

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 1.3 คุณภาพของผู้เรียน
 - 1.4 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชา
2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แนวคิดและหลักการของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ประเภทของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.5 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
 - 2.7 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
 - 3.2 แนวทางและหลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
 - 3.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

3.4 บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

3.5 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

4.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

4.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

4.5 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.7 การสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้

ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

2.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะการเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.4 แรงแและการเคลื่อนที่ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงแยัดเหนี่ยว โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.6 กระบวนการ เปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

2.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์

3. คุณภาพผู้เรียนหลังจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

3.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

3.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

3.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

3.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

3.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตและการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

3.7 แสดงถึงความสนใจมุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

3.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชมยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

3.9 แสดงถึงความซาบซึ้งห่วงใยแสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

3.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ ฐานของโลกร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชีวิตกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 5 พลังงาน

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า วัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้เป็นตัวนำไฟฟ้า ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้เป็นฉนวนไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์ต่อเรียงกัน โดยขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรเพิ่มขึ้น การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีกระแสไฟฟ้าปริมาณเดียวกันผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน กระแสไฟฟ้าจะแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้าน สายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็ก รอบสายไฟ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำแม่เหล็กไฟฟ้า

ตัวชี้วัด ชั้น ป.6

1. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า
3. ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
5. ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. คำอธิบายรายวิชา

จำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามการใช้ประโยชน์ แบ่งได้เป็นสารปรุงรสอาหาร สารแต่งสีอาหาร สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลงและศัตรูพืช ซึ่งสารแต่ละประเภทมีความเป็นกรด - เบสแตกต่างกัน การใช้สารต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิเคราะห์ร่างกายมนุษย์ การเจริญเติบโตของมนุษย์จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ สารอาหารและความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัยสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร ความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น แหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ผลต่อสิ่งมีชีวิตจาก การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยธรรมชาติและมนุษย์ แนวทางการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นสารใน

ชีวิตประจำวัน สมบัติของแข็ง ของเหลว แก๊ส การจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง วิธีการแยกสารที่ผสมกันโดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง ประเภทของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สมบัติ และการใช้ประโยชน์เป็นเกณฑ์ การเลือกใช้สารแต่ละประเภทอย่างถูกต้องและปลอดภัย สมบัติของสารเมื่อเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม วงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า การต่อเซลล์ และหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์การเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน หินและการเปลี่ยนแปลงจำแนกประเภทโดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของหิน ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ การสร้างแบบจำลองการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ อธิบาย อภิปราย การทดลองและอธิบาย การจำแนก การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึก และการสร้างแบบจำลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น นำความรู้ไปใช้ในการจัดทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง หลักการ และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศสามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรารู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม วิถีวัดและประเมินผลโดยวิธีการสังเกต ทดสอบ สัมภาษณ์ ตรวจสอบรายการ สอบถาม ตรวจชิ้นงาน/ผลงาน/รายงาน/บันทึก และแฟ้มผลงานของนักเรียน

รหัสตัวชี้วัด

ว1.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว2.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว2.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว3.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว3.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว5.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว6.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว7.1 ป.6/1

ว7.2 ป.6/1

ว8.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8

รวมทั้งหมด 37 ตัวชี้วัด

สรุป หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสื่อหลาย ๆ ชนิดจัดรวมไว้เป็นชุด เช่น คู่มือแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง ใบงานแบบฝึกหัดแบบฝึกกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อาจจัดทำในรูปแบบที่จะสามารถบูรณาการภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนบูรณาการกระบวนการใช้สื่อแต่ละชนิดในชุดให้เหมาะสมกับเวลาและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

ระพีพันธ์ โพรธิศรี (2549) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือ สื่อการสอนที่ประกอบไปด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สะท้อนถึงปัญหาและความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และกิจกรรมประเมินผล การเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คณาภรณ์ รัตมีมารีย์ (2550) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ว่าเป็น การจัดสื่อประสมต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด (Package) บรรจุอยู่ในซอง กล่องหรือกระเป๋า ตามที่ผู้สร้างจะสร้างขึ้น ส่วนมากจะประกอบด้วยชื่อเรื่อง คำชี้แจง จุดมุ่งหมาย เนื้อหาการกำหนด กิจกรรม สื่อการเรียนรู้ (อาทิ สื่อพิมพ์ รูปภาพ วิดีทัศน์ วีซีดี สื่อจำลอง แผ่นสไลด์)

ประทีป ยอดเกตุ (2550) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ว่า สื่อการเรียนหลายอย่างที่มาประกอบเข้าด้วยกัน มีความสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าเสริมซึ่งกันและกัน อย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจสอนเพื่อสร้างความสนใจในขณะที่สื่ออีกอย่างหนึ่งเพื่ออธิบาย ข้อเท็จจริงทุกอย่างจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ซึ่งจัดไว้ด้วยกันอย่างเป็นชุดเป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ให้แก่นักเรียนได้ดำเนินไปอย่างมีคุณภาพ

ชาติชาย แบนโพธิ์ (2551) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ว่า สื่อประสมที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น เพราะกิจกรรมจะสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาของบทเรียน สามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี และสูงขึ้นต่อไปได้

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือ การนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวด ๆ ภายในชุดจะประกอบด้วย คู่มือการใช้สื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ เช่น ภาพประกอบ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ กิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนรู้มีประสบการณ์กว้างขึ้น

สรุปความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือ นวัตกรรมการสอนของสื่อประสมที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ และผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมอันเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกหัด โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ ซึ่งจัดไว้อย่างเป็นชุด ๆ เพื่อช่วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นของผู้เรียนต่อไป

2. แนวคิดและหลักการของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนมาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package มีแนวคิดและหลักการในการนำเอาชุดการสอนมาใช้ในระบบการศึกษา พอจะสรุปได้ 5 ประการ คือ

แนวคิดที่ 1 การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตภาพและการศึกษาด้วย

ตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญาความสามารถและความสนใจโดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่เปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิมการจัดการเรียนการสอนแต่เดิมนั้น เรายึดครูเป็นหลักเปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเอง โดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่าง ๆ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการเรียนการสอน

แนวคิดที่ 3 การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การใช้สื่อการสอนในปัจจุบันได้คลุ่มไปถึงการใช้วัสดุสิ้นเปลือง เครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ แต่เดิมนั้นการผลิตและการใช้มักจะถูกออกมาในรูปต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ เป็นสื่อเดี่ยว ๆ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสมผสานกันให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียน แทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลาแนวใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้ของครู คือ เปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยครูสอนคือ ครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นใช้สื่อการสอนเพื่อช่วยผู้เรียนเรียน คือ ให้ผู้เรียนหยิบและใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยอยู่ในรูปของชุดการสอน

แนวคิดที่ 4 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในห้องเรียน มีลักษณะเป็นทางเดียว คือ ผู้สอนเป็นผู้นำและผู้เรียนเป็นผู้ตาม ผู้สอนมิได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจะมีโอกาสได้พูดก็ต่อเมื่อผู้สอนให้พูด การตัดสินใจของผู้เรียนส่วนใหญ่มักจะตามผู้สอน ผู้เรียนเป็นฝ่ายเอาใจผู้สอนมากกว่าผู้สอนเอาใจผู้เรียน ผู้สอนวิจารณ์หรือพูดเยาะเย้ยผู้เรียนในชั้น โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้เรียนตอบไม่ถูกต้องตามที่ผู้สอนชอบหรือกระทำอะไรผิดพลาด แต่ถ้าผู้เรียนทำอะไรดีควรแก่การชมเชยผู้สอนจะนิ่งเฉยเสีย เพราะถ้าหากชมก็กลัวผู้เรียนจะเหลิงตัว ดังนั้นผู้เรียนไทยส่วนใหญ่จึงพากันเอาประสบการณ์ที่ไม่น่าพึงพอใจ เมื่อเติบโตใหญ่ขึ้นในหน้าที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนนั้นแทบจะไม่มีเอาเลย เพราะผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ชอบให้ผู้เรียนคุยกัน ผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะเชื่อฟังและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อเติบโตจึงทำงานร่วมกันไม่ได้ นอกจากนี้ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมก็มักอยู่กับเพียงซอล์กระดานดำและบทเรียนในห้องสี่เหลี่ยมแคบ ๆ หรือในสนามหญ้าซึ่งส่วนใหญ่ถูกปล่อยให้รกร้างเฉอะแฉะตามฤดูกาลผู้สอนมีเคียดหาผู้เรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียนการเรียนการสอน จึงจัดอยู่เพียงในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงต้องนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปแบบชุดการสอน

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทางทราบว่า การตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และให้ค่อยเรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเองโดยไม่มีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่จะเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามนัยดังกล่าวข้างต้น จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

จากแนวคิดและหลักการ สรุปได้ว่า การผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ใช้ในการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนต้องเป็นผู้ชี้แนะ สร้างแรงจูงใจ และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติมากที่สุด

3. ประเภทของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์หรือการเรียนรู้นั้น โรงเรียนมักจะมีจัดเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมในหลักสูตร หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในลักษณะที่มีส่วนสัมพันธ์กับบทเรียนตามที่หลักสูตรกำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในบทเรียนเกิดกระบวนการในทางความคิด มีทัศนคติและค่านิยมในทางที่ดี เป็นต้น โดยทั่วไปกิจกรรมในหลักสูตรที่จัดขึ้นในห้องเรียนมักมีการวางแผนไว้ล่วงหน้า โดยผู้สอนอาจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วยก็ได้ จากนั้นจะนำกิจกรรมที่วางแผนมาปฏิบัติในห้องเรียน มีลำดับขั้นตอนเริ่มจากขั้นนำกิจกรรม ขั้นปฏิบัติกิจกรรมและขั้นสรุปกิจกรรม กิจกรรมที่จัดขึ้นในห้องเรียนเพื่อการเรียนรู้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น เพลงเกม บทบาทสมมติ เล่านิทานประกอบเรื่อง การบรรยาย การสาธิต โครงการ การเข้ากลุ่มโต้วาที วิเคราะห์จากสถานการณ์และประสบการณ์จริง

2. กิจกรรมเสริมหลักสูตร หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนในชั้นให้ดียิ่งขึ้น เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถตลอดจนความสนใจของผู้เรียน กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดขึ้นในโรงเรียนนั้น มีอยู่หลายชนิด เช่น กิจกรรมเสริมหลักสูตรเชิงวิชาการ ได้แก่ ชมรมต่าง ๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2547) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกตามลักษณะของการใช้งาน ซึ่งนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับประกอบคำบรรยาย หรือชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับครูเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทครูให้พูดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว

2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบกิจกรรมกลุ่ม ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบนี้ มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดการเรียนรู้ ในรูปของศูนย์การเรียนรู้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบไปด้วยชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวน ศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวน นักเรียน ในศูนย์กิจกรรมนั้นหรือสื่อการเรียนอาจจัดให้ผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันได้ ผู้ที่เรียนจาก ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากคุ้นเคยต่อวิธีการใช้แล้วผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันละกันได้ เองระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีปัญหาลูกผู้เรียนจะสามารถซักถามครูได้เสมอ

3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์รายบุคคล หรือชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทางไกล เป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นตาม ความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและ ศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับเมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันเองได้ ผู้สอนพร้อมให้ ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้แนะนำหรือผู้ประสานงานทางการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) ได้จำแนกประเภทของกิจกรรมการเรียนการสอน แนวคิดในการผลิตชุดการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบคำบรรยายเป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งขยาย เนื้อหาสาระสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้นโดยกำหนดกิจกรรม และสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการ บรรยายซึ่งจะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับผู้เรียนทั้งชั้นโดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยาย และกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอนและเพื่อเปลี่ยนบทบาท การพูดของครูให้น้อยลงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียน มากยิ่งขึ้น มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดความเหมาะสม

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบ กิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียน อาจจัดใน ห้องเรียนแบบศูนย์แต่ละชุด การเรียนการสอนประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับที่ แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์มีสื่อบทเรียนครบชุดตามจำนวนเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ซึ่ง จัดไว้เป็นสื่อประกอบอาจใช้เป็นสื่อรายบุคคลหรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ เมื่อจบการเรียนในแต่ละ ศูนย์กิจกรรมนั้น ซึ่งจัดไว้เป็นสื่อประสมอาจใช้เป็นสื่อรายบุคคลหรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ เมื่อจบการเรียนในแต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนที่จะเรียนเสริมก็สามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรองที่ จัดเตรียมไว้โดยไม่ต้องเสียเวลาที่จะรอคอยผู้อื่น

3. ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้ให้ผู้เรียนเรียนด้วย ตนเองตามคำแนะนำที่ระบุไว้ แต่อาจมีการปรึกษากันระหว่างเรียนได้ และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจ บทเรียนตอนไหนสามารถไต่ถามครู นิยมใช้ห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษแบ่งสัดส่วนสำหรับ

ผู้เรียนแต่ละคนซึ่งเรียกว่าห้องเรียนรายบุคคล ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้เน้นหน่วยการสอนย่อยจึงนิยมเรียกว่า “บทเรียนโมดูล”

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลามุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์รายการวิทยุกระจายเสียงวิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สรุป ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบกิจกรรมกลุ่มมุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียน โดยใช้แนวคิดของวิชัย วงษ์ใหญ่ และชัยยงค์ พรหมวงศ์

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่งเพราะจะเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นเป็นไปอย่างมีระบบและสมบูรณ์ในตัวเอง ดังที่

ทิสนา เขมมณี (2544) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรมประกอบด้วยหมายเลขกิจกรรมชื่อกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรมนั้น
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรมและลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุความมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม
4. ความคิดรวบยอด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนทัศน์ของกิจกรรมนั้นส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมเพื่อช่วยให้ครูทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด
7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุในการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการจัดกิจกรรมนี้ไว้เป็นขั้นตอน ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับหลักวิชาและยังเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ครูในการดำเนินการ
 - 7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน
 - 7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้เกิดประสบการณ์นำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย

7.3 ชั้นอภิปราย เป็นส่วนที่นักเรียนจะได้มีโอกาสนำประสบการณ์ที่ได้รับจากชั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและอภิปรายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางออกไปอีก

7.4 ชั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและนักเรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากชั้นกิจกรรมและชั้นอภิปราย นำมาสรุปหาสาระสำคัญที่จะสามารถนำไปใช้ต่อไปได้

7.5 ชั้นฝึกปฏิบัติ เป็นส่วนที่ช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้จากการเรียนในกิจกรรมไปฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม

7.6 ชั้นประเมินผล เป็นส่วนที่วัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนหลังจากการฝึกปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว โดยให้ทำแบบฝึกกิจกรรมทบทวนท้ายชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

กิดานันท์ มะลิทอง (2540) ได้แบ่งส่วนประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ศึกษาและปฏิบัติตามให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอนสิ่งที่ครูต้องเตรียมก่อนการสอน บทบาทของนักเรียนและการจัดชั้นเรียนในกรณีของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มุ่งใช้กับกลุ่มย่อย เช่น ในศูนย์การเรียนรู้

2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการสอน

3. เนื้อหาบทเรียนจัดอยู่ในรูปของสไลด์ फिल्मสตริป เทปบันทึกเสียง วัสดุกราฟิก ม้วน วีดิทัศน์ หนังสือบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

4. กิจกรรมการเรียนเน้นให้นักเรียนทำรายงาน กิจกรรมที่กำหนดให้หรือค้นคว้าต่อบทเรียนไปแล้วเพื่อความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนนั้นเพื่อการประเมินจากการศึกษาเรื่ององค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้จัดทำได้วิเคราะห์องค์ประกอบของชุดกิจกรรมและนำไปใช้สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การอ่าน – เขียน อักษรภาษาจีนเบื้องต้นประกอบด้วย คำชี้แจงสำหรับครู บทบาทผู้เรียน บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลยกิจกรรม แบบทดสอบหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูหรือนักเรียนตามแต่ชนิดของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ อาจจะทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำจะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้มักจะอยู่ในรูปของกระดาษแข็ง ซึ่งจะประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อต่าง ๆ อาจประกอบด้วยบทเรียน โปรแกรมสไลด์ เทปบันทึกเสียง วิดีโอ แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุในชุดการสอนตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล นักเรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้องจับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรมส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุอยู่ในกล่องหรือซองจัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกแก่การใช้นิยมแยกออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ดังนี้

1. กล่อง

2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการสอนเรียงตามการใช้

3. บันทึกการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน

3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับนักเรียน

3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง

3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป

3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

3.7 กิจกรรมและสื่อการสอนประกอบวิธีสอน

3.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนและหลังเรียน

สรุปองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ ได้แก่ คำนำ สารบัญ คำชี้แจงสำหรับนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบบันทึกกิจกรรม แบบทดสอบ ทำยบทเรียนและบรรณานุกรม

5. ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2547) ได้แบ่งขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียดว่าสิ่งที่เราจะนำมาทำเป็นชุด

กิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะมุ่งเน้นให้เกิดหลักการของการเรียนรู้อะไรบ้างให้กับนักเรียนนำวิชาที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์แล้วมาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนการสอน และในแต่ละหน่วยนั้นจะมีหัวเรื่องย่อย ๆ รวมอยู่อีก ซึ่งจะต้องศึกษาพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในหน่วยอื่น ๆ อันจะสร้างความสับสนให้กับนักเรียนได้และควรคำนึงถึงการแบ่งหน่วยการเรียนการสอนของแต่ละวิชานั้น ควรจะเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระให้ถูกต้องว่าอะไรเป็นสิ่งจำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ก่อนอันเป็นพื้นฐานตามขั้นตอนของความรู้และลักษณะธรรมชาติของวิชานั้น ๆ

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและแบ่งหน่วยการเรียนการสอนได้แล้วจะต้องพิจารณาตัดสินใจอีกครั้งหนึ่งว่าจะทำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่า นักเรียนคือใคร (Who is the Learner) จะให้อะไรกับนักเรียน (Give What Condition) จะให้ทำกิจกรรมอย่างไร (Does What Activities) จะทำได้ดีอย่างไร (How Well Criterion) สิ่งเหล่านี้จะเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียน

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยประมาณเนื้อหาสาระที่เราจะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ตามชั่วโมงที่กำหนด โดยคำนึงถึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนุกน่าเรียนรู้ให้ความชื่นบานแก่นักเรียน หาสื่อการเรียนได้ง่ายพยายามศึกษาวิเคราะห์ให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งว่าหน่วยการเรียนการสอนนี้มีหลักการหรือความคิดรวบยอดอะไรและมีหัวข้อเรื่องย่อย ๆ อะไรอีกบ้างที่รวมกันอยู่ในหน่วยนี้ แต่ละหัวเรื่องย่อยมีความคิดรวบยอดหรือหลักการย่อย ๆ อะไรอีกบ้างที่ต้องศึกษาพยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมา

4. กำหนดความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดที่เรากำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหัวเรื่องโดยสรุปแนวความคิดสาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกัน เพราะความคิดรวบยอดเป็นเรื่องของความเข้าใจอันเกิดจากประสาทสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมเพื่อตีความหมายออกมาเป็นพฤติกรรมทางสมองแล้วสิ่งใหม่ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเกิดเป็นความคิดรวบยอดฝังอยู่ในความทรงจำมนุษย์ต้องมีประสบการณ์ต่าง ๆ พอสมควรจึงจะสรุปแก่นแท้ของการเรียนรู้เกิดเป็นความคิดรวบยอดได้

5. กำหนดจุดประสงค์การเรียน การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับความคิดรวบยอดโดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึงความสามารถของนักเรียนที่แสดงออกมาให้เห็นได้จากภายหลังจากการเรียนการสอนบทเรียนแต่ละเรื่องจบไปแล้วโดยผู้สอนสามารถวัดได้จากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนี้ ถ้าผู้สอนกำหนดระบุให้ชัดเจนมากขึ้นเท่าใดก็ยิ่งมีทางประสบผลสำเร็จในการสอนมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้เวลาตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อให้ถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้

6. การวิเคราะห์งานคือ การนำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์งานเพื่อหากิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนภายหลังจากที่เราำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาวิเคราะห์งานและเรียงลำดับกิจกรรมของแต่ละข้อเพื่อให้เกิดการประสานกลมกลืนของการเรียนการสอน จะต้องนำกิจกรรมการเรียนของแต่ละข้อที่ทำการวิเคราะห์งานและเรียงลำดับกิจกรรมไว้แล้วทั้งหมดนำมาหลอมรวมเป็นกิจกรรมการเรียนขั้นสมบูรณ์ที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในการเรียนโดยคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของนักเรียน (Entering Behavior) วิธีดำเนินการให้มีการเรียนการสอนขึ้น (Instruction Procedures) ตลอดจนการติดตามผลและการประเมินผลพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาเมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว (Performance Assessment)

8. สื่อการเรียน คือ วัสดุ อุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนจะต้องกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อการเรียนเป็นของที่ใหญ่โตหรือมีคุณค่าที่จะต้องจัดเตรียมมาก่อนจะต้องเขียนบอกไว้ให้ชัดเจนในคู่มือครูเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ว่าจะไปจัดหาได้ ณ ที่ใด เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องบันทึกเสียง และพวกสิ่งที่ยึดไว้ไม่ได้ทนทานเพราะเกิดการนำเสีย เช่น ไข่มุก ไม้ ฟิช สัตว์ เป็นต้น

9. การประเมินผล คือการตรวจสอบหลัง จากการเรียนการสอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้จะใช้วิธีการใดก็ตามแต่จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เราตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เมื่อใด ความยุติธรรมก็จะไม่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนและไม่ตรงเป้าหมายที่กำหนดไว้ การเรียนรู้ในสิ่งนั้นก็จะไม่เกิดขึ้น ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาก็คือเป็นการเสียเวลาและไม่มีคุณภาพ

10. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ว่าจะผลิตออกมาในขนาดเท่าไร และรูปแบบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้จะออกมาเป็นซอง แฟ้ม หรือกล่องสุดแล้วแต่ความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษาและความสวยงามการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมควรนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อยดูก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงอย่างดี แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่ ๆ โดยกำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

10.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ที่ต้องการความรู้เดิมของนักเรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือไม่

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสับสนวุ่นวายกับนักเรียนและดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดหรือไม่

10.4 การสรุปผลการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้น ๆ ดีหรือไม่ หรือจะต้องตรวจปรับเพิ่มเติมอย่างไร

10.5 การประเมินผลหลังการเรียนเพื่อตรวจสอบดูว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นนั้นในความเชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหน

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระของวิชา เวลา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดจำนวนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหา กำหนดแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้กำหนดรูปแบบกระบวนการเรียนรู้วิเคราะห์งานให้สอดคล้องให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินผล กำหนดสื่อและแหล่งเรียนรู้ หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้ ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นอภิปราย และลงข้อสรุป ขั้นสรุป ขั้นฝึกปฏิบัติ ขั้นประเมินผล

6. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงให้เกิดผลตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจึงนำไปทดลองจริง ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่พึงพอใจโดยถือว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 หมายความว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ขึ้นไปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

1. การกำหนดประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับของประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพถึงระดับเกณฑ์แล้ว ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นมียุทธศาสตร์ต่อการนำไปสอนนักเรียนได้ การกำหนดมาตรฐานให้มีคุณค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักกำหนดไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพเมื่อทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม

วิทยาศาสตร์แล้วสามารถหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ได้แล้วนำประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่หาได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่การยอมรับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์
2. เท่าเกณฑ์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ 25 %

2. การทดลองประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้วต้องนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การทดลองแบบ (1:1) คือ การทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ นำผลที่ได้หาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองจะต่ำกว่าเกณฑ์

2.2 ทดลองกลุ่มเล็ก (1:10) คือ การทดลองกับผู้เรียน 6 -10 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ นำผลที่ได้หาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

2.3 การทดลองภาคสนาม (1:100) คือ การทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น จำนวน 30 - 100 คน นำผลที่ได้หาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น หากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ต้อง กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การสอนใหม่

3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์พึงพอใจว่าหากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นก็มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

สรุปจากการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จากนักคิด ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 เนื่องจากเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการปฏิบัติที่แสดงออกถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเกิดผลการวิจัยที่มีคุณภาพเชื่อถือได้

7. ประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ในการนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนมาใช้นั้น นักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2542) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะสื่อประสมที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรม และช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีลักษณะในการแสวงหาความรู้พิจารณาข้อมูล ฝึกความรับผิดชอบ และการตัดสินใจ
4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย และคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้
5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้
6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ตลอดเวลา และไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะในโรงเรียน

ชัยรงค์ พรหมวงศ์ (2545) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียน ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้ผู้อ่านถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องจักรกล อวัยวะในร่างกาย การเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ
2. ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนผลิตไว้ เป็นหมวดหมู่หยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการล่วงหน้า
5. ทำให้การเรียนของนักเรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ครู ชุดการเรียนสามารถทำให้นักเรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าครูผู้สอนจะมีสภาพหรือขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด
6. ช่วยให้นักเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกของครูผู้สอน เนื่องจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง นักเรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการเรียนที่ผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว
7. ช่วยให้ครูวัดผลการเรียนรู้ได้ตรงตามความมุ่งหมาย
8. ช่วยสร้างการเรียนแบบต่อเนื่องหรือการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการเรียนสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ทุกสถานที่ และทุกเวลา
9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนกับครู นอกจากนี้ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การเรียนรู้อย่างมีคุณค่าและประโยชน์ต่อผู้เรียนด้านอื่น ๆ ดังที่

อุษา คำประกอบ (2530, อ้างถึงใน Harris Berger, 1973 : 201-203) ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองก่อนว่ามีความสามารถอยู่ระดับใด หลังจากนั้น ก็เริ่มค้นในสิ่งที่ไม่ทราบต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว
2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจโดยไม่จำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่
3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบด้วยตัวเองได้ทันที เวลาไหนก็ได้ และได้ทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันทีเช่นกัน
4. ผู้เรียนมีโอกาสได้พบปะหรือกับผู้สอนมากขึ้น
5. ผู้เรียนจะได้รับคะแนนอะไรนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน หรือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมที่ใหม่จนกว่าผลการเรียนจะได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ด้วยตนเองตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) ได้ให้ความหมายของ STEM Education ว่าเป็น การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า STEM Education คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วย

เทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ และพินรุติฐ กลิ่นขจร (2556) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าสู่วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์กันของแต่ละศาสตร์ รวมไปถึงการนำเอาความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิศวกรรมขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิตความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศเช่นการเกษตรการอุตสาหกรรมพลังงานการจัดการสิ่งแวดล้อมการบริการสุขภาพการคมนาคม

อนึ่งการทำกิจกรรมหรือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไม่ได้จำกัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี แต่สามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สุขศึกษาพลศึกษา

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงเป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้น จะพบว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตามการนำองค์ความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจมีใช้เรื่องใหม่ เพราะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาก เพียงแต่วิทยาศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นชิ้นงานสำหรับใช้แก้ปัญหา

จรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่า สะเต็มเป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ส่วนสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้สอนจะสอนแบบแยก

เป็นรายวิชาโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมา มีการสอนแบบบูรณาการโดยเพิ่มวิชาวิศวกรรม และเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้สะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับ 4 วิชาดังกล่าว ในปัจจุบันสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังนั้นความหมายของสะเต็มศึกษาในปัจจุบันจะครอบคลุมการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์

จากการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นแนวคิดในการจัดการศึกษา การศึกษาที่ไต่ลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายและสื่อสารเพื่อนำเสนอ คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project based Learning โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ที่มีการสร้างชิ้นงานหรือโครงการที่เกิดจากการนำความรู้ ความเข้าใจใน 4 วิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มาบูรณาการกัน

2. แนวทางและหลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) ได้กล่าวถึง แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน สะเต็มศึกษา จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่ มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Pre school) ด้วย

นอกจากสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

สตียา ลังการ์พินธุ์ (2556) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่า ทำได้หลากหลายแนวทาง บางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่ายๆ ที่ครูทุกคนสามารถทำได้ในห้องเรียนของตัวเอง ส่วนบางแนวทางต้องการ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่น

การทำงานร่วมกันระหว่างครูต่างกลุ่มสาระ การทำงานร่วมกันทั้งโรงเรียน หรือแม้กระทั่ง การดำเนินการร่วมกันกับชุมชน หรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น และได้เสนอแนวปฏิบัติ 10 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการหลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยน การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในห้องเรียนให้สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของชั้นเรียน ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริง ซึ่งแนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะปรากฏการณ์หรือประติมากรรมใด ๆ รอบตัวเรา ไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ต่าง ๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วน เชื่อมโยงสู่ความรู้ ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิต และการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย

2. การสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา ประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการรวบรวมประจักษ์ พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิดต่าง ๆ โดยพิจารณา ความหนักแน่นของหลักฐาน ก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่ง นับเป็นกระบวนการเรียนรู้ สำคัญ ที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุน จุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหา ความรู้ในรูปแบบหนึ่ง โครงงานเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การ แก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา หรือให้ข้อมูล สำหรับศึกษาวิเคราะห์ หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบ ตามข้อจำกัดของเวลาเรียน วัสดุอุปกรณ์ หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิด ประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ศึกษาความรู้ที่ เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการ ลงข้อสรุป และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน แนวคิดนี้ไม่ได้เป็นแนวคิดใหม่ เด็ดๆ ทุกวันนี้อาจ ได้รับการมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่แตกต่างไปจากยุคก่อน เช่น ประติมากรรมไฟ รถแข่ง พลังงานแสงอาทิตย์ ถ่ายหนังสั้น ทำมัลติมีเดียสำหรับนำเสนองาน ประสบการณ์การทำชิ้นงาน เหล่านี้ สร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเฉพาะ อย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์ การประติมากรรม ชิ้นงานเหล่านี้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ อย่างไม่รู้ตัว บางครั้งครูอาจจัดให้ นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำ

เพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกัน หากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียว อาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยี การบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน แสดงว่าก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดิทัศน์ และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ sensor/data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบ การใช้ซอฟต์แวร์จัดการกระทำ วิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีอื่นๆ การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้ กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี เช่น ทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4 C คือ Critical Thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร) Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิดสร้างสรรค์) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ดี (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดสร้างสรรค์) นับว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน เป็นแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน รู้จักใช้ชีวิตในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงาน หรือทำโครงงาน ผู้ปกครองต้องให้การสนับสนุน ผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธสำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบ ตลอดจนจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชน กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชน และสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจ และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกเป็นเจ้าของ ร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงการ ตลอดจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง คุณไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าคุณไม่รู้คำตอบ หรือความช่วยเหลือไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้ง ศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ประชาชนชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐ หรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น คุณสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อ หรือใช้เทคโนโลยี เช่น การประชุมผ่านวิดีโอ ใช้อำนวยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็น หรือวิพากษ์ผลงานของนักเรียน เป็นต้น

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (informal learning) เด็กๆ นั้นรักความสนุก หากเราจำกัดความสนุกไม่ให้เกิดการเรียนรู้ ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กไปเรื่อยๆ แต่จะบูรณาการความสนุกสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของคุณในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ให้การเรียนรู้เหมือนเป็นการเล่น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยม คือ การจัดกิจกรรมค่าย การเรียนรู้จากเพลง เกม ละคร หรือการประกวดแข่งขัน กิจกรรมเหล่านี้เป็นโอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ หรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียน สร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มในท้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติ หรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมในชุมชน สร้างหอเกียรติยศสะเต็มของหมู่บ้าน เพื่อนำเสนอเรื่องราวการใช้ความรู้สะเต็มในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น ผลงานด้านการเกษตร ด้านสาธารณสุข ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้แนะนำแนวทางการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ที่ผู้สอนสามารถทำได้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็

ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะสมเต็มเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะสมเต็มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมสะสมเต็มที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

ชลาริป สมานิต (2557) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนว่า จะเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ที่จะประกอบด้วยขั้นตอน

1. ขั้นการสร้างความสนใจ เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งอาจจะเป็นข้อสงสัยที่เกิดจากตัวผู้เรียน หรือ อาจจะเป็นข้อสงสัยที่เกิดขึ้นในขณะอภิปรายหรือทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งครูผู้สอนไม่ควรบังคับให้เด็กยอมรับประเด็นปัญหาที่ครูสนใจ ซึ่งตัวอย่างจัดกิจกรรมที่ครูผู้สอนสามารถจัดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้นได้แก่ สาธิต ทดลอง เล่าเรื่อง ทศนศึกษา เป็นต้น

2. ขั้นสำรวจและการค้นหา เมื่อมีข้อคำถามแล้ว ก็มีการวางแผนการหาคำตอบ กำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล ลงมือเก็บข้อมูล ในการวางแผน การลงมือปฏิบัติให้ได้คำตอบประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลอง เป็นต้น

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็นำข้อมูลมาแปลผล สรุปผล

4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมขึ้น

5. ขั้นการประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใด

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้กล่าวว่าโรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้หลายรูปแบบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในกรณีที่กิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลาไม่มากหรือถ้ากิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลายาวอาจมอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียนร่วมด้วยก็ได้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน

กลุ่ม หรือในรูปของโครงการก็ได้ โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือหัวข้อที่สามารถเชื่อมโยงสู่การบูรณาการความรู้ของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนตามความเหมาะสม เนื่องจากความรู้พื้นฐานของการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางนั่นเอง ซึ่งครูควรจะต้องยึดเนื้อหาสาระหลักนั้นเป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดให้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติได้ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เข้าไปแทนที่หรือเพิ่มเติมจนเป็นส่วนเกินของหลักสูตร กล่าวคือการจัดการเรียนรู้จะกลมกลืนและมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อฝึกประสบการณ์ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และอาจนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้หลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (Identification Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว

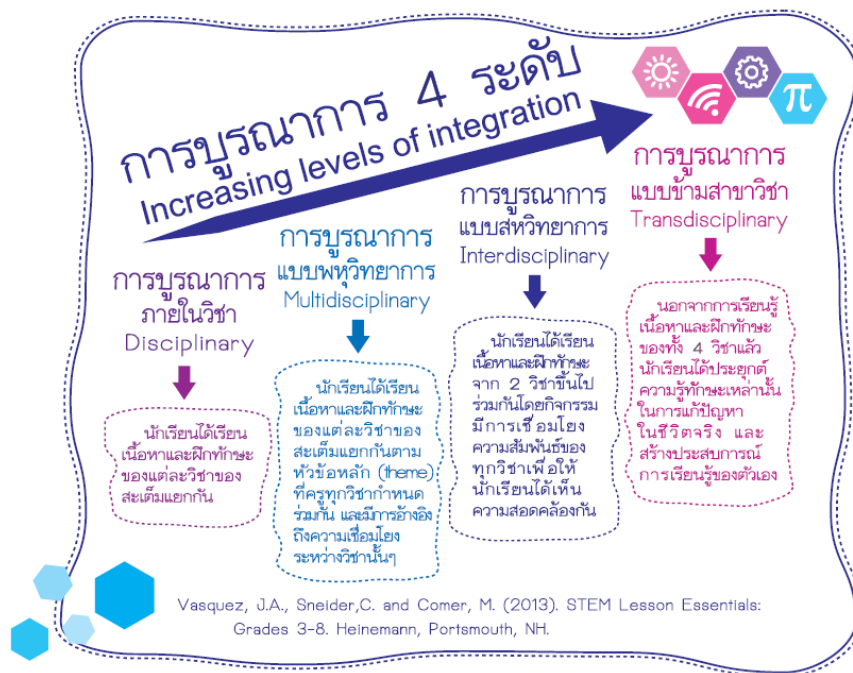
6. ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตามในการทำงานผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอนโดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

จุดเด่นอีกข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาคือการบูรณาการเพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชากับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับได้แก่

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration)
2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration)
3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration)
4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)

ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 แผนภาพระดับของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2557 : 4

การบูรณาการภายในวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียน ได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกันการจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา และฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์แยกกันโดยมี หัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชา นั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับ สิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่าจะใช้กระต๊อบข้าวเป็นหัวข้อหลักใน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่ม แนะนำกระต๊อบข้าวได้ว่า กระต๊อบข้าวจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างกระต๊อบข้าวเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อนครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระต๊อบข้าว สอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบข้าวได้

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและ ฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาด้วยกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อใ้ นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกันในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้อง ทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชีวิตที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใน รายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชีวิตนั้น เช่น ในวิชา วิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อนครูกำหนดใ้ นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระต๊อบข้าวโดยขอให้ครู คณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ก่อนใ้ นักเรียนเริ่มทำ การทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วใ้ นำ ข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียน เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริงโดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงใน ชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเองครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียนโดยครูอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหา กว้างๆ แล้วใ้ นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบ ของปัญหาใ้ นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัยได้แก่

1. ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ
2. ตัวชีวิตในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือโครงการเป็นฐาน (Problem/ Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาการใช้กระต๊อบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษาศรสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยกำหนดกรอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระต๊อบข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระต๊อบข้าวเพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระต๊อบซึ่งจะมีผลทำให้ทำความสะอาดและผู้เรียนต้องออกแบบกระต๊อบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระต๊อบข้าวมีคุณสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติกหลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้วผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

จาร์ส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้กล่าวว่า สำหรับประเทศไทย เมื่อศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาที่หมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการ ในที่นี้สะเต็มศึกษาหมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการใน 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี เนื่องจากไม่มีสาระวิศวกรรม แต่จะให้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าไปใน 3 สาขาดังกล่าว

จะเห็นได้ว่าแนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับชีวิตจริง เพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (theme) โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชาอื่นๆ ของสะเต็มมาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็มมาวางแผนการสอนร่วมกัน เพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (main concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง แนวคิด หรือปัญหา ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็มมาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง (theme) แนวคิด หรือปัญหา และกำหนดภาพรวมของโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของ

หัวข้อ แนวคิด หรือปัญหา โดยกำหนดเป็นโครงการและสอนร่วมกันเป็นทีม

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้กล่าวถึง การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนไว้ว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนการนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของการบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ และ/หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา ดังนี้

ระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน

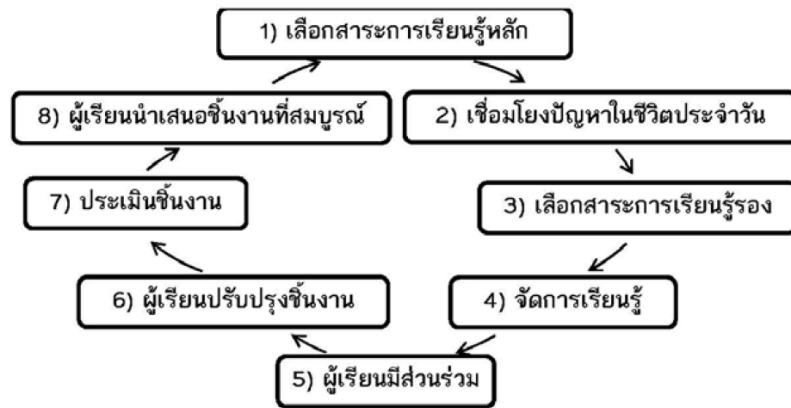
การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก หรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงานช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกันเป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องและสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษาร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิเคราะห์หาระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมสำหรับชั้นเรียนแต่ละชั้นนั้นอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอน ทั้งในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และ/หรือความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา ตลอดจนบริบทการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนด้วยและได้เสนอวิธีการออกแบบหน่วยเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่มา : สิริินภา กิจเกื้อกุล, 2558

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บ่งถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่องการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้นสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก(วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์ และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รอง ให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไป

ใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลักการจัดการเรียนรู้ อาจเริ่มต้นด้วยการนำเสนอ วัตถุประสงค์เกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่พบในปัจจุบันทั้งที่ใกล้ตัวและไกลตัว จากนั้นจึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ออกแบบนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เช่น เนื้อหาเรื่องภูเขาไฟระเบิด สาเหตุของการเกิดคลื่นยักษ์สึนามิ ตำแหน่งหรือพื้นที่การเกิดแผ่นดินไหวอย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แต่ละแผน/บทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องให้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชาตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องภัยพิบัติทางธรรมชาติ

วิชา	จุดประสงค์การเรียนรู้
วิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/> จัดประเภทของภัยพิบัติทางธรรมชาติตามการเปลี่ยนแปลงของโลก
เทคโนโลยี/วิศวกรรม	<input type="checkbox"/> อภิปรายถึงกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ <input type="checkbox"/> ปฏิบัติการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ <input type="checkbox"/> สร้างระบบเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ 1 ชนิด <input type="checkbox"/> ประเมินผลระบบเตือนภัยที่สร้าง
คณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> ทำนายการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่อาจเกิดบนผิวโลก <input type="checkbox"/> ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (เช่น ความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การตรวจสอบ และการสื่อสาร) ออกแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นสามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาและได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่เลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอบ (ที่เลือกไว้ในขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2) ในการลงมือปฏิบัติ ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมมีการกำหนดเวลาการทำงานอีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิดของผู้เรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้

ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้ผู้เรียนหลงประเด็น นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนจดบันทึกการทำงานของกลุ่มนั้น

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียน จะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียน จะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงานให้ผู้เรียน นำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

สรุปหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้ง 8 ขั้น จะมีทั้งส่วนที่ผู้สอน มีบทบาท สำคัญโดยเฉพาะขั้นที่ 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หลักสูตรเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้กับชีวิต ประจำวัน จากนั้นจะจัดทำบทเรียนและนำไปจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นนี้ผู้เรียน ควรได้รับความรู้และทักษะพื้นฐานตามสาระการเรียนรู้หลักและรองที่เลือกไว้ จากนั้นในขั้นตอนที่ 5 ถึง 8 จะเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผู้เรียนจะกำหนดนิยามขอบเขตของปัญหา สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา ประเมินผล และปรับปรุงชิ้นงานของตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้ง 8 ขั้นอาจต้องใช้เวลาตลอดภาคเรียน หรือตลอดปีการศึกษาทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนมีเวลาสร้างสรรค์ชิ้นงานการออกแบบและแสดงผลงานต่อสาธารณชนได้อย่างภาคภูมิใจอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น มีกระบวนการหรือขั้นตอนคล้ายกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยขั้นตั้งปัญหา สมมติฐาน ขั้นกำหนดตัวแปร ขั้นออกแบบการทดลอง ขั้นทดลอง ขั้นอภิปรายผล และขั้นนำเสนอผล เพียงแต่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการนำปัญหาที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจเป็นปัญหาเชิงการผลิต ปัญหาเชิงสิ่งแวดล้อม ปัญหาภัยพิบัติต่าง ๆ ที่กำลังเป็นประเด็นทางสังคม มาให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณ และออกแบบชิ้นงาน ภายใต้เงื่อนไขทางสังคม เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นนั่นเอง

จากแนวทางและหลักการการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทาง และหลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นหลักการการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (integration) เป็นการนำเอา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้ออกแบบประดิษฐ์เป็น ชิ้นงานหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนาอะไรบางอย่างที่ตอบสนองต่อความต้องการ หรือความสนใจแล้วสามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ระบุเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ดำเนินงานเพื่อให้ได้ต้นแบบของชิ้นงาน วิธีการหรือกระบวนการที่สร้างขึ้น มาตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อตอบสนองต่อปัญหาในตอนแรก

ขั้นที่ 5 ทดสอบด้วยการทดลองใช้ในบริบทจริงเพื่อศึกษาประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นว่ามีสิ่งใดที่จะต้องปรับปรุง แก้ไข อีกบ้าง จนเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงทำการ ประเมินผลต่อไป

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่ หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถหา ความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ เสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงการที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และ กำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่ จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียน รายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

3. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สตียา ลังการ์พินธุ์ (2556) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญการจัดการเรียนการสอนตาม แนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

- เรียนรู้
2. มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
 3. ประเมินผลอย่างเป็นระบบ ทั้งเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้
 4. ให้ข้อมูลตอบกลับแก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้
 5. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมที่พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
 6. ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 7. ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน
 8. มีเครื่องมือ อุปกรณ์การเรียนรู้ที่สนับสนุน การตั้งคำถามปลายเปิดหากเป็นไปได้
 9. สนับสนุนการเรียนรู้รายบุคคล
 10. มีเนื้อหาหลักสูตรในรูปแบบดิจิทัลให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
 11. มีระบบจัดการและติดตามการเรียนการสอนและการประเมินที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ศักยภาพของเทคโนโลยี

12. เน้นการบูรณาการรวมทั้งระหว่างวิทยาศาสตร์ชีวภาพและวิทยาศาสตร์กายภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

จรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ให้ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากต้องมีความรู้พื้นฐาน และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้ คือ

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
6. ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียนคือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง

4. บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้เสนอแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริง โดยคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน
3. จัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนออกมา

5. ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคม

จาร์ส อินทลาภพร (2558) ได้กล่าวถึงผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ทำทหายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นผู้โค้ช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน

5. การวัดและประเมินผลตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้เสนอแนวทางการวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า การวัดและ

ประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากนี้การวัดผลการเรียนรู้ตามแนวทางการวัดผลของสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันแล้ว ยังต้องมีการวัดสมรรถนะในการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้การออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน รวมทั้งทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Collaboration) และการสื่อสาร (Communication)

เวียงชัย แสงทอง (2557) ได้กล่าวถึงการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการปฏิบัติหลังการจัดการเรียนรู้ และการบันทึกผลการนิเทศการจัดการเรียนรู้

จรัส อินทลาภาพร (2558) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่ ผู้สอนควรวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 การปฏิบัติการทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้ คือ

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือ ประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ในการจัดการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้สอนควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

อาร์ รังสินันท์ (2532) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นจินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นพบใหม่ทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึงหรือมองข้าม เป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิดผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2535) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้น ทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องไปและความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะหรือความคิดริเริ่ม

อารีย์ พันธุ์มณี (2540) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดค้นดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

ธานี จิตตรีประเสริฐ (2543) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการทางความคิดที่ใช้ในการพัฒนาเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นด้วยวิธีการที่ริเริ่มแปลกใหม่และได้ผลดีกว่าวิธีเดิม ๆ

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน โดยบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความแปลกเป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง มีความคิดยืดหยุ่น และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้

ไพรินทร์ ต๋าคำ (2550) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดก็จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์ได้ต่อไปอีก ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการของความไวต่อปัญหา สิ่งที่เกิดขึ้น การมองเห็นช่องว่างของความรู้ช่องโหว่ของหลักการ ความไม่ผสมกลมกลืน หรือการไม่ประสานกันของสิ่งต่าง ๆ การเห็นจุดของความยากลำบาก การมองหาทางออกของปัญหา การคาดเดา การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่ปกตินั้น ๆ การทดสอบตามการตั้งสมมติฐานและทดสอบซ้ำ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่มีความเป็นไปได้แล้วทดสอบซ้ำและทำซ้ำ คือ การสื่อสารกับผลที่ได้มา

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2552) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือที่เรียกว่าลักษณะของการคิดนอกเนกนัย หรือความคิดแบบกระจาย ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ

กล่าวโดยสรุปแล้วความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และเป็นการกระทำที่ให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ ที่มีลักษณะพิเศษตรงที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม และสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ฉะนั้น ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแสลมวิทยา อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง เพื่อให้สามารถจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้ จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ ด้วย มีใช่เพียงแต่ความคิด

ริเริ่มเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นขึ้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์ก็จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่น ๆ ประกอบด้วย

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2535) ได้อธิบายพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง เป็นการแสดงปริมาณการคิดออกได้มากอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วเน้นปริมาณการคิดคำตอบที่เหมาะสมกับสิ่งเร้าได้มาก เช่น บอกประโยชน์ใช้สอยของไม้ไฟให้ได้มากที่สุด

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นการคิดคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทางการคิดที่มีคุณภาพ คือ มีทั้งการจัดกลุ่ม จัดระบบขนานพรมแดน และแตกแขนงออกไป เช่น อาจบอกประโยชน์ใช้สอยของไม้ไฟได้ 20 คำตอบ แต่พอมาพิจารณาด้านความคิดยืดหยุ่นแล้วจะวิเคราะห์ได้เพียง 4 หรือ 5 ประเภท คือ ทำของเล่น เครื่องใช้สอย อุปกรณ์ดนตรีปรุงอาหารสร้างบ้าน เป็นต้น

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากธรรมดา ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น แต่ก็ยังเป็นคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหาไม่ใช่เพื่อเจ้าไร้อารยะ

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นการคิดในรายละเอียดหรือขั้นตอน มีการอธิบายความต่อเติมเสริมแต่งความคิดสิ่งเร้าเดิมให้ละเอียดและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงบุคคลที่จะมีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความสามารถในเรื่องต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจเป็น 5 นาที

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่ไม่ซ้ำกันได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น ให้คิดว่าจะสามารถนำหยาบไปใช้ทำอะไรได้บ้างในเวลา 5 นาที

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ เป็นต้นคิดเป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม ซึ่งไม่เหมือนใคร ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จก็จะได้นวัตกรรมจากการทำเครื่องบิน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ที่จะนำความคิดนั้นไปสู่การปฏิบัติ การสร้างการกระทำให้เป็นผลสำเร็จ ทำให้เกิดเป็นผลงานหรือผลิตผลสร้างสรรค์ขึ้นมา

5. ความคิดหลากหลาย (Sensitivity) หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาได้หลายปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สถานการณ์หนึ่ง

ทิสนา แชมมณี (2544) ได้ให้ความหมายของลักษณะการคิดและตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดแต่ละแบบไว้ ซึ่งในการคิดนั้นเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

1. คิดคล่อง เป็นการคิดอย่างรวดเร็วให้ได้ข้อมูลจำนวนมาก โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถให้ข้อมูลจำนวนมากจากการคิดอย่างรวดเร็ว

2. คิดหลากหลาย เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลหลายประเภท โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถให้ข้อมูลที่มีประเภท / ชนิด / แบบ / ลักษณะที่แตกต่างกันได้จำนวนมาก

3. คิดละเอียด เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการคิดโดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถขยายข้อมูลของประเด็นที่คิดให้ได้รายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ซึ่งประกอบด้วยลักษณะของการคิด 4 แบบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วนั่นเอง เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ

กิลฟอร์ด (Guilford (1971)) ได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมหรือความคิดแบบง่าย ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เป็นความคิดที่อาจเกิดจากการนำเอาความคิดเดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกันนับว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการค้นหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วในเวลาอันจำกัด แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

2.1 ความคล่องทางแนวความคิด (Ideational Fluency)

2.2 ความคล่องทางความสัมพันธ์ (Associational Fluency)

2.3 ความคล่องทางการแสดงออก (Expressional Fluency)

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายแบบ คิดนอกกรอบของความคิดที่ไม่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคยเดิม ทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่มุม และเป็นมุมใหม่ ๆ จนเกิดเป็นสิ่งที่เสริมคุณภาพความคิดให้ดียิ่งขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง เป็นความคิดตกแต่งในรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้ครบถ้วน สมบูรณ์ ซึ่งความละเอียดลออนี้จะสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเลยหรือมองข้ามรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ

ทอแรนซ์ (Torrance (1969)) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยความคิด 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็นและยังรวมถึงการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้านของทอแรนซ์ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ได้มีทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างกันออกไป ดังนี้

3.1 ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ (Associative Theory) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ โดยการรวมสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะอย่าง หรือรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่ง หรือเมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็เป็นแนวทางในการระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไป สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อนึกถึงโต๊ะ ก็ทำให้นึกถึงเก้าอี้ไปใช้วางของ เป็นต้น

