงทัศนะสอดคล้องกันว่า การจัดกิจกรรมกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียนเกิด พลังสามัคคีร่วมมือร่วมใจเพื่อให้งานบรรลุผลสำเร็จ และเมื่อปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล นักเรียนที่มีอุปกรณ์เครื่องเขียนครบก็จะให้เพื่อนยืม โดยมีต้องให้เพื่อนเอ่ยปากขอแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังเกิดการเรียนรู้ ร่วมกันอย่างสมานฉันท์เป็นกัลยาณมิตรที่ดีต่อกัน และตระหนัก ในปัญหาส่วนรวม

3. ความเฉลียวฉลาดทางปัญญา (Intelligent Quotien หรือ IQ) ได้แก่ การพัฒนา และประยุกต์ใช้มโนคติ / มโนทัศน์ (Concept) การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความคิด ได้แก่ ความสามารถทางการคิดวางแผนการทำงานอย่างระบบ รู้จัก การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจและคิดสร้างสรรค์ สังเกตได้จากผลงานกลุ่มและ รายบุคคล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาขอบข่ายความหมายของ ชุดการสอน แนวความคิดสำคัญที่จะนำมาสู่การผลิตชุดการสอน ประเภทของชุดการสอน

องค์ประกอบขั้นตอนในการผลิตชุดการสอน และคุณค่าของชุดการสอน ตลอดจนแนวคิด การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ผู้วิจัยได้ทำตามลำดับขั้นดังนี้

ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 91) ได้อธิบายถึง ชุดการสอน หรือชุดการเรียนรู้ว่ามาจากคำว่า “Instructional Package” หรือ “Learning Package” เดิมทีเคยมักใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิด ในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น การเรียนรู้ที่ดีควรจะให้ผู้เรียน ได้เรียนเองจึงมีผู้นิยมเรียก “ชุดการสอน” เป็น “ชุดการเรียนรู้” กันมากขึ้น บางคนเรียกรวมกันว่า “ชุดการเรียนรู้การสอน” ก็มี

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2534, หน้า 66) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า เป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ ประกอบการสอน จัดว่าเป็นสื่อประสม (Multi Media) จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ ซึ่งชุดการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการสอนมากขึ้น

ฉลอง ทับศรี (2535, หน้า 1) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง ผลผลิตของกระบวนการ ออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิผลและประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ผลผลิต ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นชุด (Package) ซึ่งรวบรวมเนื้อหา กิจกรรม อุปกรณ์ และเอกสารต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเรียนการสอนนั้น ๆ ไว้ให้พร้อมที่จะนำไปใช้อยู่ตลอดเวลา

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 193-194) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึงชุดของ สื่อประสม (Multimedia) ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และประสบการณ์ในการเรียนของแต่ละ หน่วยโดยนำวิธีการจัดระบบมาใช้ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ ของผู้เรียน ให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของครูดำเนินไปโดยสะดวกและมี ประสิทธิภาพ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 224) ได้กล่าวถึง ชุดการสอนว่า เป็นการ จัดโปรแกรม การเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดรวมกัน หรือใช้สื่อระบบสื่อประสม เพื่อสนองจุดมุ่งหมาย ในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียน การสอน

บราวน์ และคณะ (Brown et al, 1968, p. 389) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า นักการศึกษา ได้ให้ความรู้ที่เร้าและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือครูให้สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการสอนนี้อาจอยู่ในกล่อง หรือซอง และบางครั้งจะประกอบไปด้วยสิ่งของหลายอย่าง เช่น ภาพโปรงใส ภาพเหมือน

โปสเตอร์ สไลด์ แผนภูมิ บางชุดประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว บางชุดอาจเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่งให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

กู๊ด (Good, 1973, p. 306) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า คือโปรแกรมการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบ ข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่างครบถ้วน การสอนนี้ครูเป็นผู้จัดให้นักเรียนแต่ละคนได้ศึกษาและฝึกฝนด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเท่านั้น

องค์ประกอบของชุดกิจกรรม ทิสนา แหมมณี (2534, อ้างถึงใน วนิดา ดันสุวรรณรัตน์, 2543, หน้า 49-50) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม ประกอบด้วยหมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรม
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรมและลักษณะของการจัดกิจกรรม เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายของกิจกรรมนั้น
4. ความคิดรวบยอด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือโน้ตสัจของกิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครูทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาโดยประมาณว่า กิจกรรมควรใช้เวลาเพียงใด
7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุในการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการจัดกิจกรรมนี้ ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับหลักวิชาแล้วยังเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ครูในการดำเนินการซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้
 - 7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน
 - 7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้เกิดประสบการณ์ ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย
 - 7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความเข้าใจและอภิปรายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางออกไปอีก
 - 7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรมและขั้นอภิปราย นำมาสรุปหาสาระสำคัญที่จะสามารถนำมาใช้ต่อไป

7.5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนในกิจกรรมไปฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม

7.6 ขั้นประเมินผล เป็นส่วนที่วัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนหลังจากปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว โดยให้ทำแบบฝึกหัดกิจกรรมทบทวนท้ายชุดกิจกรรม

ส่วนบทบาทของนักเรียนในการเรียนชุดกิจกรรมนั้น นักเรียนมีบทบาทมากกว่าครู เน้นการเรียนรู้ชนิด Active ไม่ใช่ Passive คือเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามคำชี้แจงที่ชุดกิจกรรมกำหนด ชุดกิจกรรมยังช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะทางสังคมอีกด้วยเพราะเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม

องค์ประกอบของชุดการสอน วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 อ้างถึงใน จรัสวลัย สนทนา, 2544, หน้า 45-47) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยแต่ละหน่วย แบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้ชุดการสอนจะศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือครูเป็นสิ่งแรก จะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพราะเป็นคู่มือประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน เพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้

2.2 สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน ส่วนมากจะบอกถึงสิ่งที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะบรรจุไว้ในชุดการสอน หรือสิ่งที่มีการเน่าเสีย สิ่งเปราะแตกง่าย หรือสิ่งที่ใช้ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงที่โรงเรียนจัดขึ้นไว้ที่ศูนย์วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

2.3 บทบาทของนักเรียนจะเสนอแนะว่า นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอะไรบ้าง

2.4 การจัดชั้นเรียน ควรจัดในรูปแบบใดที่จะเหมาะสมต่อการเรียนรู้ และการร่วมกิจกรรมของชุดการสอนนั้น ๆ

2.5 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน จำนวนผู้เรียน

2.5.2 เนื้อหาสาระควรเขียนสั้น ๆ รัดกุม

2.5.3 ความคิดรวบยอดหรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระ

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม

2.5.5 สื่อการเรียนการสอน

2.5.6 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.5.7 การประเมินผล

3. วัสดุอุปกรณ์การสอน ได้แก่ พวงกิ่งของ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม หรือกิจกรรมแบบศูนย์การเรียน อาจเป็นกระดาษแข็งหรือกระดาษอ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่งสำหรับผู้เรียนว่าต้องปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน

5. กิจกรรมสำรวจ จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม กิจกรรมสำรวจนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนหรือกลุ่มที่ทำเสร็จก่อน ให้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายหรืออาจเกิดปัญหาทางวินัยในชั้นเรียน

6. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไป ควรจัดให้มีขนาดพอเหมาะ เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้ หน้าซองหรือกล่อง ควรระบุดังนี้

6.1 ชุดการสอนที่เท่าไร

6.2 วิชาอะไร

6.3 เรื่องอะไร

6.4 ชั้นไหน

จากการพิจารณาถึงโครงสร้างของชุดกิจกรรม และชุดการสอน พบว่ามีองค์ประกอบเหมือนกัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเรียกชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้” ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ หัวเรื่อง คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์การสอน บัตรงาน และจากความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง โปรแกรมการเรียนการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระบบโดยใช้สื่อประสมที่สัมพันธ์กัน มีลักษณะสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นประกอบด้วยแนวคิด 5 ประการ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2539 ก, หน้า 113-117)

แนวคิดที่ 1 เป็นแนวความคิดตามหลักจิตวิทยา เกี่ยวข้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำแนวคิดนี้มาจัดการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน จัดการศึกษาที่ให้อิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเองตามกำลังความสามารถของแต่ละบุคคล

แนวคิดที่ 2 เป็นแนวคิดที่จะพยายามเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากแบบเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง มีครูเป็นแหล่งความรู้ มาเป็นการจัดประสบการณ์และสื่อประสมที่ตรงกับเนื้อหาวิชาในรูปของชุดการสอน โดยให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตนเองจากชุดการสอน

แนวคิดที่ 3 เป็นแนวคิดที่จะพยายามจัดระบบการผลิตและการใช้อุปกรณ์การสอนให้เป็นไปในรูปสื่อประสม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อ “ช่วยครูสอน” มาเป็นการ “ช่วยผู้เรียนเรียน”

แนวคิดที่ 4 เป็นแนวคิดที่พยายามสร้างปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างครูและผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม โดยนำสื่อและทฤษฎีกลุ่มมาใช้ในการประกอบกิจกรรมร่วมกันของผู้เรียน และครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ

แนวคิดที่ 5 เป็นแนวคิดที่ยึดหลักการจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. มีทางทราบว่าความคิดสนใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดได้ทันที
3. มีการเสริมแรงทางบวก ที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูกอันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต
4. ได้ค่อยเรียนรู้ทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเองโดยไม่มีใครบังคับ

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดสื่อการเรียนการสอนในรูปของสื่อประสมนำทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ และยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ จึงจะได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยที่วางไว้

ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 194) และ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2534, หน้า 69–70) ได้แบ่งชุดการสอน ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายหรือชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนที่กำหนด กิจกรรมและสื่อการสอนให้ครู ใช้ประกอบการบรรยาย ซึ่งจะมี เนื้อหาเพียงอย่างเดียวโดยแบ่ง เป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้นตอน เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พุด น้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนได้ประกอบ กิจกรรมร่วมในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวน นักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ โดยจัดไว้ในรูปสื่อประสมซึ่งอาจใช้สื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับ กลุ่มที่นักเรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกัน ผู้ที่เรียนจากชุดการสอนกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือ จากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วนักเรียนจะสามารถ ช่วยเหลือกันตัวเอง

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตาม ลำดับขั้นที่ระบุไว้ในห้องเรียนรายบุคคล โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและประสานงานเมื่อผู้เรียน มีปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนอาจนำชุดการสอนประเภทนี้ไปเรียนที่บ้านได้ด้วย การเรียนจาก ชุดการสอนรายบุคคลนี้ จะช่วยฝึกฝนและส่งเสริมนิสัยของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ด้วย ตนเองและมีความรับผิดชอบต่อตนเอง

นอกจากชุดการสอนทั้งสามประเภทนี้แล้ว ยังมีชุดการสอนปลีกย่อยอื่นอีกที่แตกต่างกัน ไปแล้วแต่ลักษณะการใช้ เช่น ชุดการสอนประกอบการใช้รายการโทรทัศน์ศึกษา ชุดการสอน สำหรับเด็กเรียนเร็ว และชุดการสอนซ่อมเสริม เป็นต้น

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 123) และ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 อ้างถึงใน จรัสวลัย สนทนา, 2544, หน้า 47–48) ได้เสนอแนะขั้นตอน การสร้างชุดการสอน แบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้ คือ

1. กำหนดหมวดหมู่ของเนื้อหาสาระที่จะนำมาสร้างชุดการสอนนั้นอย่างละเอียดว่า มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง แล้วพิจารณาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย โดยเรียงเนื้อหาตามความจำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนหลัง จากนั้นให้พิจารณาว่าจะสร้าง ชุดการสอน แบบใดโดยคำนึงถึงผู้เรียนคือ ใคร จะให้อะไรกับผู้เรียน จะให้ทำกิจกรรมอย่างไรและทำได้ดี เพียงใด

2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องกำหนดว่าในแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรบ้างต่อผู้เรียน แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย
4. กำหนดความคิดรวบยอด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยคิดเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน
7. กำหนดแบบประเมินผล ประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบเป็นเกณฑ์
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้เป็นสื่อการสอน เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดเป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้
9. การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือทดลองกับผู้เรียนเพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน
10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน การใช้ควรกำหนดขั้นตอนดังนี้
 - 10.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน
 - 10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
 - 10.4 ขั้นสรุปผลการเรียน
 - 10.5 ขั้นทดสอบหลังเรียน

ในการผลิตชุดการสอนนั้นต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียน การสอนพร้อมกำหนดสื่อที่ใช้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้ได้รับความสะดวกในการเรียนรู้เพราะได้วางแผนทุกอย่างไว้อย่างดี และผ่านการหาประสิทธิภาพแล้ว

การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, หน้า 494 – 495) และกรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 53) ได้อธิบายว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไป Try Out เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปใช้จริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก เหตุผลและความจำเป็นในการหาประสิทธิภาพ คือ

1. เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการหาประสิทธิภาพเสียก่อน เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

2. ชุดการสอนที่ทำหน้าที่ช่วยครูสอน เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามที่คาดหวัง ดังนั้นก่อนนำไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง

3. การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุในชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะทำให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้นเป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมค้นฉบับ

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน จะต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้เพื่อให้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจว่า หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน

2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) โดยประเมินจากพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมที่สังเกตจากการประกอบพฤติกรรมกิจกรรมกลุ่ม หรือกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประเภทที่ 2 พฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) ซึ่งประเมินจากการสอบหลังเรียน โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมทั้งหมดนั้นคือ E_1 / E_2 ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ ซึ่งปกติมักตั้งไว้ 80/80 ในเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือ 90/90 ในเนื้อหาที่เป็นความจำ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539 ข, หน้า 496-497) และกรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 362) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

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

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติจริง เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้ว ทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนก็ต้องกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ สูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 57-58) กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2536, หน้า 9-10) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2534, หน้า 84) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาประสบการณ์ ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง
2. ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อเนื้อหาที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. ช่วยลดภาระ สร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำมาใช้ได้ทันที
5. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน
6. ช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่ครูขาด ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทนได้ โดยใช้ชุดการสอนช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำชุดการสอนไปใช้ในทุกสถานการณ์ และทุกเวลา
7. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
8. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียน ได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย
9. ช่วยให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ในแนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

10. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

11. ช่วยแก้ปัญหาครูที่พูดหรือสอนไม่ค่อยเก่ง เพราะชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แทนครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน เพราะชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ ผลงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้ เครือวัลย์ พึ่งสุรินทร์ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยระบุว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 94.66 / 95.33

ตรุเนตร อัสชสวัสดิ์ (2542) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรม 4 MAT และสอนโดยชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียน โดยกิจกรรม 4 MAT และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลาวณิชย์ แก้วภูมิแห่ (2544) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สารภี จินกุล (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก ดวงดาวและอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยระบุว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 85.33 / 90.00 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุภารัตน์ สิริประเสริฐ (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยระบุว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 86.00 / 93.33 และความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารมน์ เบสูงเนิน (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยระบุว่า ชุดการสอน มีประสิทธิภาพ 85.55 / 90.00 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ ผลงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้

แอปเพลต์ (Appell, 1991) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาดนตรีของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 จำนวน 154 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาเมืองพอร์ตแลนด์ รัฐออริกอน ใช้ครูผู้สอนจำนวน 8 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ครูจำนวน 4 คน นักเรียนจำนวน 87 คน โดยใช้การเรียนการสอนตามปกติ กลุ่มที่ 2 ใช้ครูจำนวน 4 คน และจำนวนนักเรียน 64 คนโดยใช้ การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มแล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบค่า t-test กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

บอดร้าว (Boudreaux, 1975) ได้วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอน วิทยาศาสตร์ระดับ 9 ระหว่างการสอนแบบบรรยาย แบบสื่อประสม และแบบชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของการสอนแบบครบบรรยาย กับการใช้สื่อประสมและการใช้ชุดการสอน โดยแบ่ง นักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสื่อผสม และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้ ชุดการสอน ผลการวิจัยระบุว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสื่อประสมและแบบใช้ชุดการสอนดีกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แต่เมื่อทบทวนความรู้อีกครั้งหนึ่ง ระบุว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย ประสบผลสำเร็จมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสื่อประสม ส่วนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ใช้ชุดการสอนคงที่

โบเวอร์ (Bower, 1987) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนจำนวน 54 คน จากโรงเรียนของรัฐนอร์ทแคโรไลนา โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม กลุ่มที่ 2 ใช้การเรียนการสอนตามหนังสือที่เน้นการใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามหนังสือ

ที่เน้นการใช้สมองซีกซ้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้ง 2 กลุ่มมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์บทเรียนนี้

วาเลีย (Valerie, 1995) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องโลก ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนมัธยมศึกษาเกรด 9 จำนวน 48 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษารัฐคอนเนตทิคัต โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม กลุ่มที่ 2 ใช้การเรียนการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านเจตคติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ไวทซ์ (Vaughn, 1991) ได้ศึกษาผลของมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มในโปรแกรมส่งเสริมเด็กปัญญาเลิศเกรด 3 ตัวอย่างประชากร คือ เด็กปัญญาเลิศเกรด 3 จำนวน 99 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม กลุ่มที่ 2 ใช้การเรียนการสอนตามแนวคิดของบลูม ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม มีคะแนนในการคิดสังเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดของบลูม และยังพบว่านักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม

วิลค์เคอร์สัน (Willkerson, 1986) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องยนต์ ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนประถมศึกษาจำนวน 50 คน ในโรงเรียนของรัฐนอร์ทแคโรไลนา โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม กลุ่มที่ 2 ใช้การเรียนการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากเอกสารงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน ประกอบการสอนของครูจะช่วยให้ไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายของการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม จะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันและเป็นสิ่งที่สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวเด็กได้ โดยการให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ลงมือปฏิบัติทดลอง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามเป้าหมายของหลักสูตร

จากเหตุผลและข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัย จึงได้สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโครง
ข่ายเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เพื่อที่จะนำผลที่ได้จากการวิจัยมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป