

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาแนวทางจากเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมนักเรียนรัฐนุเคราะห์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็ม ศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามลำดับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดตามลำดับต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา
3. หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Science-Related Attitudes)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและแสวงหาความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่คาดหวังได้ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัวและบุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ในการวางแผนดำเนินการส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้พัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.1.1.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.2 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

2.1.2.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.1.2.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

2.1.2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.1.2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังนี้

2.1.3.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร และมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนคติของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมรวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล ความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่กันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคลการจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของ

สังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.3.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลกดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 5-8)

2.1.4 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.1.4.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็น

วัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

2.1.4.2 สาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3) สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

4) แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5) พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียงและวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และ

บรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7) ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์

2.1.4.3 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

1) เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนตัมของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง

3) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4) เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

5) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6) ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทางวางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

7) สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

8) ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

9) แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

10) ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

11) แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

12) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 78-82)

2.1.4.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

1) สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

3) สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4) สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5) สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

6) สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7) สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

8) สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 13-15)

2.1.4.5 คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 23102

ศึกษา สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ เปรียบเทียบ จำแนก ระบุเกี่ยวกับความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุ แรงพยางของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ ความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรงและแนวโค้ง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง ปลอดภัยและประหยัด ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์ และสามารถ อภิปราย วิเคราะห์ เปรียบเทียบ จำแนก ระบุเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์อื่นๆ ผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตบนโลก องค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี ระบบสุริยะ ตำแหน่งของกลุ่มดาวความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ ที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและการสื่อสาร โดยใช้โดยใช้ทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม กิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

จากการวิจัยครั้งนี้ ได้กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบของสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังตารางที่ 2.1 โครงสร้างการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 23102 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1.	กฎของโอห์ม	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า จากกฎของโอห์มได้	2
2.	กำลังไฟฟ้าและ พลังงานไฟฟ้า	อธิบายความหมายของกำลังไฟฟ้าและพลังงาน ไฟฟ้าได้	2
3.	การต่อวงจรไฟฟ้า	อธิบายความหมายของวงจรไฟฟ้าและชนิด ของวงจรไฟฟ้าได้	2
4.	การต่อวงจร ไดโอดเปล่งแสง	เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของไดโอดเปล่งแสง ได้	2
รวม			8

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.2.1 ที่มาและความสำคัญของ STEM

STEM เป็นชื่อย่อของ Science, Technology, Engineering and Mathematics มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบว่าความสามารถของประเทศในหลาย ๆ ด้านไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งอย่างที่เคยเป็น ในขณะที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมากโดยพบว่าผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ลดลงซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Delta Kappan ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกาทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Bellanca and Brand, 2010, Dejamette, 2012) นอกจากนี้ที่นักเรียนนักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีจำนวนลดลง ประชากรที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม มีจำนวนลดลงเช่นกัน และมีผลการศึกษาที่ระบุว่าประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็น

ชาวอเมริกา นั้นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้และคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้นส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งในการนำนโยบายลงสู่การปฏิบัตินั้น พบว่ารัฐบาลได้ทุ่มเทงบประมาณด้าน STEM Education เป็นจำนวนมากมีโรงเรียนต่าง ๆ 40 รัฐ ที่ใช้ STEM Education มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว (National Research Council of the National Academes, 2011) นอกจากนี้ยังมีการประกาศใช้แผนการศึกษา Education to Innovate เพื่อเร่งกระตุ้นให้ STEM Education เป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จมีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การประกาศแผนการสร้างกลุ่มครูต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เรียกว่า STEM Master Teaching Corps ซึ่งนักการศึกษานั้นจะเป็นผู้นำในการศึกษาด้าน STEM Education และเป็นผู้ที่ริเริ่มจุดประกายความคิดให้นักเรียนและช่วยให้สังคมนั้นเจริญเติบโตมากขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทรชัย, 2556, น. 51)

2.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งเป็นการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย (2556, น. 50) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แต่ละแขนงวิชามาใช้ในการแก้ไขปัญหา ค้นคว้า ไปจนถึงการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรีจุฬา วัฒนทล (2556, น. 3) อธิบายว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาในรายวิชา วิทยาศาสตร์ที่เน้นในการบูรณาการการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนระดับอุดมศึกษา อาชีวศึกษา ไปจนถึงการศึกษาตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อประกอบอาชีพในด้านวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคประชาคมอาเซียน

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, น. 15-18) วิศวกรรมศาสตร์ใน STEM Education หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

Lantz (2009, p. 1) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการความรู้ของทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

O'Neil et al. (2012, pp. 36-40) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการของ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากเนื้อหาที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในบริบทจริงของชีวิตประจำวัน หรือนำความรู้ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จากนั้นนำความรู้มาออกแบบเป็นชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่น การสร้างเครื่องดักแมลงวันซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมนุษย์ ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิตและสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ระบุเวลา การอ่านตารางเวลา การเขียนแผนภูมิแท่ง การอ่านและการเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ได้แก่ การค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมในการออกแบบเครื่องดักจับแมลงวันที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2.2.3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้นเคย ข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3) การวางแผนพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2.2.3.2 การนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางดังนี้

1) จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียนซึ่งกิจกรรมสะเต็มที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่สามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นเป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใด จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหา สามารถนำกิจกรรมสะเต็มเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2) จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นพิเศษหรือการทำโครงการรูปแบบการสอน โดยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม

ค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3) จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชมชน ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาดัง ๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิธีการทางวิศวกรรมศาสตร์ ผ่านทางกิจกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหานในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้โดยสอดคล้องตามเนื้อหาวิชา จัดเป็นวิชาเลือกเสรีหรือจัดเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น สิ่งสำคัญคือ การมีชิ้นงานหรือได้นวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดขึ้น (พรรณวิไล ชมชิด, 2557, น. 121-122)

2.2.4 แนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

การนำแนวคิดต่าง ๆ มาปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการศึกษาเดิมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่นักการศึกษาผู้ที่เกี่ยวข้องครู อาจารย์และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อในการจัดการศึกษาในอนาคตหรือส่งผลให้การใช้สะเต็มศึกษาไม่บรรลุเป้าหมาย โดยมักมีผู้เข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้เฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทั่วไปจะเน้นที่สองวิชานี้เป็นหลักนอกจากนั้นยังมีผู้เข้าใจว่าสะเต็มศึกษา หมายถึง การคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละวิชาหรือบางคนก็เข้าใจว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละวิชาหรือบางคนก็เข้าใจว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นแกนและนำความรู้ด้านเทคโนโลยี และวิศวกรรมมาเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ขึ้น (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555 อ้างถึงใน พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556) ดังนั้นเพื่อให้การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยบรรลุเป้าหมายและจุดประสงค์ ตามหลักการที่กล่าวไว้ข้างต้นให้มีประสิทธิภาพ การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษา

ถึงข้อดี ผลการศึกษาวิจัย องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการเตรียมพร้อมกับการใช้สะเต็มศึกษาในประเด็นต่อไปนี้ จึงเป็นเรื่องที่ทุกฝ่ายควรพิจารณา

2.2.4.1 หลักสูตร/บทเรียนสะเต็มศึกษา โดยที่การจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการและเป็นนโยบายหลักของการจัดการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา ดังกล่าวแล้วข้างต้น หลักสูตร มาตรฐานและตัวชี้วัดของทั้ง 4 วิชา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงเป็นคุณูแจสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาด้วยสะเต็มศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ ทั้งนี้แต่ละรัฐได้มีหลักสูตร เนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษาเพื่อให้ครูผู้สอนทุกระดับสามารถค้นหาและเข้าถึงในสื่อและแหล่งเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีส่งผลให้ครูสามารถนำหลักสูตร สื่อบทเรียนนั้นไปใช้ได้สะดวก โดยมีการศึกษาวิจัยและนำผลที่ได้ การศึกษาวิจัยนั้นมาเป็นแนวคิดในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณาด้านความพร้อมของหลักสูตรทั้ง 4 กลุ่มวิชา ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) ปรากฏอย่างชัดเจน และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับ การ ศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีก็เป็นเพียงลักษณะการสอดคล้องของแต่ละหลักสูตรวิชาจึงมีความสำคัญ เพราะจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนรู้ได้ นอกจากความพร้อมด้านหลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้วความพร้อมด้านสื่อ บทเรียน กระบวนการ วัดและประเมินผลที่ชัดเจน ก็มีความสำคัญทำให้ ประเทศไทยสามารถใช้สะเต็มศึกษาได้

2.2.4.2 การพัฒนาครูประจำการ (Professional Development) ผู้ที่มีบทบาทและเป็นปัจจัยหนึ่งให้สะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จ คือ อาจารย์ผู้สอน ดังจะเห็นได้จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาที่มีการเตรียมการของหน่วยงานในการอบรม เพื่อให้ความรู้ครูในการเตรียมการสอนในส่วนของประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นั้นก็ได้มีการเตรียมการศึกษาและวางแผนการในสะเต็มศึกษานั้น แล้วมีการอบรม เพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรในสถาบัน การจัดประชุมหรือการร่วมประชุมวิชาการ นานาชาติ การเชิญผู้ทรงคุณวุฒิมาให้ความรู้การศึกษาและวางแผนการวิจัย เพื่อให้สะเต็มศึกษานั้น เป็นรูปธรรม ทั้งนี้แผนการพัฒนาครูประจำการที่ดีชัดเจนจะมีส่วนช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษาและ ครูผู้สอนเข้าใจและสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิในระดับอุดมศึกษาก็ควรมีบทบาทในการพัฒนาครูประจำการด้วย ได้แก่ การใช้ระบบ พี่เลี้ยง (Mentoring System) เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนในชุมชนมีความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง กระตุ้น ให้ครูสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัยเป็นมิตรและนำไปสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำให้ความช่วยเหลือครูในเรื่องของการวางแผนจัดการหลักสูตร ตลอดจนให้กำลังใจเพื่อให้ครูมีความมั่นใจและเจตคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

2.2.4.3 การเตรียมพร้อมในการผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นผู้สอนสะเต็มศึกษา การศึกษาศาสตร์ ระบบการเตรียมนิสิต นักศึกษาคู เพื่อสอนในสะเต็มศึกษามีความสำคัญมาก เช่นเดียวกับการสอนในวิชาอื่น ๆ โดยจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา คือ ครูฝึกหัดมักขาดความมั่นใจในการสอนเพราะครูฝึกสอนนั้น ขาดประสบการณ์หรือความรู้ด้านกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การเตรียมหลักสูตร และเนื้อหาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตนักศึกษาตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของทั้ง 4 วิชา เช่น เน้นการสำรวจตรวจสอบและปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จะช่วยให้ครูฝึกสอนนั้นมีความมั่นใจมากขึ้น นอกจากนี้สถาบันอุดมศึกษาที่ผลิตครูควรสร้างระบบการผลิตครูที่ชัดเจน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้มาเรียนและระบบการศึกษา เช่น ควรวางแผนการผลิตครูเพื่อให้ได้ครูในสาขาที่สังคมต้องการเป็นการป้องกันการผลิตครูที่เกินอัตรา การพิจารณาอัตรากำลังของอาจารย์ผู้สอนต่อจำนวนนักศึกษา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ การสร้างรูปแบบการนิเทศการเป็นผู้ชี้แนะและพี่เลี้ยง (Coaching and Mentoring) ให้กับครูฝึกสอนเพื่อให้ความรู้และความมั่นใจในการปฏิบัติสอน

2.2.4.4 การเตรียมพร้อมของสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นปัจจัยหลักของความสำเร็จของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสถานศึกษาสะเต็มศึกษาต้องการผู้บริหารมืออาชีพ กล่าวคือ สามารถบริหารจัดการอย่างมียุทธศาสตร์เป็นนักวิชาการ มุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเป็นหลักเปิด โอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดและบริหาร สามารถสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครอบครัวชุมชนและสถานศึกษาหาความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาเป็นผู้นำที่ไม่หยุดนิ่ง พร้อมทั้งจะพัฒนาวิชาชีพของตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเสมอ พร้อมทั้งจะประสานและทำงานร่วมกันกับฝ่ายสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกจากภาคส่วนต่าง ๆ เข้ามามีบทบาท