3.2 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford, 1971) นักจิตวิทยาผู้นำ ด้านสติปัญญาของอเมริกา ได้อธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดและสติปัญญาที่มีชื่อเสียง 2 เรื่อง คือ Convergent-Divergent Product (ผลงานแบบเอกนัย-อเนกนัย) ซึ่งต่อมามักใช้คำว่า ความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) และความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ที่ ทั้งสองอย่างมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง และอีกเรื่องหนึ่งที่สร้างชื่อเสียงให้เขาจนถึงปัจจุบัน นี้ คือ เรื่องสติปัญญาของมนุษย์ (Intelligence) กิลฟอร์ดไม่เชื่อว่าแบบทดสอบวัดสติปัญญาที่ ประเมินคุณลักษณะไม่ก็ด้านของมนุษย์จะสามารถเป็นตัวแทนศักยภาพอันหลากหลายและ ซับซ้อนของมนุษย์ได้ งานวิจัยและทฤษฎีของเขาเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีที่สำคัญอีก 2 ทฤษฎีในเวลาต่อมา คือ ทฤษฎีของสเตอร์นเบิร์ก (Robert Sternberg) และการ์ดเนอร์ (Howard Gardner) กิลฟอร์ด เชื่อว่า ความคิดเชิงอเนกนัยเกี่ยวข้องกับใกล้ชิดกับคุณลักษณะ ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะ ความคิดนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่เพิ่มขึ้น การค้นพบของกิลฟอร์ดนี้เป็นรากฐาน ของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เกือบทั้งหมดและทำให้มีการศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่าง กว้างขวางและลึกซึ้งในเวลาต่อมา เขาได้แบ่งลักษณะความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 องค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้

1. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity to Problems) การมองเห็นปัญหา รับรู้ ว่า ปัญหาอยู่ตรงไหน สามารถระบุสิ่งที่บกพร่องหรือเป็นปัญหาที่มาของผลผลิต สภาพของสังคมได้ ว่าสิ่งนั้นไม่บรรลุผลหรือขาดประสิทธิภาพเพราะเหตุใด

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) เป็นความคิดที่หลั่งไหลออกมาอย่างคล่องแคล่ว ซึ่งมีหลายลักษณะ คือ

2.1 ความคล่องแคล่วทางภาษา สามารถพูด เขียน ได้อย่างลื่นไหล ไม่ติดขัด

2.2 ความคล่องแคล่วในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของสิ่งต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว

2.3 ความคล่องแคล่วในการแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก ได้อย่างรัดกุม ชัดเจน ตรงประเด็น

2.4 ความคล่องแคล่วในการสร้างความคิด สามารถมีความคิดที่ตอบโจทย์ที่มีอยู่ได้อย่างดี มีความคิดใหม่ได้ทันควัน

3. ความยืดหยุ่น (Flexibility) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1 Spontaneous Flexibility เป็นความสามารถที่จะคิดได้อย่างหลากหลาย แม้จะไม่จำเป็นที่จะต้องคิดก็ตาม

3.2 Adaptive Flexibility เป็นความสามารถที่จะคิดได้อย่างหลากหลายเมื่อ มีความจำเป็นหรือในกรณีที่มีโจทย์ปัญหาจะต้องแก้เฉพาะกิจ

4. ความแปลกใหม่ (Originality) เป็นความแตกต่างจากธรรมดา ความไม่ธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทางซึ่งจะประกอบไปด้วยลักษณะของความคิด 4 ประการ

3.3 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของพอล ทอร์แรนซ์ (Torrance (1969) ปรับแนวคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด ได้ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบอย่างเด่นชัด และตรงประเด็นมากที่สุด จะนับปริมาณที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วนั่นเอง เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่มีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มเกิดจากอาจจะเกิดจากความรู้อุบัติมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

3.4 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของวัลลัส (Wallach & Kogan (1965)) ได้กล่าวว่าการคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นระยะของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เมื่อพบปัญหา เช่น กรณีก่อนที่อาร์คิมิดีสจะคิดหาส่วนผสมของเงินในมงกุฎทองได้สำเร็จนั้นก็ได้อพยายามชั่งเงินชั่งทองที่มีขนาดต่าง ๆ กัน แต่ก็ยังคิดไม่ออก

ขั้นที่ 2 ขั้นฟักตัว (Incubation) เมื่อรวบรวมตามขั้นที่ 1 แล้วผู้คิดยังคิดไม่ออกได้แต่ครุ่นคิดอยู่ ระยะเวลายังไม่เกิด จนบางครั้งผู้คิดค้นต้องไปทำงานอื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดออก (Illumination or Insight) เป็นระยะที่คิดคำตอบออกทันทีที่ดูเหมือนเป็นระยะที่กำลังไม่คิดอยู่

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์ (Verification) เมื่อคิดคำตอบออกแล้วก็จะพิสูจน์ทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ได้ผลแน่นอนตั้งเป็นเกณฑ์ต่อไป

สรุปแล้วการเกิดความคิดสร้างสรรค์ ต้องมีขั้นตอนตามลำดับของการเกิดได้แก่ ขั้นเตรียมด้วยการรวบรวมข้อมูล ที่นำไปสู่ขั้นฟักตัวของความคิด จนกว่าถึงขั้นต่อไปคือขั้นคิดออกสามารถหาคำตอบได้ และจะไปสู่ขั้นสุดท้ายคือขั้นพิสูจน์เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจถึงความถูกต้องนำไปใช้ได้ต่อไป

4. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นมักมีคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถต่าง ๆ ซึ่งมีผู้ให้แนวคิดไว้ ดังนี้

อุษณีย์ โปธิสุข และคณะ (2544) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ไม่รวมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
2. ชอบซักถาม
3. ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่
4. เบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ
5. กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้จะไม่แน่ใจในผลที่เกิดขึ้น
6. ซาบซึ้งกับสุนทรียภาพ เช่น ซาบซึ้งในดนตรีและศิลปะต่าง ๆ เป็นต้น
7. ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นแทนไม่ได้
8. ไม่สนใจว่าตนเองจะแปลกกว่าคนอื่น
9. มีปฏิกริยาโต้แย้งไม่เห็นด้วย
10. ช่างสังเกต ช่างจดจำรายละเอียดสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างดี
11. ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิดให้ทำตามกติกาต่าง ๆ
12. มีความคิดเป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น
13. มีความคิดยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง เช่น สามารถคิดแก้ปัญหาเดียวกันได้

หลายวิธี

14. ชอบคำถามแปลก ๆ ทำท่ายให้คิด
15. ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ มากกว่าผู้อื่น
16. ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
17. มีความรู้สึกรุนแรงเกี่ยวกับอิสระภาพและความเป็นอิสระทางความคิด
18. เห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น

เห็น

19. มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่าง ๆ
20. ช่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่คนอื่นมองไม่เห็น

จากแนวความคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความเป็นตัวของตัวเอง ชอบอิสระ ไม่ชอบทำตามแบบที่มีอยู่แล้ว ไม่ชอบนั่งแต่คิดว่าหาสิ่งใหม่ ๆ ตลอดเวลา และชอบสร้างสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์โดยไม่ซ้ำแบบใคร มีความสามารถในการรับรู้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว สนุกกับการแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดหลายทางและเป็นผู้ที่มีความสามารถในการผลิตซึ่งผลผลิตอาจเป็นความคิดหรือสิ่งของที่แปลกใหม่

5. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สัว์ฉวน นียมคำ (2531) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบเดิม สามารถช่วยปรับขยายและเปลี่ยนแปลงกรอบโครงสร้างความรู้เดิมออกไป ทำให้ผู้เรียนสามารถปรับขยายความคิดและสร้างแนวคิดใหม่ ๆ

ปรียาภรณ์ ทองมาก (2537) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความคิดที่แสดงออกมาได้หลากหลายเพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงให้ไม่ซ้ำผู้อื่น โดยอาศัยวิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคล อันเป็นผลจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็น “เชื้อ” และปรุงแต่งด้วยสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นผลให้บุคลากรสามารถ “คิด” และสร้าง “ผลงาน” ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและมนุษยชาติได้ดีที่สุด

สำร็จ วรรณพิรุณ (2542) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ สติปัญญาและจิตใจที่สนใจจะแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ไพรินทร์ ตำคำ (2550) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในด้านความคิดแล้ว ยังเน้นถึงการริเริ่มพัฒนาความคิดเพื่อได้ซึ่งผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น เน้นความคิดใหม่และความมีศิลปะทั้งสองประการพร้อมกัน นอกจากนี้ความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความสามารถในการจดจำปัญหา ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่ ความสามารถในการจัดระเบียบความคิดและความสามารถในการประเมิน

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษา กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่ โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง และความคิดละเอียดลออ

6. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กิลฟอร์ด (Guilford, 1971) เป็นนักจิตวิทยากลุ่มแรกที่ได้ริเริ่มการพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับและเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความคิดคล่องในการจำ (Word Fluency) เป็นการเขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้
2. ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency) เป็นการเขียนชื่อสิ่งของที่มีคุณสมบัติตามลักษณะที่กำหนดให้ เช่น ให้ออกชื่อของสิ่งของที่กลมและมีสีขา
3. ความคล่องด้านการเชื่อมโยง (Associational Fluency) เป็นการเขียนคำต่าง ๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้
4. ความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นการสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้ โดยกำหนดอักษรตัวแรกของแต่ละคำให้และห้ามให้ใช้คำซ้ำ
5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Ultimate Uses) เป็นการบอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ในลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ ใช้ทำประโยชน์อื่นอย่างไรบ้าง
6. การสรุปผล (Consequence) เป็นการบอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนจะเกิดอะไรขึ้น เป็นต้น
7. ประเภทอาชีพ (Possible Jobs) เป็นการบอกอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น กำหนดคำว่าหลอดไฟ อาชีพที่เกี่ยวข้อง คือ วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟ เป็นต้น
8. การวาดรูป (Making Objects) เป็นการวาดรูปของสิ่งของจากเซตของรูปที่กำหนดให้ เช่น วงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่ต่อเติมรูปหรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก
9. การร่างรูป (Sketches) เป็นการต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันมากที่สุด
10. การตกแต่ง (Decoration) เป็นการตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน
11. การแก้ปัญหา (Match Problem) เป็นการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ให้อาจำนวนก้อนไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้อนไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูป

สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ เนื่องจาก Guilford เป็นนักจิตวิทยาที่มุ่งเน้นอธิบายโครงสร้างทางสติปัญญาว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบทางสติปัญญามิติใดบ้าง มากกว่าการพยายามอธิบายการเกิดและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ทฤษฎีนี้ก็เป็นที่แนวทางให้ ทอแรนซ์ (Torrance) พัฒนาทฤษฎีขึ้นมาในลักษณะที่เป็นการสร้างแบบทดสอบชุดการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติได้

ทอแรนซ์ (Torrance, 1969) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า MTCT (Minnesota test of creative thinking) ต่อมาใช้ชื่อว่า TTCT (Torrance test of creative thinking) ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ได้หลายระดับอายุ ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ มี 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่ง ทอแรนซ์ (Torrance) ได้กำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้ายกัน มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน แต่แตกต่างกันในสิ่งเร้าที่กำหนด แบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถใช้สำหรับระดับชั้นอนุบาลศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ชุด ซึ่ง ทอแรนซ์ (Torrance) เรียกแบบทดสอบย่อยว่ากิจกรรมแบบทดสอบย่อยนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction)

เป็นการต่อเติมรูปภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ซึ่งสิ่งเร้านั้นมีลักษณะเป็นกระดาษสติ๊กเกอร์สีเขียว รูปไข่ โดยให้ต่อเติมภาพให้แปลกใหม่หน้าตื่นเต้น และน่าสนใจที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่วาดให้แปลกที่สุด

กิจกรรมชุดที่ 2 การต่อเติมรูปภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion)

เป็นการต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้เป็นรูปเส้นในลักษณะต่าง ๆ มีจำนวน 10 ภาพ เป็นการต่อเติมภาพให้แปลก น่าสนใจ และน่าตื่นเต้นมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมเสร็จแล้วให้แปลกและน่าสนใจด้วย

กิจกรรมชุดที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Line)

เป็นการต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนาน จำนวน 30 คู่ เส้นการประกอบภาพโดยใช้เส้นคู่ขนานเป็นส่วนสำคัญของภาพและต่อเติมภาพให้แปลก แตกต่าง ไม่ซ้ำกัน จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ ทอแรนซ์ (Torrance) ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริศนาคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากคำตอบทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

4. คะแนนความคิดละเอียดลออ พิจารณาจากรายละเอียดของภาพที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ แล้วทำภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบูรณ์ โดยให้คะแนนรายละเอียดส่วนละ 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 3 ข้อ

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Word) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษามี 2 แบบ คือ แบบ A และ แบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน แบบทดสอบนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การตั้งคำถาม

เป็นการตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุด เพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามที่ตั้งขึ้นนั้นต้องไม่เป็นคำถามที่สามารถตอบได้เพียงแต่เล็บบดูรูปภาพเท่านั้น แต่จะต้องตอบจากการใช้ความคิด

กิจกรรมชุดที่ 2 การเดาสาเหตุ เป็นการเขียนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของรูปภาพในกิจกรรมที่ 1 ให้มากที่สุด

กิจกรรมชุดที่ 3 การเดาผลที่จะเกิดตามมา เป็นการเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมชุดที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น เป็นการดัดแปลงสิ่งของในภาพที่กำหนดให้ และมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

กิจกรรมชุดที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ เป็นการเขียนรายชื่อหรือบอกรายการของสิ่งของที่น่าสนใจและแปลกที่ทำมาจากสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมชุดที่ 6 ตั้งคำถามแปลก ๆ เป็นการตั้งคำถามแปลกเกี่ยวกับสิ่งของต่าง ๆ ที่กำหนดให้

กิจกรรมชุดที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล เป็นการเขียนสิ่งที่คิดหรือคาดเดาถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ

สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ได้มีขึ้นในครั้งแรกโดยทัศนีย์ พฤษชลธาร (2517) สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ (Torrance) ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบด้วย 3 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “สมมติว่า” เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุด สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีคำถามว่า สมมติให้โลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่เขาเท่านั้นจะเกิดอะไรขึ้น และมันจะทำให้ชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

ข้อ 2 “ทึ่งใจ” เป็นการกำหนดปัญหามาให้แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองที่จะทึ่งใจดิบ 1 ฟอง ลงจากตึก 3 ชั้น โดยเมื่อไข่ตกถึงพื้นดินไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้)

ข้อ 3 “ปลาทอง” เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตายได้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

สุมาลี กาญจนชาติ (2525) สร้างแบบทดสอบเพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 – 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบด้วย 3 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “การใช้ประโยชน์” เป็นสถานการณ์ที่มีรูปภาพประกอบ โดยให้นักเรียนบอกการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่กำหนดมาให้ได้มากที่สุด

ข้อ 2 “นักประดิษฐ์” เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนเลือกเครื่องมือจากที่กำหนดให้ แล้วนำมาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งบอกการนำไปใช้โดยย่อ

ข้อ 3 “นักค้นคว้า” เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองให้มากที่สุด เพื่อศึกษาการนำส่วนต่าง ๆ ของพืชไปใช้ประโยชน์ โดยสถานการณ์สมมติให้นักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียน ประกอบด้วย 4 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “นักนิยมน้ำพร” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่าเกิดหลงทางไปในป่าเป็นเวลานาน รู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้ดื่มน้ำแก้กระหาย

ข้อ 2 “นักพยากรณ์” ตั้งคำถามว่า ถ้าปริมาณของออกซิเจนบนผิวโลกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไร

ข้อ 3 “นักเทคโนโลยี” ตั้งคำถามว่า มนุษย์ได้ใช้พลังงานมาเป็นเวลานานประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มขึ้น ทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการใดตัดแปลงหรือใช้สิ่งใดได้บ้าง เพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้

ข้อ 4 “นักทดลอง” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่งโดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

เขาวรัตน์ อยู่พุ่ม (2555) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ ทอแรนซ์ (Torrance) ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมปลายซึ่งสร้างโดย ประจิด นามโคตร (2530) จำนวน 3 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “ปลาทอง ” เด็กชายประชาเลี้ยงปลาทองไว้ในตู้ 5 ตัว ต่อมาประชาพบว่าปลาทองในตู้ตาย 1 ตัว โดยไม่ทราบว่ปลาทองตัวนั้นตายเพราะเหตุใด ให้นักเรียนคิดหาสาเหตุที่ทำให้ปลาทองตายให้ได้มากที่สุด

ข้อ 2 “จะทำอย่างไรดี” ถ้าเสื้อของนักเรียนเปียก และนักเรียนต้องการทำให้เสื้อตัวนั้นแห้งโดยเร็วโดยที่เมื่อเสื้อแห้งแล้วอยู่ในสภาพที่ใส่ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร นักเรียนสามารถทำให้เสื้อแห้งได้หลายวิธี พยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้มากที่สุด

ข้อ 3 “สมมติว่า” สมมติว่า นับตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป พืชทุกชนิดไม่ออกดอกอีกเลย นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่เป็นผลจากการที่พืชที่เคยมีดอกแล้วไม่มีดอกให้ได้มากที่สุด

การตรวจให้คะแนน

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 5 ให้ 1 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 4 ให้ 2 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 3 ให้ 3 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 2 ให้ 4 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 1 ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

ศรีผกา เจริญยศ (2533) สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบของ Torrance ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน ประกอบด้วย 2 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “การใช้ประโยชน์” โดยให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับกองขยะใกล้บ้านแล้วถามนักเรียนว่าถ้าบ้านของนักเรียนอยู่ในสภาพนี้ นักเรียนจะนำขยะนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง บอกให้ได้มากที่สุด

ข้อ 2 “สมมติว่า” นำเป็นตัวอย่างละลายสารต่าง ๆ ได้ดี ถ้าน้ำไม่สามารถละลายสารต่าง ๆ ได้จะเกิดปรากฏการณ์อะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิต ตอบมาให้มากที่สุด

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา ของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

ปริยาภรณ์ ทองมาก (2537) เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบของ Torrance ฉบับทดสอบภาษาเขียน ประกอบด้วย 4 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 “นักคิด” โดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนว่าในปัจจุบันพบว่าวัสดุเหลือใช้ภายในบ้านที่มีอยู่มาก คือ พลาสติก ขวดพลาสติก นักเรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากขวดพลาสติกเปล่าในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง

ข้อ 2 “นักประดิษฐ์” ให้นักเรียนบอกวิธีการสร้างและนำไปใช้ จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ คือ กระดาษหนังสือพิมพ์ ลวด กาวและกรรไกร หรือใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมได้

ข้อ 3 “นักพิชิตปัญหา” ถ้ามีประกาศว่าปีนี้ประเทศไทยจะประสบกับปัญหาภัยแล้ง น้ำจะขาดแคลน ก่อให้เกิดปัญหาแก่ประชาชนทั้งประเทศ นักเรียนมีแนวทางแก้ปัญหาในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง

ข้อ 4 “นักพยากรณ์” ถ้าประเทศไทยกลายเป็นทะเลทราย นักเรียนคิดว่าจะมีประโยชน์อะไรเกิดขึ้นบ้าง และมีผลต่อผู้คน สัตว์ พืช และสิ่งไม่มีชีวิตต่าง ๆ อย่างไรบ้าง

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาคำตอบโดยคำนึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guilford (1971)) โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากกลุ่มของคำตอบนักเรียนแต่ละคนตามวิธีคิดที่แตกต่างกัน นับจำนวนกลุ่มให้คะแนน กลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบที่คล้ายคลึงกันของนักเรียนทั้งหมด ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 5.01 ขึ้นไป ให้คะแนน 0 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 4.01 – 5.00 ให้คะแนน 1 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 3.01 – 4.00 ให้คะแนน 2 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 2.01 – 3.00 ให้คะแนน 3 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 1.01 – 2.00 ให้คะแนน 4 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ร้อยละ 0.01 – 1.00 ให้คะแนน 5 คะแนน

4. การให้คะแนนความคิดละเอียดลออ พิจารณาจากจำนวนคำตอบทุกคำตอบที่นักเรียนตอบต่ำสุด 1 คะแนน ถ้าคำตอบที่นักเรียนตอบมีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมหรือเสริมความคิดเดิมและมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติให้คะแนนเพิ่มอีก 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น คะแนนความคิดริเริ่ม และคะแนนความคิดละเอียดลออ

จากการศึกษาการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของประจิตนามโคตร เพราะเป็นแบบทดสอบที่มีการทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมปลาย และเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

7. การสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมสุข ชีระพิจิตร (2550) กล่าวถึง การสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมที่ได้จากการเรียนรู้ เป็นส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ได้รับ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจะพัฒนาได้ภายใต้การนำของผู้สอนที่ชำนาญ มีความรู้ความเข้าใจ โดยการจัดสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่ดี และเร้าให้ผู้เรียนแสดงออกทาง

สร้างสรรค์ให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยคำนึงถึงความอิสระในการคิดและการแสดงออก สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ทำกิจกรรมหลาย ๆ อย่างและได้ฝึกหัดคิด จะช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ กระบวนการฝึกและการสอนที่เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

เขาวรัตน์ อยู่พุ่ม (2555) ได้เสนอวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. พยายามศึกษาให้เข้าใจและรู้จักผู้เรียนว่า มีความถนัด ความต้องการ ความสนใจ และมีแนวโน้มของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างไร เพื่อจัดการเรียนให้เหมาะสม
2. เสนอปัญหาและเนื้อหาที่เหมาะสมกับการพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน
3. ตระหนักถึงความสามารถและความสนใจในการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละคน
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดอย่างมีอิสระ มีเหตุผล
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ
6. สนใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
7. ควรนำเอานวัตกรรมทางการเรียนของผู้เรียนมาใช้
8. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนควรมุ่งการเรียนรู้หลักการที่เป็นแก่นของวิชาอย่างแท้จริง

จึงอาจสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้โดยอาศัยเทคนิคในการสอนและองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ สภาพแวดล้อมในชั้นเรียน วิธีการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของผู้สอน บรรยากาศในการเรียนการสอน บุคลิกภาพของผู้สอน ลักษณะการใช้คำถามของผู้สอน ฯลฯ เทคนิควิธีและองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้หากผู้สอนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ การที่จะสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนคงเป็นเรื่องไม่ยากนัก เพราะหลาย ๆ วิธีการและขั้นตอนที่กล่าวมาจะสอดคล้องกับแนวทางในการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน เช่น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบโครงงาน การสอนแบบแก้ปัญหา สอนแบบปฏิบัติการทดลอง การสอนแบบสาธิต เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มที่ ผู้สอนจึงควรหลีกเลี่ยง ไม่ควรสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอนหรือสถานการณ์ต่อไปนี้

1. การเอาอย่างกันหรือทำตามเพื่อนไม่ว่าจะเป็นการจัดกิจกรรมหรือการแต่งกาย
2. ไม่ชอบให้ผู้เรียนซักถาม
3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศ เช่น การกำหนดกิจกรรมบางอย่างสำหรับเพศหญิง กิจกรรมบางอย่างสำหรับเพศชาย เป็นต้น

4. วัฒนธรรมที่เน้นและยอมรับความสำเร็จ และประณามความล้มเหลว ทำให้ผู้เรียนไม่กล้าทดลองทำสิ่งแปลกใหม่ ขาดโอกาสที่จะคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. บรรยากาศที่เคร่งเครียดเกินไปทั้งภายในภายนอกห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนขาดความคิดสร้างสรรค์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งนักศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยย์และสภาพแวดล้อม

6. เพื่อให้นำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการพัฒนาคุณภาพชีวิต

บังอร ภัทรโกมล (2541) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วมาน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลังการเรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชา และเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบสอบถาม

ไพรัตน์ คำปา (2541) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนจากการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้และทักษะที่เกิดหลังการได้รับการฝึกอบรมหรือการสอน

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวัดพุทธิพิสัย ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ

2. การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอนหรือการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนด้านความรู้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2545) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านการเรียนรู้ ด้านความรู้ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนมีความจำในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังและการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงแท้
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้-ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเข้าใจในข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือเป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2 แก่ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

4.3 แก่ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

ประทุม อัตชู (2547) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และกระบวนการหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบหรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

พอจะสรุปได้ว่า การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ความสามารถด้านความรู้ และความคิดของการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดอยู่ทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ไพรินทร์ คำคำ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบนเว็บโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยรวมได้ 84.75/91.50 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังจากการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อโณทัย ทักษิณเจนกิจ (2550) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านเก่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านหลังการทดลองเพิ่มขึ้นก่อนการทดลอง

อภิญา ชื่อตระกูลพานิชย์ (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโพนสว่างดอนเมือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 79.31 มีคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนร้อยละ 75.86 มีคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 38.48 แบ่งเป็นด้านความคิดคล่องซึ่งมีคะแนนมากที่สุดเท่ากับ 13.79 ด้านความคิดยืดหยุ่นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.41 และความคิดริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.28

บุศรา จิตวรรณ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์สร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการใชชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์สร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ มีพฤติกรรมแสดงออกถึงความมุ่งมั่นในการทำงานอยู่ในระดับมาก

สุนัดดา สำราญ (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละด้าน คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์โดยรวมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาวิดา ตั้งกมลศรี (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฝึกเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดหนองขุนชาติ อำเภอหนองฉาง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายุทธยานี เขต 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

มัทยา แสนสม (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี

กรุงเทพฯ จำนวน 50 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์พัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์พัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของคะแนนเต็มซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการเฉลี่ยร้อยละ 81.83 ของคะแนนเต็มซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก

ฉันทนา กองทองกาย (2554) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยงแยงวิทยาลัย พบว่า หลังจากนักเรียนได้ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทุกด้าน ได้แก่ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และด้านความคิดละเอียดลออสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เยาวรัตน์ อยู่พุ่ม (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชุตินันชชา ไชยโย (2556) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

จินตนา รุ่งเรือง (2556) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงการวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร พบว่า การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฝึกทำโครงการ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.05 สูงกว่าคะแนนตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศรายุทธ ชาญนคร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น จาก 66.97 เป็น 111.5 ด้านความคิดคล่อง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 36.72 เป็น 45.67 ด้านความคิดยืดหยุ่นนักเรียนมีคะแนนเพิ่มจาก 17.39 เป็น 28.92 ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนมีคะแนนเพิ่มจาก 12.86 เป็น 36.92 ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลา และใช้ประเด็นที่กระตุ้นการเรียนรู้

จรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

จรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) สาระการเรียนรู้ 4) กิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 4.1 วางแผน 4.2 ลงมือปฏิบัติ 4.3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4.4 สะท้อนคิด 4.5 ประเมินผล และ 4.6 ให้ข้อมูลย้อนกลับ 5) สื่อการฝึกอบรม 6) การประเมินหลักสูตร ผลการตรวจสอบประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่าหลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ (1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม (2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับสูง (3) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับมาก (4) พฤติกรรมการโค้ชของครูอยู่

ในระดับมาก (5) ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (6) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (7) ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับดี

ธิตยา คำควร (2558) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความแตกต่างระหว่างเพศที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นในระดับพอใช้ และความคิดริเริ่มในระดับดี โดยนักเรียนหญิงมีองค์ประกอบด้านความคิดคล่องสูงกว่านักเรียนชาย นักเรียนชายมีองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นสูงกว่านักเรียนหญิง และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มนั้นความแตกต่างระหว่างเพศไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อองค์ประกอบดังกล่าว

เบญจกาญจน์ ไสละม้าย (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสรุปแล้วนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

งานวิจัยต่างประเทศ

มิสเสทท์ (Missett, 2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการตรวจสอบในการพัฒนาทักษะการคิดที่ถือว่าจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาค้นคว้าความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดที่สำคัญของนักเรียนเกี่ยวข้องกับโปรแกรมและหลักสูตรที่

เฉพาะเจาะจง และมีความสัมพันธ์กันระหว่างผู้ที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิพากษ์ คือ จากการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีการเจริญเติบโตในการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนคือนักเรียนส่วนใหญ่ในหลักสูตรนี้มีความคิดสร้างสรรค์และที่สำคัญมีการทำงานเป็นทีม ซึ่งให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการเจริญเติบโตทางทักษะในศตวรรษที่ 21 เมื่อเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงวิพากษ์และการคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนโรงเรียนมัธยมกับนักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมโดยมีการประเมินและวิจัย ผลการตรวจสอบพบว่ามีความแตกต่าง คือนักเรียนที่เข้าร่วมในการฝึกอบรมความคิดสร้างสรรค์กว่า แสดงให้เห็นถึงหลักสูตรและโปรแกรมที่ออกแบบมาความสามารถทักษะในศตวรรษที่ 21 ในเชิงบวกได้

คาร์เตอร์ (Carter, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรการกำหนดลักษณะแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของการศึกษาคั้งนี้คือการได้รับฉันทามติเกี่ยวกับหลักสูตรการกำหนดลักษณะแบบบูรณาการของสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) ผลการศึกษาพบว่ามันเป็นสิ่งสำคัญที่จะศึกษาดำเนินการของปัญหาหรือโครงการ นักเรียนได้ประสบการณ์จากการเรียนรู้จริงมากที่สุด แม้ว่าหลักสูตรสะเต็มศึกษาส่วนใหญ่จะไม่ได้บูรณาการ แต่เมื่อมีหลักสูตรที่เฉพาะเจาะจงและมีกิจกรรมสะเต็มศึกษาจำนวนมากที่มีการมุ่งเน้นการศึกษากิจกรรมแคบ ๆ ที่เฉพาะเจาะจง อาจไม่ได้รับการพัฒนาโดยใช้วิธีปฏิบัติการสอน จะต้องมีการศึกษาเพิ่มหนังสือเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ชัดเจนของการศึกษาดังกล่าว

อดัมส์ (Adams, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกรณีศึกษา เรื่องการใช้บทเรียนเพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำคัญการสอนความคิดสร้างสรรค์ ในห้องเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้บทเรียนการศึกษาแนวทางการพัฒนามืออาชีพเป็นเครื่องมือ ในการเตรียมครูผู้สอนในการสร้างและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้ครูผู้สอนระดับประถมศึกษา 18 คน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โรงเรียนเทศบาลชานเมืองถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองบทเรียน จากนั้นสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างกับครูผู้สอนแต่ละคนซึ่งให้ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับวิธีการและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกลยุทธ์และการมีปฏิสัมพันธ์ของครูเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเกิดการสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการเรียนการสอนความคิดสร้างสรรค์เป็นหลักได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสี่ประการคือ 1) การใช้กลยุทธ์การวิจัยพิสูจน์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) การคิดเชิงวิพากษ์ ประสบการณ์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการมีส่วนร่วมของครู 3) กิจกรรมการพัฒนาอาชีพที่มีการเจรจาและการศึกษาการสะท้อนบทเรียนและ 4) วิธีการและบรรยากาศ

โรงเรียนที่มีค่าให้การสนับสนุนและกระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกันและครูออกแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

โทมัส (Thomas, 2014) ได้ศึกษาการตรวจสอบความเปิดกว้างของครูระดับประถมศึกษาที่จะบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) ในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะได้รับการอนุมัติให้ดำเนินงานสะเต็มศึกษาอย่างเป็นทางการในโรงเรียนประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจระดับความพึงพอใจ 7 ระดับของ Likert จำนวน 35 ข้อ ซึ่งแบบสอบถามดัดแปลงมาจาก ก๊อดไฟรย์ (Godfrey's, 1993, 1995) และ ลีส์ (Lee's, 2000) เป็นเครื่องมือที่ได้รับการจัดรูปแบบออฟไลน์ขึ้นทางออนไลน์ นอกจากนี้ยังมีการสัมภาษณ์เพื่อดำเนินการสนับสนุนการชี้แจงและหรือขยายข้อมูลเชิงปริมาณ การวิเคราะห์พบว่า โดยภาพรวมแล้วครูประถมให้ความเปิดกว้างในทางบวกกับสะเต็มศึกษา นอกจากนี้ การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาที่มีทัศนคติเชิงบวกในการศึกษาแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา

จากผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจเลือกการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน