

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านอนุโคก ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านอนุโคก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 หลักการสำคัญ
 - 1.2 จุดหมาย
 - 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
2. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.4 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
3. การเรียนรู้แบบ STEM Education
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 3.2 แนวคิด และลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 3.3 เหตุผลที่จัดการศึกษาเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 3.4 จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.5 แนวทางการจัดการศึกษาเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.6 บทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.7 การวัดผลและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

- 3.8 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
- 4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
 - 4.4 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 5. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 5.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 5.3 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 6. การทดสอบประสิทธิภาพ
 - 6.1 ความหมายของประสิทธิภาพ
 - 6.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ
 - 6.3 การกำหนดประสิทธิภาพ
- 7. ความพึงพอใจ
 - 7.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 7.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
 - 7.3 การวัดความพึงพอใจ
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรโรงเรียนบ้านอุโนโคก พุทธศักราช 2558 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551**

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 2-7) กำหนดไว้ว่าหลักสูตร
โรงเรียนบ้านอุโนโคก พุทธศักราช 2558 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการสำคัญ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
- 1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
- 1.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- 2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
- 2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
- 2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.6 มีการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการที่มุ่งสู่สากล

2.7 มีการประกันคุณภาพการศึกษาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

3.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนา ตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 4.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 4.3 มีวินัย
- 4.4 ใฝ่เรียน ใฝ่รู้
- 4.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.7 รักความเป็นไทย
- 4.8 มีจิตสาธารณะ

5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ โครงสร้าง และหน้าที่ของ ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้ เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการ จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อ สารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แผนการจัดการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมาย ความสำคัญ ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรายละเอียด ดังนี้

วิมลรัตน์ สมุทรโรจน์ (2550, หน้า 106 – 108) ได้ให้ความหมายแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการจัดการเรียนรู้การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแผนที่จัดการเรียนรู้ทำขึ้นจากคู่มือผู้สอนหรือแนวการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ทราบว่า จะจัดการเรียนรู้เนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด ใช้สื่ออะไรและวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551, หน้า 58) แผนการจัดการเรียนรู้ คือแผนการเตรียมการการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ และจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากกำหนดวัตถุประสงค์ จะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใด และจะประเมินผลอย่างไร

ระวีวรรณ ล้ำสัน (2552, หน้า 49) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการสอนเปรียบได้กับพิมพ์เขียวของวิศวกรหรือสถาปนิก ซึ่งจะขาดไม่ได้ในงานก่อสร้าง ผู้เป็นครูต้องมีแผนการสอนเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตาม มาตรฐานของหลักสูตร ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แสงศรี ศิลอ่อน (2553, หน้า 47) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการสอนที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียน โดยมีการกำหนดเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผล ประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

จากความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมา สรุปได้ว่า แผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เอกสารที่ครู หรือบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญ หมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรายละเอียด ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2551, หน้า 58) ได้ระบุความสำคัญของ แผนการสอนดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเองและทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่าการสอนของตนเองได้เดินไปทิศทางใด หรือทราบว่าจะสอนอะไร โดยวิธีใด สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและประเมินผลอย่างไร
4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนใฝ่ศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้จะจัดหาสื่อและใช้แหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอนหรือจัดการเรียนรู้แทนได้
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษา

7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอนสำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

ระวีวรรณ ล้ำสัน (2552, หน้า 50) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความจำเป็น ผู้มีหน้าที่ให้การศึกษาเพื่อวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการ สื่อและเทคโนโลยีตลอดจนจิตวิทยาการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมเป็นหัวใจสำคัญของการนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยครูได้วางแผนไว้ล่วงหน้าและทำให้เกิดความมั่นใจเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความจำเป็นสำหรับผู้สอนเพื่อวางแผนและเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิค วิธีการ สื่อ และเทคโนโลยีตลอดจนจิตวิทยาในการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เป็นหัวใจสำคัญของการนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้

3. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรายละเอียด ดังนี้
 ระวีวรรณ ล้ำสัน (2552, หน้า 53) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ คือ การศึกษาแนวคิด ขอบข่ายของหลักสูตร การวิเคราะห์หลักสูตร ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เริ่มจากศึกษาหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาค วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา เวลา กิจกรรม สื่อ และแหล่งเรียนรู้วิธีการวัดผล และประเมินผลจากนั้นเลือกรูปแบบ ออกแบบสร้างแผนการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบและ ขั้นตอนตามความจำเป็น แล้วจึงเขียนรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

ลำลี รักสุทธิ (2552, หน้า 20) ได้กล่าวในการจัดทำแผนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งมีหลายรูปแบบแต่ครูผู้สอนควรปฏิบัติตามนโยบายของโรงเรียนที่กำหนดไว้ว่าให้ใช้รูปแบบใด ถ้าโรงเรียนได้กำหนดรูปแบบไว้ จึงเลือกแบบที่ตนเองเห็นว่าสะดวกต่อการนำไปใช้ สรุปขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้ คือ การเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วมาพิจารณาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ตั้งชื่อแผนตามหัวข้อสาระการเรียนรู้ กำหนดจำนวนเวลา ระบุระดับชั้น วิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้จากมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เลือกไว้ เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ รายวิชา เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว เฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เป็นรายละเอียด สำหรับนำไปจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้จะเป็นเนื้อหาใหม่ของมวลเนื้อหาที่กำหนด จุดประสงค์นำทางตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหานั้น ๆ เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม เลือกสื่ออุปกรณ์ สำหรับใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับ สาระการเรียนรู้ที่เลือกมา เช่น แบบฝึก รูปภาพ บัตรคำ วิดีทัศน์ กำหนดการวัดผล ประเมินผล โดยระบุวิธีการเรียนรู้ ทั้งที่เกิดระหว่างเรียน โดยใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย เช่น ปฏิบัติจริง การทดสอบความรู้ การทำงานกลุ่ม

จากขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมา สรุปได้ว่า ขั้นตอน การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เริ่มจากการศึกษาหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาค วิเคราะห์ จุดประสงค์ เนื้อหา เวลา กิจกรรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดผลและประเมินผล จากนั้นเลือกรูปแบบ ออกแบบสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบและขั้นตอน ตามความจำเป็นแล้วจึงเขียนตามรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ ในการเขียนแผนการ จัดการเรียนรู้นั้น ควรเขียนให้ครอบคลุมเนื้อหา กิจกรรม ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมเป็นผู้กระทำมากที่สุด ทุกแผนจะต้องระบุชื่ออุปกรณ์ไว้อย่างชัดเจนและ อธิบายวิธีใช้สื่อด้วยย่อดี การวัดผลและประเมินผลก็ต้องชัดเจนและเป็นการวัดเป็นสภาพ จริงด้วยทุกแผนควรมีแบบทดสอบประจำแผนเพื่อผู้ใช้จะวัดได้ทันทีเมื่อสอนจบ

4. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ ของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรายละเอียด ดังนี้

สำลี รักสุทธี (2552, หน้า 21) ได้กล่าวไว้ว่า หลักการเขียนแผนการ จัดการเรียนรู้จะต้องเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องชัดเจน ซึ่งมีหัวข้อในแผนการ จัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง เป็นหัวข้อเรื่องย่อยที่แยกมาจากหัวข้อใหญ่ หรือหน่วย ใหญ่ได้มาจากการอ่านคำอธิบายวิชาในหลักสูตร หรือหัวข้อปัญหาในชีวิตจริงตามความ ต้องการของชุมชนให้สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียนหรือจากแนวการสอน ของกรมวิชาการ

2. จำนวนชั่วโมง ที่ใช้สอนเรื่องนั้น คำนวณจำนวนชั่วโมงจากหัวข้อใหญ่ให้เหมาะสมกับน้ำหนักและปริมาณของหัวข้อย่อย
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ แก่นสารของความรู้ ทักษะและเจตคติที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับหลังจากเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วจัดเป็นหัวใจจัดเป็นกรอบกำหนดให้คำนี้ถึงหลักการเขียนดังนี้ เป็นประโยคที่สมบูรณ์และได้ใจความ ใช้คำกะทัดรัดชัดเจน ไม่ฟุ่มเฟือย มีใจความตรงกับสาระการเรียนรู้ที่สอน
4. จุดประสงค์ ต้องเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยทั่วไปจะเขียนไว้ 2 จุดประสงค์ คือ จุดประสงค์ปลายทาง เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน เมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนวิชานั้นครบถ้วนแล้ว และจุดประสงค์นำทาง เป็นจุดประสงค์เฉพาะการเรียนเนื้อหาย่อยที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนจากการเรียนเรื่องนั้น ๆ ลักษณะการเขียนจะเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. สาระการเรียนรู้ เป็นสาระของความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษาในชั่วโมงเรียนนั้น ในการเขียนเพียงหัวข้อหรือเค้าโครงเท่านั้น ไม่ต้องลงรายละเอียดทั้งหมด
6. กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นวิธีการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนซึ่งต้องจัดให้สอดคล้องกับเจตนาารมณ์ของหลักสูตร
7. สื่อการเรียนการสอน หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูและนักเรียนใช้ประกอบการเรียนการสอนในเรื่องนั้น ๆ อ่านเป็นของจริง ของจำลอง แผนภูมิ แบบฝึก หนังสือนิทาน บัตรคำ รวมทั้งสื่อประเภทไอซีที
8. การวัดผลประเมินผล เป็นความจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทุกครั้งที่สอน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์ตามที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ผู้ฝึกสอนอาจวัดทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้แบบทดสอบ การสัมภาษณ์ การทำกิจกรรมและการทำแบบฝึกหัด

จากหลักการ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบในการเขียนหลายรูปแบบครูผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ตามความถนัด แผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลและบันทึกผลหลังสอน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ความหมายของแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ความหมายของสะเต็มศึกษา ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4) อธิบายว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน ทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

มนตรี จุฬารัตนทล (2556, หน้า 3) สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางให้ในการจัดการศึกษาสายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการ การเรียน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึง อุดมศึกษา อาชีวศึกษา การศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิต ที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย (2556, หน้า 50) สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่าง สาขาวิชาการต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่าง ลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่ง ต่าง ๆ ในสถานการณ์โลก ปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายอาจารย์ร่วมมือ กันเพราะการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงาน ทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, หน้า 15) สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่มีการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยง กับชีวิตจริง

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ ขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือ การทำงานแบบร่วมมือ

นัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นผู้เรียนนำความรู้ ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการ ดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

ดังนั้น จากความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่สำคัญ โดยการนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และนำไปผลิตผลงานหรือชิ้นงานในการพัฒนา ประเทศต่อไป

2. แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มี แนวคิด และ ลักษณะดังนี้ (Dejarnette, 2012 ; Wayne, 2012 ; Breiner, et al., 2012 ; ธวัช ชิตตระการ, 2555 ; รักษพล ธนานูนวงศ์, 2556 ; อภิลิทธิ ธงไชยและคณะ, 2555)

2.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการ ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์(M) ทั้งนี้ได้นำจุด เด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการ สอนของแต่ละสาขาวิชา มา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (Science) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจใน ธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย กระบวนการสืบเสาะ (Inquirybased Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา

แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education ทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้น รู้ลึก ทำทนายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบ ความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการ ทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วน ใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีซึ่งคน ส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการ ศึกษาวิจัย พบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (Mathematic) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับ จำนวน เท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการ แรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอด ความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษา คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมา คือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรม การเล่นเกมของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.2 เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับ ชั้น ตั้งแต่ ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าใน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็น นโยบายทางการศึกษาให้ แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้า ครูผู้ สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็ จะยิ่งเพิ่มความสามารถ และศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

2.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

2.3.1 ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

2.3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

2.3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเป็นผู้นำตลอดจนการน้อมรับวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

3. เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหลายประการที่สำคัญ ได้แก่

3.1 จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลงตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินทั้งในระดับประเทศ และระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย

3.2 ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เหมาะสมกับการผลิตและบริการที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมชาติ

3.3 ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community-AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 มีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

4. จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4)

4.1 ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน

4.2 ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต

4.3 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น

4.4 ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ

4.5 สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

4.6 ประเทศไทยมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 ศาสตร์สาขา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิต และการทำงานในอนาคตต่อไป

5. แนวทางการจัดการศึกษาเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

จาร์ส อินทลภาพร และคณะ (2558, หน้า 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project based learning)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดให้ผู้เรียนเลือกทำโครงการที่ตนเองสนใจ โดยการร่วมกันสังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงการร่วมกัน โดยศึกษาหา ข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมา อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ของผู้เรียน

6. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ในสถานศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559, หน้าข่าวสำนักงานรัฐมนตรี) ได้กำหนด ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัด ของสถานการณ์ปัญหาหรือเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือ วิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Relate information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือ พัฒนาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนา นวัตกรรม (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้าง ชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอเพื่อการพัฒนาต่อไป

7. บทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จาร์ส อินทลาภาพร และคณะ (2558, หน้า 64 – 65) ได้กล่าวถึงบทบาท ของผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาใน โลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิด ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นโค้ช (Coach)
7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่ หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การ สื่อสารเชิงบวก

8. การวัดผลและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

Edward (2013, pp. 12 – 15) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิด สะเต็มศึกษา สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ
 - 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
 - 1.2 การปฏิบัติทดลอง
 - 1.3 การรายงานผลการทดลอง
 - 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง
2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ
 - 2.1 การระดมความคิด
 - 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
 - 2.3 การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียนผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเอง การประเมินจากเพื่อนและการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

9. ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มโอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา
2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more students to technological fields) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก
3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเสริมสร้างความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (cyber security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลามทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ดังเอกสารดังนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บุญร่วม ทุมจิ้น (2545, หน้า 22) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าทักษะทางสติปัญญา รวมถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักฐานเชิงตรรกะและความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะในการตัดสินใจ ความชัดเจนในค่านิยมและความปลอดภัย

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549, หน้า 1)

ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา วรภรณ์ สีดำนิล (2550, หน้า 38) พฤติกรรมที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ใช้ในกระบวนการคิด เพื่อศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหอย่างคล่องแคล่วว่องไว

กนกพร โชคชัย (2554, หน้า 15) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดและปฏิบัติเพื่อแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยวิธีการทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

ชัตติยา จันสังสา (2555, หน้า 58) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการพัฒนาความสามารถของแต่ละคนทำให้สามารถทำได้อย่างถูกต้องคล่องแคล่วราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

จรรยาบรรณ เจริญรัตน์ (2555, หน้า 66) เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนจนเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำไปใช้แก้ปัญหา

อาร์ักษ์ ไชยหลาก (2556, หน้า 45) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีระเบียบแบบแผน มีขั้นตอนและมีการฝึกฝนในการปฏิบัติอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญ กล่าวโดยสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลในการเสาะแสวงหาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 1 – 16) ได้กล่าวถึงทักษะทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะดังต่อไปนี้

1. ทักษะสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไป

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่จะมีรูปร่างเช่นเดียวกันกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับอีกวัตถุหนึ่ง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่กับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การจำนวนของวัตถุ และการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์วัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพไดอะแกรม กราฟ

7. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบ ล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่ แล้วมาช่วยในการสรุปพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอก ขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหา คำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็น พื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลองให้เกิด ความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและการควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการตั้งสมมติฐาน หนึ่ง ๆ

12. การทดลอง (Experiment) หมายถึง การระบวนการลงมือ ปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลองจะประกอบด้วย กิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลอง ก่อนลงมือทดลองเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติกาการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติกาการทดลอง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

3. ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การแสดงออกถึงความรู้ความสามารถที่แสดงออกมา ที่สามารถระบุได้

1. การสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ตมกลิ่น รับรส และสัมผัสหรือวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไปบนข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตจำแนกลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลลักษณะเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

1.1 ชั่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้

2. การวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 วัดปริมาณต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง

อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

3. การจำแนก

การจำแนกประเภทหมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้น เป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่น กำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับ

เวลาสเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กัน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ ได้แก่

4.4.1 ระบุรูปทรง 3 มิติที่เห็นจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.4.2 เมื่อเห็นเงารูป 2 มิติ สามารถบอกรูปทรง 3 มิติ

ของวัตถุต้นกำเนิดของเงาได้

4.4.3 เมื่อเห็นวัตถุรูปทรง 3 มิติ สามารถบอกเงา 2 มิติ

ที่จะเกิดขึ้นได้

4.4.4 บอกรูปปรอยตัด 2 มิติที่เกิดขึ้นจากตัดวัตถุรูปทรง 3 มิติ

ออกเป็น 2 ส่วนได้

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุใด ๆ ได้

4.6 บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏ
ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.7.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่
ของวัตถุกับเวลาได้

4.7.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือ
ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ

การใช้ตัวเลข หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์
และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย
หรือวิธีการคำนวณอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

5.1 สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง
และใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.2 บอกวิธีคำนวณคิดคำนวณได้อย่างถูกต้องและแสดงวิธี
คำนวณได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่
ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ เช่น
การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่น
เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจแสดงในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ
แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยายความสามารถที่แสดงว่าเกิด
ทักษะแล้ว

6.1 เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม
กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อ
ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม ช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. การทำนายหรือการพยากรณ์

การทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้าก่อนทดลอง โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่สามารถแสดงเป็นตารางหรือกราฟได้ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ศึกษา และการพยากรณ์ภายนอกของข้อมูลที่ศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

8.1 การพยากรณ์ทั่วไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้านั้นมักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามวิธีหนึ่งที่จะใช้พิจารณาว่าข้อความเป็นสมมติฐานหรือไม่ ก็โดยนำข้อความนั้นมาเขียนให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า...แล้วจะ...หรือเมื่อ...แล้วจะ...ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

10.1 บรรยายวิธีการทดสอบในนิยามให้เห็นชัดเจน

10.2 ระบุสิ่งที่สังเกตไว้ในนิยาม

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือชี้บ่งและกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ / และหรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองจริง

12.1.3 การปฏิบัติการทดลองหมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.2 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกตและอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ออกแบบทดลองโดย

12.2.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

12.2.2 ระบุอุปกรณ์และ/สารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.2.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง

13. การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

4. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, หน้า 166) กล่าวถึงเรื่องรูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 แบบ คือการประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple choice paper and pencil tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (performance assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2524 อ้างถึงใน ระเบียบ อนันตพงศ์, 2550, หน้า 42 – 45) ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อทดสอบการสร้างสถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
2. ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว
3. สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

4. ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
5. สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับ อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้คำถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาอ่านมากเกินไป
6. การสร้างคำถาม คำถามที่จะต้องตอบตามสถานการณ์ที่ยกมา
7. ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ
8. มาถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชินันท์ พุกษ์ประมุข (2557, หน้า 1) กล่าวไว้ว่า การประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำการประเมินผลสรุป (Summative assessment) หรือประเมินผลย่อย (Formative assessment) ก็ได้ด้วยวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้สามารถใช้ได้หลากหลาย ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดีและข้อจำกัดเครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัดของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวันซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมากดังนั้นในฐานะครูผู้สอนเป็นส่วยสำคัญในความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียนจึงควรตระหนักและให้คุณค่าต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือในการประเมินความสามารถของผู้เรียนว่าได้เกิดทักษะที่ต้องการหรือไม่

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2542 อ้างถึงใน จันทนา สอนทองแดง, 2550, หน้า 31 – 31)

แต่ที่นิยมใช้กันมากอาจกล่าวได้ว่า 2 ลักษณะ คือ การประเมินด้วยแบบทดสอบและประเมินจากการลงมือปฏิบัติการประเมินโดยแบบทดสอบนั้นมีทั้งข้อสอบแบบอัตนัยและข้อสอบแบบปรนัย ในการประเมินแบบลงมือปฏิบัติ นั้น จะให้นักเรียนลงมือกระทำจริง ๆ เช่น ให้ทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ตรวจงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ้งให้ชัดเจนโดยศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมทั้งส่วนที่เป็นสถานการณ์ และพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าในทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นจะปรากฏอยู่ในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่าข้อสอบวัดพฤติกรรมใดมีส่วนเล็กน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

วิธีการประเมินโดยใช้แบบทดสอบหรือแบบสังเกตพฤติกรรมใช้ทักษะต่าง ๆ หรือวิธีการอื่นที่ปรับปรุงมาจากวิธีการทั้งสองดังกล่าวแล้ว วิธีการแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น แบบทดสอบสามารถใช้ประเมินทักษะหลาย ๆ ทักษะในเวลาเดียวกัน ในช่วงเวลาที่จำกัดได้ การตรวจคำตอบอาจใช้คนหรือเครื่องจักรตรวจในช่วงใดก็ได้ซึ่งไม่ต้องใช้คนที่มีประสบการณ์ตรวจคำตอบก็ได้ แบบทดสอบประเภทนี้ไม่ได้ให้นักเรียนค้นหาความชัดเจนของคำถาม สิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นเพียงแค่ตัวคำถามและตัวเลือก ดังนั้นวิธีการประเมินแบบนี้จึงจำกัดความคิดของผู้ตอบ การลงมือปฏิบัติกับวัตถุจริง ๆ ไม่ได้เน้นในการประเมินแบบนี้ นักเรียนเพียงแต่ใช้ทักษะการเขียน ถ้าแบบทดสอบต้องการให้นักเรียนเขียนหรือให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าเป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้แบบวัดนั้น มักจะใช้คำถามในแต่ละทักษะแยกจากกัน จึงอาจจะมีข้อจำกัดที่อาจจะมีผลคลาดเคลื่อนในการประเมิน เพราะมีหลายทักษะโดยเฉพาะทักษะขั้นบูรณาการจะต้องมีการประเมินร่วมกัน โดยใช้สถานการณ์ในการแก้ไขปัญหาแล้วตั้งคำถามได้หลายทักษะ ดังนั้นจึงควรนำวิธีการประเมินหลาย ๆ วิธีมาใช้

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรดำเนินการดังนี้ กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน สร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมใดอย่างละกี่ข้อ สร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่ต้องการทักษะทางวิทยาศาสตร์ การตรวจสอบจะต้องมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่

ชัดเจนซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินด้วยแบบทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

สิ่งที่มุ่งหวังหรือผลผลิตที่พึงประสงค์ที่สุดประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการบริหารวิชาการในโรงเรียน ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอหัวข้อที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับดังนี้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความสามารถในการเรียนของผู้เรียน ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากมาย ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150 อ้างในสุขุมมาลย์ แสงกล้า, 2551 หน้า 53) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2545, หน้า 109) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการกระบวนการเรียนการสอน

วิลาวัณย์ แวงดีสอน (2550, หน้า 64) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ หรือมวลประสบการณ์หรือความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ประภัสสรณ์ นครเขต (2551, หน้า 72) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดขึ้นภายหลังได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองและทางอ้อมจากครูจนเป็นผลทำให้เกิดเป็นความรู้ใหม่

ศิริขวัญ สมนึก (2551, หน้า 42) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถของบุคคลในการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ประสบการณ์การเรียนรู้ความพยายามในการเรียนส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ

สมนึก อ่อนแสง (2555, หน้า 43) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ หรือมวลประสบการณ์ทั้งหลายที่ได้รับจากการเรียน

การสอน แล้วเกิดเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กูด (Good, 1973, p. 7) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จในการเรียนรู้ อันเนื่องมาจากความถนัดทางการเรียน ความสามารถส่วนตัวที่จะเข้าใจการสอนของครู ความพยายามในการเรียนและเวลาที่ใช้ในการเรียนของนักเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 6 ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการจัดการเรียนการสอน เพราะเป็นสิ่งชี้บอกความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีผู้กล่าวไว้หลายท่านดังนี้

การเย้และบริกซ์ (Gagne and Briggs อ้างถึงใน พรศรี พุทยานนท์, 2550, หน้า 6 - 10) ได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยภายนอก เป็นปัจจัยเดิมของการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการให้สิ่งเร้าพร้อมกับการให้ผู้เรียนตอบสนองสิ่งที่ต้องการทำซ้ำคือการให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้สิ่งเร้าแล้วตอบสนองหลาย ๆ ครั้งจนสามารถเรียนรู้ได้ การให้การเสริมแรง คือ การเสริมกำลังใจให้เกิดความพอใจในการเรียนรู้

2. ปัจจัยภายใน เป็นสิ่งเร้าภายในที่ผู้เรียนต้องมีเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ข้อเท็จจริงขณะเรียนขณะนั้นหรือระลึกจากที่เคยเรียนมาแล้ว

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961 อ้างในวรารักษ์ เขตโสภณ, 2555, หน้า 93) ได้สรุปองค์ประกอบที่มีต่ออิทธิพลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกาย และบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดาและมารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกันและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

จากองค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งกล่าวไว้สรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ องค์ประกอบด้านตัวผู้เรียน ได้แก่ นิสัย ทักษะคิด ความพึงพอใจ แรงจูงใจ อายุ ความรู้เดิม สุขภาพ ความสนใจ สติปัญญา องค์ประกอบด้านผู้สอน เช่น คุณวุฒิ ประสบการณ์สอน ความสามารถ และทัศนคติของผู้สอน สุขภาพขององค์ประกอบด้านอื่น ๆ เช่น องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

3. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นในการพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมาตรฐานการเรียนรู้การวัดผลสัมฤทธิ์เป็น การตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่ารู้แล้วรู้ อะไรบ้างและมีความสามารถในด้านใดมากน้อยเพียงใด เช่น มีพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ระดับใด

ทิวต์ถ์ มณีโชติ (2549, หน้า 8 - 9) ได้ให้จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่ง (Placement) ผลจากการวัดบอกได้ว่าผู้เรียน มีความรู้ความสามารถอยู่ระดับใดของกลุ่มหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในระดับใด การวัดและประเมินเพื่อจัดตำแหน่งนี้ มักใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการ

1.1 เพื่อคัดเลือก (Selection) เป็นการนำผลการวัดเพื่อคัดเลือก เพื่อเข้าเรียน เข้าร่วมกิจกรรม-โครงการ หรือเป็นตัวแทน เพื่อทำกิจกรรม หรือการ ให้ทุนผล การวัดและประเมินผลลักษณะนี้คำนึงถึงการจัดอันดับที่เป็นสำคัญ

1.2 เพื่อแยกประเภท (Classification) เป็นการนำผลการวัด และประเมินเพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียน เช่น แบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง แบ่งกลุ่มผ่าน-ไม่ผ่านเกณฑ์ หรือตัดสินได้-ตก เป็นต้น เป็นการวัดและประเมินที่ยึดเกณฑ์ที่ใช้ในการ แบ่งกลุ่มเป็นสำคัญ

1.3 เพื่อวินิจฉัย (Diagnostic) เป็นการนำผลการวัดและประเมิน เพื่อค้นหาจุดเด่น-จุดด้อยของผู้เรียนว่ามีปัญหาในเรื่องใด จุดใด มากน้อยไหนเพื่อนำไปสู่ การตัดสินใจในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อการวินิจฉัยการเรียน ประโยชน์ของการวัดและ ประเมินผลประเภทนี้นำไปใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการดังนี้

1.3.1 เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวัดผู้เรียน ด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องจุดใด มากน้อย เพียงใด ซึ่งครูผู้สอนสามารถปรับปรุงแก้ไขโดยการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) ได้ตรงจุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

1.3.2 เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ผลการวัดด้วย แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน นอกจากจะช่วยให้เห็นว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องเรื่องใดแล้วยัง ช่วยให้เห็นจุดบกพร่องของกระบวนการจัดการเรียนรู้อีกด้วย เช่น ผู้เรียนส่วนใหญ่มี จุดบกพร่องจุดเดียวกัน ครูผู้สอนต้องทบทวนว่าอาจจะเป็นเพราะวิธีการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมต้องปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

1.4 เพื่อตรวจสอบและปรับปรุง การประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้เทียบกับจุดประสงค์ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผลการประเมินใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น โดยอาจจะปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนวิธีการสอน (Teaching Method) ปรับเปลี่ยน สื่อการสอน (Teaching Media) ใช้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการ จัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Teaching Innovation) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการ เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

1.5 เพื่อการเปรียบเทียบ (Assessment) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเปรียบเทียบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการจากเดิมเพียงใด และอยู่ในระดับที่พึงพอใจหรือไม่

1.6 เพื่อตัดสินใจ การประเมินเพื่อการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการประเมินรวม (Summative Evaluation) คือใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดเทียบกับเกณฑ์เพื่อตัดสินผลการเรียนว่าผ่าน-ไม่ผ่าน หรือให้ระดับคะแนน

กัมปนาท ศรีเชื้อ (อ้างถึงใน พัฒธณี ดวงเนตร, 2552, หน้า 9)

กล่าวถึง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าการจัดการศึกษาในปัจจุบันถือเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการจัดการศึกษา ดังนั้นภาระหน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครูคือการส่งเสริมละขจัดปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของตนเองเพื่อให้นักเรียนจะได้เรียนรู้อย่างเต็มที่และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำมีอยู่ 2 ประการ คือ 1) องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา 2) องค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญาโดยองค์ประกอบทั้ง 2 ประการมีบทบาทสำคัญพอ ๆ กันต่อการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ

การทดสอบเป็นกระบวนการสำคัญในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การทดสอบก่อนสอนหรือการทดสอบเพื่อจัดตำแหน่ง

(Placement Testing) เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจความพร้อมหรือเพื่อวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนทำการเรียนการสอน

2. การทดสอบย่อย (Formative Testing) เป็นการทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น โดยทำการทดสอบระหว่างดำเนินการสอนเพื่อสำรวจความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด สามารถเรียนรู้ต่อไปหรือไม่

3. การทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน (Summative Testing)

เป็นการทดสอบเพื่อสรุปผลการเรียนหลังจากการสอนเสร็จสิ้น

สรุปได้ว่าจุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อการประเมินโดยใช้จุดประสงค์ของการประเมินเป็นเกณฑ์ จะเห็นว่าการวัดและประเมินผลการเรียนนอกจากจะมีประโยชน์โดยตรงต่อผู้เรียนแล้ว ยังสะท้อนถึงประสิทธิภาพของการสอนของครูและเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สะท้อนคุณภาพการดำเนินงานการจัดการศึกษาของสถานศึกษาด้วย ดังนั้นครูและสถานศึกษาต้องมีข้อมูลผลการเรียนรู้ ทั้งจากการประเมินในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษาระดับอื่นที่สูงขึ้น

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ความสามารถและความเข้าใจของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับความรู้ซึ่งมีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันออกไป ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 375) ได้กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้โดยทำการวัดเฉพาะพฤติกรรมด้านความรู้ ซึ่งได้แก่ ความรู้ ความจำ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น จำแนกได้ 2 ประเภท

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีคะแนนตามเกณฑ์ที่ตัดสินไว้หรือไม่ การวัดตรงจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธานี (2546, หน้า 73) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

สุขุมมาลย์ แสงกล้า (2551, หน้า 54) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้เรียนจากสิ่งที่เรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนแล้ว

สมทัด วงคะฮาด (2555, หน้า 71) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะทางด้านความรู้ความเข้าใจความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการที่เกิดจากบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของบุคคลซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์และเป็นแบบทดสอบของครู

5. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อที่จะนำไปใช้ในการทดสอบวัดความรู้ความสามารถและความเข้าใจของนักเรียนที่ซึ่งมีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันออกไป ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 97 – 98) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ ระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิจัยสร้าง โดยการศึกษาดูตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าเป็นแบบใดโดยการเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อพิจารณาตรวจทานเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบาย วิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่ที่ลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลสอบวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักจะไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบแล้วนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบหากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแล้วแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นข้อสอบฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2548, หน้า 178 - 179) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าการสร้างแบบทดสอบจะต้องมีวิธีการเตรียมตัวการวางแผน เพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดซึ่งต้องอาศัยกลวิธีในการสร้างแบบทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับและมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

จากเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบจะต้องมีวิธีการเตรียมตัวศึกษา ค้นคว้า เอกสารที่เกี่ยวข้อง ตารางวิเคราะห์หลักสูตรและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบทดสอบให้ครอบคลุม ตรวจสอบข้อสอบ จัดพิมพ์แบบทดสอบ ทดลองสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อใช้ต่อไป

6. กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (สวรงค์ โค้วตระกูล, 2552, หน้า 293) ซึ่งจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ความรู้ (Knowledge) เป็นเรื่องที่จะต้องรู้ว่าผู้เรียนระลึกได้ จำข้อมูลที่เป็นจริงได้ เพราะข้อเท็จจริงบางอย่างมีคุณค่าต่อการเรียนรู้
2. ความเข้าใจ (Comprehension) แสดงถึงระดับความสามารถ การแปลความ การตีความและขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การจับใจความได้ อธิบายความหมายและขยายเนื้อหาได้
3. การนำไปใช้ (Application) ต้องอาศัยความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการช่วยตีความของข้อมูล เมื่อต้องการทราบว่าคุณมื่อนั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้าง ต้องอาศัยความรู้จักเปรียบเทียบแยกแยะความแตกต่าง พิจารณานำข้อมูลไปใช้โดยให้เหตุผลได้
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูงจะเน้นการแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ และพยายามมองหาส่วนประกอบว่ามีความสัมพันธ์ และการจัดรวบรวม บลูม (Bloom) ได้แยกจุดหมายของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ การพิจารณาหรือการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ การสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น และควรคำนึงถึงหลักการที่ได้จัดรวบรวมไว้แล้ว
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) การนำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่แยกแยะกันอยู่มารวมกันในรูปแบบใหม่ ถ้าสามารถสังเคราะห์ได้ก็สามารถประเมินได้ด้วย
6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงการใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อพิจารณาว่า จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้นบรรลุหรือไม่ การที่ให้นักเรียนสามารถประเมินค่าได้ต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานในแนวทางในการตัดสินคุณค่า การตัดสินใด ๆ ที่ไม่ได้อาศัยเกณฑ์น่าจะเป็นลักษณะความคิดเห็นมากกว่าการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะมีคุณภาพได้นั้นจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีคุณภาพซึ่ง กรอนลันด์ (Gronlund, 1993, อ้างใน วิลาวัลย์ แวงสอนดี, 2550, หน้า 71) ได้ให้หลักการสร้างไว้ดังนี้

6.1 ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจนโดยกำหนดในรูปจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจงสามารถวัดและสังเกตได้

6.2 ควรสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทั้งหมดในระดับความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้และระดับความซับซ้อนมากขึ้น

6.3 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนที่เป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัดและขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้มากที่สุด

6.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

6.5 ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ประโยชน์จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทันสมัยตามแผนที่กำหนดไว้ เช่นการใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอนสำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเพื่อสอนซ่อมเสริมการใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอนและการใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน

6.6 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องทำการให้คะแนนไม่มีความคาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement Errors) ซึ่งไม่ว่าจำนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนกัน

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของกลุ่มการศึกษาด้านพุทธพิสัย และให้นักเรียนบรรลุผลสำเร็จในด้านของความรู้ ทักษะด้านต่าง ๆ

7. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี สมณี กัททิยธนี (2549, หน้า 67) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีแต่ละข้อมีรายละเอียดดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือตรงกับเนื้อหาได้ทำการสอน กล่าวคือเมื่อทำการสอนเนื้อหาแล้วก็ทำการออกข้อสอบให้ตรงกับเนื้อหา นั้นและที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของ เนื้อหานั้นด้วย

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน กล่าวคือเมื่อจะสอนเนื้อหาใดครู ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ล่วงหน้าว่าจะให้นักเรียนเกิดสมรรถภาพสมองค์ด้านใดแล้วจึงทำ การสอนและเขียนข้อสอบให้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวันหรือปัจจุบันของ นักเรียน กล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบที่ช่วยให้ครูประมาณสถานภาพ อันแท้จริงของนักเรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนที่ จะเกิดขึ้นในอนาคต กล่าวคือคะแนนผลการสอบที่เกิดจากแบบทดสอบชุดนั้นสอดคล้อง กับผลการเรียนหรือความสำเร็จในอนาคตของนักเรียน

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ ๓ ฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม เช่น การสร้างแบบทดสอบชุดหนึ่งแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง โดยให้มี ระยะเวลาห่างกันพอประมาณ (1-8 สัปดาห์) ถ้าพบว่านักเรียนแต่ละคนทำคะแนนได้เท่า ๆ เดิมทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่าแบบทดสอบชุดนั้นมีความเชื่อมั่นสูง (ไม่ใช่ นักเรียนที่เข้าสอบ มีความเชื่อมั่นสูง)

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกันไม่เปิดโอกาสให้นักเรียน ทำข้อสอบได้โดยการเดาไม่ให้นักเรียนชี้แจงหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดีผู้ที่ทำ ข้อสอบควรเป็นนักเรียนที่เก่งและขยันเท่านั้นวิธีการที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมได้แก่ ออก ข้อสอบให้กลุ่มหลักสูตรและมีจำนวนมากแบบทดสอบที่ใช้สอบกับนักเรียนทุกคนต้องเป็น ชุดเดียวกันและเป็นเรื่องที่น่าสนใจนักเรียนเรียนแล้ว หนึ่งหากออกข้อสอบยากเกินไปจะทำให้ นักเรียนเก่งเสียเปรียบเพราะทุกคนต้องทำข้อสอบโดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึงข้อสอบแต่ละข้อต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดตัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้ ได้แก่ ความรู้ความจำ เช่นไม่ควรถามว่า “โลกมีดวงจันทร์กี่ดวง”... แต่ควรถามว่า “ถ้าโลกมีดวงจันทร์ 2 ดวง (หรือไม่มีเลย) เหตุการณ์จะเป็นอย่างไร”

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่ายวิธีการที่จะให้แบบทดสอบมีความยั่วยุอยากตอบก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปข้อยากใช้ข้อสอบรูปภาพ ข้อปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตโนมัตินี้ก็ให้บรรยายความยาวพอเหมาะและไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามการตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แกล้งเมิดให้นักเรียนงง นักเรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกตีกว่านักเรียนไม่เข้าใจคำถามและความไม่จำเพาะเจาะจงของข้อสอบนี้อาจเกิดขึ้นกับข้อสอบทุกชนิด (กาถูก-กาผิด จับคู่ เติมคำตอบสั้น ๆ เลือกตอบ และอัตนัย) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบรัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย (Objective) ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบไม่ได้ หมายถึง ข้อสอบแบบกาถูก-กาผิด จับคู่ เติมคำตอบสั้น ๆ และเลือกตอบเพราะแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ เหล่านี้เป็นเพียงรูปแบบหรือโครงสร้างของคำถามที่จะนำไปสู่ความเป็นปรนัยเท่านั้นและความเป็นปรนัยนั้นเป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบจะเป็นปรนัยหรือไม่จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจนทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกันแม้ว่าจะตรวจได้หลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกันจะเห็นว่าข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียงอาจเป็นปรนัยก็ได้ถ้ามีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ประการข้างต้นและในทางตรงกันข้ามข้อสอบแบบเลือกตอบกาถูก-ผิดหรือจับคู่อาจไม่เป็นปรนัยก็ได้ถ้ามีคุณสมบัติไม่ครบทั้ง 3 ประการ

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็วรวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี ได้แก่

สภาพห้องเรียนเรียบร้อยไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบ กรรมการคุมสอบรัดกุม เป็นต้น นอกจากนี้การสร้างแบบทดสอบไว้อย่างดีและสามารถนำไปใช้ได้หลาย ๆ ครั้งอย่างเหมาะสม โดยไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ถือได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพ

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูงตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Non Referenced Measurement) อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่าคนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูกคนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูกทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่าคนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูกแต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใดหรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่มข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไปเรียกว่ามีความยากพอเหมาะเพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อนข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูกหรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูกต่างก็ไม่สามารถจำแนกผู้เข้าสอบได้ว่าใครอ่อนจึงไม่มีคุณค่าในการจำแนกส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูกแสดงว่าเขาได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริงหรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีแม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตามในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดพฤติกรรมการวิเคราะห์ตามรูปแบบที่มีอัตราส่วนของจำนวนข้อสอบต่างกันสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถ้ามลิก มีความยากง่ายพอเหมาะมีอำนาจจำแนกและมีความยุติธรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพ

1. ความหมายของประสิทธิภาพ

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลากหลาย เช่น

John D. Millet (1954, p. 4) ได้ให้ทัศนะที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึงผลการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดความพอใจแก่มวลมนุษย์และให้ผลกำไรจากการปฏิบัติงานนั้นด้วย

Herbert A. Simon (1960, p. 80) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้คล้ายคลึงกับ Millet คือ พิจารณางานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ให้ดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (input) กับผลผลิต (output) ที่ได้รับออกมา เพราะฉะนั้นตามทัศนะนี้ประสิทธิภาพจึงเท่ากับผลผลิตลบด้วยปัจจัยนำเข้าและเป็นการบริการของราชการและองค์กรของรัฐ ก็ควรบวกถึงความพึงพอใจของผู้รับบริการ เข้าไปด้วย ซึ่งอาจเขียนสูตรได้ ดังนี้

$$E = O - I/S$$

E= Efficiency คือ ประสิทธิภาพของงาน

O= Output คือ ผลผลิตหรือที่ได้รับออกมา

I= Input คือ ปัจจัยนำเข้าหรือทรัพยากรทางการบริหารที่ใช้ไป

S= Satisfaction คือ ความพึงพอใจในผลงานที่ออกมา

สำหรับนักวิชาการไทยที่ได้ให้คำนิยามของประสิทธิภาพไว้มีดังนี้คือ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, หน้า 135-143) ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานหรือความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

อารมณีย์ เทียนพิทักษ์ (2528, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ทั้งทางด้านวิชาการและบุคลิกลักษณะ

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ (2531, หน้า 324) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่จะให้งานเกิดผลสำเร็จ ขณะที่ราชบัณฑิตยสถาน

(2530, หน้า 511) ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพหมายถึงความสามารถที่จะให้เกิดผลในการงานและสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2545, หน้า 283) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า หมายถึง การเปรียบเทียบการใช้ทรัพยากรที่ใช้ไป กับผลที่ได้จากการทำงานว่าดีขึ้นอย่างไร แค่นั้น ในขณะที่กำลังทำงานตามเป้าหมายขององค์กร สำหรับ อินทิรา หิรัญสาย (2534, หน้า 20 อ้างถึงใน ชาญวิทย์ ยิกุสังข์, 2545, หน้า 16) ได้กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพหมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานที่ทำให้บรรลุผลสำเร็จโดยวิธีทางที่ดีที่สุด เพื่อใช้ปัจจัยต่าง ๆ น้อยที่สุด ประหยัดทั้งเวลา แรงงาน วัสดุ และอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ติน ปรัชญาพฤทธิ และไกรยุทธ ชีรตยาคินันท์ (2537, หน้า 12-14) พบว่า ความหมายของประสิทธิภาพอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของค่าใช้จ่าย หมายถึง การใช้ต้นทุนน้อยกว่าผลลัพธ์ หรือการใช้ต้นทุนอย่างคุ้มค่าหรือการทำให้มากขึ้นโดยมีการสูญเสียน้อยลง
2. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของกระบวนการการบริหาร หมายถึง การทำงานด้วยวิธีการหรือเทคนิคที่สะดวกสบายกว่าเดิม หรือทำงานด้วยความรวดเร็ว หรือการทำงานที่ถูกต้องตามระบบระเบียบขั้นตอนของทางราชการ
3. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของผลลัพธ์ หมายถึง การทำงานที่มีผลกำไรหรือการทำงานให้ทันเวลาหรือการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือการสร้าง ความพึงพอใจให้เกิดขึ้นในบรรดาข้าราชการด้วยกันหรือการทำงานให้สัมฤทธิ์ผล

ภิญโญ สาร (2539, หน้า 24) กล่าวว่าประสิทธิภาพ หมายถึง การกระทำให้เกิดรายได้สูงสุดแต่มีรายจ่ายต่ำสุด ซึ่งผู้บริหารจะเป็นผู้ตัดสินใจในการกระทำต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้ร่วมงานด้วย คือสวัสดิการต้องดี และประชาชนในสังคมต้องได้รับประโยชน์ ไม่ใช่เสียประโยชน์ ซึ่งหมายความว่า องค์กรจะต้องลดต้นทุนเพื่อให้ค่าใช้จ่ายต่ำแต่จะเอาภาษีจากสังคมมาจ่ายแทนไม่ได้ เช่น การปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่เกิดจากการผลิตแต่ไม่ได้หมายความว่า เงินเดือนหรือสวัสดิการของพนักงานต้องต่ำเพื่อลดต้นทุน

อนันท์ งามสะอาด (2551, หน้า 1) อธิบายว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง กระบวนการดำเนินงาน ที่มีลักษณะดังนี้

1. ประหยัด (Economy) ได้แก่ ประหยัดต้นทุน (Cost) ประหยัดทรัพยากร (Resources) และประหยัดเวลา (Time)

2. เสร็จทันตามกำหนดเวลา (Speed)

3. คุณภาพ (Quality) โดยพิจารณาทั้งกระบวนการตั้งแต่ปัจจัยนำเข้า (Input) หรือวัตถุดิบ มีการคัดสรรอย่างดี มีกระบวนการดำเนินงาน กระบวนการผลิต (Process) ที่ดี และมีผลผลิต (Output) ที่ดี ดังนั้นการมีประสิทธิภาพจึงต้องพิจารณากระบวนการดำเนินงานว่า ประหยัด รวดเร็ว มีคุณภาพของงานซึ่งเป็นกระบวนการดำเนินงานทั้งหมด

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงาน ด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ทั้งด้านวิชาการและบุคลิกลักษณะ

2. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, หน้า 135 – 143) ได้ให้ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนโดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้นตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดีและการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

3. การกำหนดประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, หน้า 135 – 143) หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น

E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ในการประเมินนั้นจะประเมิน 2 ส่วน คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงาน เป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ และประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียน ทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และ ประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็น พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายพุทธิพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมา คือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงานโดยวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนด้วยการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 เป็น 75/75 ซึ่งเกณฑ์ 75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและเกณฑ์ 75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบหน่วย

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงความพอใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แล้ว ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเรียนและความสุขในการเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

Good (1973, p. 518) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพ สภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลของความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ไชยย์ณห์ ชาญปริชาร์ตน์ (2543, หน้า 52) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติในทางบวกคือรู้สึกชอบรักพอใจหรือมีเจตคติที่ดีต่องานซึ่งเกิดจากการได้รับตอบสนองของความต้องการทั้งทางด้านวัตถุและด้านจิตใจเป็นความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับความสำเร็จตามความต้องการหรือแรงจูงใจ

ปนัดดา ยอดระบำ (2544, หน้า 6) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบ ที่พอใจหรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับโดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนที่มีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้องการหลายระดับซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะเกิดความพึงพอใจ

ธีรพงษ์ แก่นอินทร์ (2545, หน้า 36) ได้ให้ความหมาย ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนว่าเป็นความรู้สึกพึงพอใจต่อการปฏิบัติของนักศึกษาในระหว่างการเรียนการสอน การปฏิบัติของอาจารย์ผู้สอน และสภาพบรรยากาศทั่วไปของการเรียนการสอน

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์ (2559, หน้า 57) ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมาย

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ความรู้สึกที่ชอบที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาสาขาต่าง ๆ ทำการค้นคว้าและตามทฤษฎีที่เกี่ยวกับแรงจูงใจ อันจะก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน ดังนี้

Skinner (1971, pp. 96 – 120) ได้อ้างคำกล่าวของ Jean Jaeques Rousseau ที่แสดงความคิดเห็นในแนวเดียวกันจากหนังสือ “เอมิล” (Emile) โดยให้ข้อคิดแก่ครูว่าจงทำให้เด็กเกิดความเชื่อว่าเขาอยู่บนความควบคุมของตัวเองเองแม้ว่าผู้ควบคุมที่แท้จริงคือครูไม่มีวิธีการใดดีไปกว่าการให้เขาได้แสดงความรู้สึกว่าเขามีอิสระเสรีภาพด้วยวิธีนี้คนจะมีกำลังใจด้วยตนเองครูควรปล่อยให้เด็กทำเฉพาะสิ่งที่เขาอยากทำแต่เขาคงจะอยากทำในสิ่งที่ครูต้องการให้เขาทำเท่านั้น

Scott (1970, p.124) ได้เสนอแนวคิดในการจูงใจต่อการทำงานที่จะเกิดผลเชิงปฏิบัติมีลักษณะ ดังนี้

1. งานควรมีส่วนสำคัญกับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

สรุปตามแนวคิดทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนเป็นไปในทางบวก ย่อมขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองของความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจที่เกิดจากความสมบูรณ์ในชีวิตมากนักน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนจะนำมาใช้ส่งเสริมความพอใจในการเรียนกับนักเรียน

3. การวัดความพึงพอใจ

มาตรการวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้
(อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ, 2535, หน้า 44)

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน
 2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจที่ต้องอาศัยเทคนิควิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้
 3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือการตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
- สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้นผู้วัดสามารถเลือกวิธีการวัดได้ในรูปแบบใดก็ได้ตามความสามารถและความสะดวกของผู้วัด เพราะสิ่งสำคัญและสิ่งที่ผู้วัดต้องการนั้นคือความพึงพอใจที่แท้จริงของบุคคลเป้าหมายที่ต้องการวัด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิจัยในประเทศ

เกศินี อินถา, ภาณุพัฒน์ ชัยวร, อโนดาษฐ์ รัชเวทย์ (2558, หน้า 132) ได้ศึกษา การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 อยู่ในระดับ มาก โดยนักเรียนมีความพึงพอใจเมื่อได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก

จรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, หน้า 62) ได้ศึกษาการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถม ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและ

เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ
 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการ
 เรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้
 ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน
 เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
 (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็น
 การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)

นัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 59) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตาม
 แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
 ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
 ศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับ
 ปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมี
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
 แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558, หน้า ข) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ
 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าการเรียนรู้อิง
 แบบปกติ

ภัสสร ติตมา (2558, หน้า 92 - 93) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิด
 สร้างสรรค์ เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทาง
 สะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ด้วย
 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิด
 สร้างสรรค์ของนักเรียนได้โดยนักเรียนได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 79
 ขึ้นไปซึ่งมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มสูงขึ้นทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมแผนการ
 เรียนรู้ใหม่ 2) นักเรียนมีแนวทางการเรียนรู้คือนักเรียนสามารถเลือกสร้างแบบจำลอง

อวัยวะโดยบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล จินตนาการแบบจำลองอวัยวะ วางแผนการทำงานและซื้อวัสดุสร้างแบบจำลองอวัยวะโดยคำนึงถึงราคาและคุณสมบัติของวัสดุสร้างและปรับปรุงแบบจำลองอวัยวะให้สมบูรณ์ขึ้นได้ ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มากขึ้นได้

นิตยา ภูผาบง (2559, หน้า ง) การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แผ่นฟิล์มจะมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังสูงขึ้น แต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวลดลง และเมื่อเพิ่มกลีเซอรอลในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังลดลงแต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงขึ้น และแผ่นฟิล์มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีเปอร์เซ็นต์การบวมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า กิจกรรมเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม และนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559, หน้า ง - จ) ได้ศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกุลนารี ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนซึ่งนำมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์ IPST Box เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน หลังจากจัดกิจกรรมในวงปฏิบัติที่ 1 นักเรียนเริ่มนำทักษะด้านคิดเชิงประมวลผลมาใช้ในการลงมือแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติ พบว่า นักเรียนเริ่มนำทักษะการคิดเชิงประมวลผลมาช่วยในการเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงประมวลผลเพิ่มขึ้นจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งแรก ซึ่งด้านที่มีพัฒนาการโดดเด่นที่สุด คือ การกำหนดสาระสำคัญ หรือการนำทักษะด้านคอมพิวเตอร์มาสร้างชิ้นงานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามากที่สุดที่โดดเด่นที่สุดคือด้านบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนานและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ

สุพัตรา โคตะวงค์ (2559, หน้า 105 – 106) ได้ศึกษาการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกยูแกนส์ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบที่ 1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 53.67 วงรอบที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.33 และวงรอบที่ 3 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.33 ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. วิจัยต่างประเทศ

Lou, et al. (2010, pp. 195 – 215) ได้ทำการศึกษาผลกระทบและทัศนคติที่เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning ซึ่งเป็นการจัดการเรียนสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้สำรวจกับโรงเรียนมัธยมปลายหญิงล้วนของประเทศไต้หวันกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 10 ที่เป็นนักเรียนหญิงมัธยมปลายที่อาสาทำงานเป็นทีมในหัวข้อเรื่อง Solar Electric Trolley Contest ทั้งหมด 40 คน ทั้งหมด 18 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า 1) กลยุทธ์ PBL มีประโยชน์ในการเสริมสร้างนักเรียนให้มีทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการสำรวจทางเลือกอาชีพในอนาคต 2) กลยุทธ์การเรียนการสอน PBL ช่วยให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนไปจนเสร็จสิ้นภารกิจ และได้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) นักเรียนไม่เพียงแต่สามารถนำความรู้วิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างกระตือรือร้น แต่ยังมีแนวโน้มว่านักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเข้าใจผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการจัดการเรียนการสอนแบบ PBL และ 4) การจัดการเรียนการสอน PBL สามารถเพิ่มความสามารถของนักเรียนและให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการบูรณาการความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้

Diana (2012, p. 2) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

โครงการเป็นฐาน โดยให้นักเรียนเกรด 3 - 8 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงการในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วย การตรวจสอบความพื้นฐาน ให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบ สร้างสรรค์ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นการออกแบบของตัวเองให้เพื่อน ๆ ได้รู้จากผลการศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงการส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในสภาพภาคหน้าได้ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และมีผลทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

Scott (2012, pp. 30 - 39) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา ในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลาย ๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริง หรือให้รับผิดชอบทำโครงการขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา พวกเขาจะสามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Tseng และคณะ (2013, pp. 87 - 102) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงการ โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานที่บูรณาการ STEM เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงการเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญจากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่ง

อำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และ
 อยากรู้ที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM
 ในภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Tawfik, Trueman & Trueman (2014, pp. 1 – 10) ได้ทำการศึกษาการ
 จัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ
 Problem – Based Learning และ Service Learning ในวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียนที่ไม่ใช่
 สาขาวิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางชีววิทยาโดยที่ให้นักเรียนมี
 ส่วนร่วมในโครงการทำความสะอาดทะเลสาบในมหานครชิคาโก ผลการวิจัยพบว่า
 การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ
 Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนการเรียนรู้ของนักเรียน
 เพิ่มสูงขึ้น จากคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนพบว่านักเรียนได้คะแนน 34.5% และ
 หลังเรียนได้คะแนน 56.7% และผล t-test ยังแสดงว่าการบูรณาการระหว่างการจัด
 การเรียนรูปแบบ Problem-Based Learning และ Service Learning ทำให้ผลคะแนนของ
 นักเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ดีขึ้นกว่าปีที่ผ่านมา

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหา
 ความรู้และวิจัยด้วยตนเอง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่งผลทำให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชา
 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 กระตือรือร้น รู้สึกสนุก พึงพอใจในการทำกิจกรรม มองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและ
 วิศวกรรมสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในโลกของความเป็นจริง
 และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21