2.2.4.5 การศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุนและพัฒนาสะเต็มศึกษา ในปัจจุบันนักการศึกษาได้ศึกษาวิจัยและให้ข้อคิดเห็นที่หลากหลายเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ เช่น การเริ่มสอนสะเต็มในระดับปฐมวัย เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทางสติปัญญา โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เด็กเล็ก ๆ พัฒนาทักษะทางปัญญาด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ การใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น I Pad และ Tablet เพื่อพัฒนาการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งพบว่าเด็กในระดับปฐมวัยสามารถพัฒนาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้รายงานชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จของสะเต็มศึกษานอกจากจะเกิดจากความสอดคล้องต่อเนื่อง

ของหลักสูตร คุณภาพของครูผู้สอน การมีระบบวัดประเมินผลที่ชัดเจนและเวลาที่ใช้ในการสอน แล้วปัจจัยที่ผลักดันอีกประการหนึ่ง คือ การศึกษาวิจัยและผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น. 53-54)

2.3 หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

เพ็ญศรี กานุมาร (2548, น. 45) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถหรือความสำเร็จของบุคคล อันเป็นผลจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัดได้จากเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

สิริสรณ์ สิทธิรินทร์ (2554, น. 18) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนของบุคคลที่วัดได้จากกระบวนการทดสอบหรือกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบด้วยวิธีการอย่างหลากหลาย เช่น การตรวจ ผลงานของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนอันเป็นผลจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและกฎของโอห์ม

2.3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิจรูญ (2554, น. 99) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผล

การเรียนรู้ที่ครูมุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้างโดยการศึกษาดารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ไว้ว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษา

5. ตรวจสอบข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองเมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้ว ให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบและจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริงแล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่ นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบหากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.3.3 คุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 236-239) ได้กล่าวถึงคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความตรง (Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องตรงกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ได้แก่ความตรงเชิงเนื้อหาความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงทฤษฎี

2. ความเที่ยง (Reliability) เป็นคุณสมบัติที่จะทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบที่มีความเที่ยงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบซึ่งต้องมีหลักเกณฑ์ถูกต้องตามหลักวิชาและเป็นที่ยอมรับซึ่งได้แก่ความชัดเจนของข้อคำถามคำถามที่ดีต้องอ่านแล้วเข้าใจตรงกันการตรวจให้คะแนนตรงกันเฉลยตรงกันและการแปลความหมายของคะแนนตรงกัน

4. ความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) ข้อสอบในแต่ละข้อจะต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไปข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางเป็นข้อสอบที่ดีเพราะช่วยแปลความหมายของคะแนนได้ดี

5. อำนาจจำแนก (Discriminating) คือสามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด

6. ความยุติธรรม (Fairness) เป็นแบบทดสอบที่ให้ความเสมอภาคเท่าเทียมกันที่ผู้สอบจะทำข้อสอบได้ตามความสามารถจริงของเขาในวิชานั้นๆ ซึ่งลักษณะที่สำคัญคือต้องไม่มีความลำเอียงเข้าข้างกลุ่มใดและไม่เปิดโอกาสให้คนเก่งหรือคนอ่อนเดาข้อสอบได้

7. ความลึก (Searching) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบได้คิดค้นคำตอบด้านความสามารถในระดับสติปัญญาที่อยู่ในขั้นสูง ไม่ควรถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น ควรถามเพื่อวัดความเข้าใจกระบวนการและถามลึกถึงขั้นการนำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินผล

8. จำเพาะเจาะจง (Definite) นักเรียนอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจชัดเจน ว่าครุถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ

9. คำถามยั่ว (Exemplary) เป็นข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายชวนให้คิดต่อให้นักเรียนสอบแล้วมีความอยากรู้อเรื่องราวให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

10. ประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงมากที่สุดโดยใช้เวลาแรงงานเงินทองน้อยที่สุด สรุปได้ว่าเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีจะต้องมีคุณภาพมีความเที่ยงตรงมีความเป็นปรนัยมีความยากง่ายและอำนาจจำแนกมาใช้ในการวัดผลประเมินผล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้หาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสามารถวัดผลประเมินผลได้ตรงวัตถุประสงค์

จากการศึกษาหลักการและแนวคิดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องมีเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนผ่านไป แล้ว ซึ่งถ้ามีเครื่องมือดีและมีคุณภาพจะส่งผลให้ข้อมูลที่ได้นั้นตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด เพราะสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดและสามารถจำแนกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนออกจากกันได้ ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำไปเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 พลังงาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและกฎของโอห์ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Science-Related Attitudes)

2.4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 86) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมีความรู้สึกด้านอารมณ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งมองไม่เห็นเป็นตัวกำหนดให้บุคคลมีการกระทำต่าง ๆ กันแล้วแต่ความเชื่อค่านิยมและความรู้สึกของเขาในการจัดการเรียนการสอน

พิภพ วังเงิน (2547, น. 403) กล่าวว่า เจตคติตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า Attitude มาจาก Aplus ในภาษาละตินบางครั้งแปลกันว่า เจตคติหรือท่าที ปัจจุบันคำนี้ก็ยังแพร่หลายอยู่แต่นักวิชาการบัญญัติขึ้นมาใหม่ คือ เจตคติ โดยมีความต้องการใช้ศัพท์ให้ทันสมัยมากขึ้น

รังสรรค์ ประเสริฐศรี (2548, น. 68) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง การประเมินหรือการตัดสินเกี่ยวกับความชอบหรือไม่ชอบในวัตถุคนหรือเหตุการณ์ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความรู้สึกของคน คนหนึ่งเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างหรือเป็นท่าทีหรือแนวโน้มของบุคคลที่แสดงต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจเป็นกลุ่มบุคคลความคิดหรือสิ่งของก็ได้ โดยมีความรู้สึกหรือความเชื่อเป็นพื้นฐาน เจตคติไม่ใช่สิ่งเดียวกับค่านิยมเพราะค่านิยมเป็นสิ่งที่เราเห็นคุณค่า เจตคติเป็นความรู้สึกทางด้านอารมณ์ (พอใจหรือไม่พอใจ) แต่ทั้ง 2 อย่างมีความสัมพันธ์กัน เจตคติเป็นพลังอย่างหนึ่งที่มองไม่เห็น เช่นเดียวกับสัญชาตญาณหรือแรงจูงใจ แต่เป็นพลังซึ่งสามารถผลักดันการกระทำบางอย่างที่สอดคล้องกับความรู้สึกของเจตคติ

ปรีชาดี เบ็ญจวรรณ (2551, น. 23) ให้ความหมายว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกของบุคคลที่แสดงออกถึง ความชอบ ความเชื่อและค่านิยมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ปิยะนุช สารสิทธิ์ยศ (2557, น. 30-31) กล่าวว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้

ให้ได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้น ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวจัดเป็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พรรณวิไล ชมชิต (2557, น. 96) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึกมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป เจตคติเป็นเรื่องที่มีความสำคัญที่ควรสร้างให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เนื่องจากถ้าหากผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่เรียนจะส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดี เจตคติเกี่ยวข้องกับต่อวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์ ความรู้สึก โดยทั่วไปของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเชื่อ ค่านิยม และความรู้สึกในด้านคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Chisman (1976, p. 59) ได้รวบรวมความหมายจากนักจิตวิทยาหลาย ๆ คน และสรุปออกมาสั้น ๆ ว่า เจตคติ คือ ความคงทนของการประเมินค่าทางอารมณ์และจิตใจ เช่นเดียวกับ Allport (1987, p. 120) ได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ว่า สภาพของจิตใจและประสาทซึ่งอาจแสดงให้เห็นได้ทางพฤติกรรม เช่น โกรธ เกลียด รัก พอใจ ไม่พอใจ ทำให้มีความต้องการที่จะเรียนหรือสนใจ ซึ่งเมื่อเกิดเจตคติต่อสิ่งใดแล้วจะเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน และมีพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับเจตคตินั้น เช่น โกรธก็หน้าบึ้ง อีกทั้งประสบการณ์ยังมีส่วนในการสร้างเจตคติและพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งใดอย่างไรมันจะขึ้นอยู่กับเจตคติเป็นสำคัญ

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อุปนิสัยของบุคคลหรือความรู้สึกนึกคิดมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป โดยมีความรู้สึกด้านอารมณ์ สติปัญญา ความรู้สึก ตลอดจนทั้งด้านพฤติกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.4.2 ลักษณะของเจตคติ ยังมองได้หลายแง่มุมดังที่ Shaw and Wright (1967, อ้างถึงในล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2542, น. 57-59) ได้รวบรวมลักษณะทั่วไปหรือมิติของเจตคติจากแนวความคิดของนักจิตวิทยาหลายคนส่วนใหญ่ มองเจตคติว่ามีลักษณะขึ้นอยู่กับการประเมินมโนภาพของเจตคติ ซึ่งตัวเจตคติเองไม่ใช่แรงจูงใจแต่เป็นตัวการทำให้เกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม แต่ถ้าแสดงออกเป็นพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามแนวของแนวของทิศทางตั้งแต่บวกจนถึงลบ นั่นคือ เป็นการแสดงความรู้สึกว่าไปทางบวกมากหรือน้อย ไปทางลบมากหรือน้อย ความเข้มข้นศูนย์ก็คือ ไม่รู้สึกนั่นเองหรือเป็นกลางระหว่างบวกกับลบ และเกิดจากการเรียนรู้สิ่งที่ปฏิสัมพันธ์รอบตัวขึ้นอยู่กับกลุ่มสิ่งเร้าเฉพาะอย่างกลุ่มที่มีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กัน และมีลักษณะมั่นคงและทนทานเปลี่ยนแปลงยาก จากลักษณะของเจตคติดังกล่าวจากข้างต้นจะเห็นว่าเจตคตินั้น แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางบวกและเจตคติทางลบ ซึ่งเจต

คติทางบวกจะส่งผลต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกชอบหรือสนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ด้าน ส่วนเจตคติทางลบจะส่งผลต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกไม่ชอบหรือไม่สนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ด้าน

2.4.3 เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจึงจะทำให้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้ให้นักเรียนสนใจอยากเรียน ซึ่งจะส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูควรพยายามสร้างให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนซึ่ง พรเพ็ญ หลีกคำ (2535, น. 41) และ พันธุ์ ทองชุมนุม (2547, น. 15-16) ได้เสนอแนะวิธีการที่ครูสามารถใช้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ก่อนที่จะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ครูควร ได้วิเคราะห์ดูก่อนว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะพัฒนาให้นักเรียน
2. ควรจะให้นักเรียนได้ทราบและทำความเข้าใจถึงความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์แต่ละลักษณะให้ชัดเจน
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยครูอาจสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหา
4. ครูอาจเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอาจศึกษาเป็นตัวอย่างได้
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับอิสระเต็มที่ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนจะได้ฝึกใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์อันจะเป็นผลด้านเจตคติต่อตัวนักเรียน
6. ในการสอนแต่ละครั้งครูควรมุ่งเน้นที่การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนทีละลักษณะ
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในกลุ่ม
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงหรือได้พบสถานการณ์ที่เป็นจริง

9. การสอนโดยการเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่เป็นการฝึกประสาทสัมผัสและให้มีความหลากหลายของประสบการณ์แปลกใหม่และเร้าใจนักเรียน ไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา

10. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นความรู้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ รอบตัวที่นักเรียนกำลังประสบปัญหาอยู่ ความรู้ด้านความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นอาจจะได้จากโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ตลอดจนสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั่วไป

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคตินั้นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางบวกและเจตคติทางลบ ถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้ให้นักเรียนสนใจอยากเรียน ซึ่งจะส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูควรพยายามสร้างให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

2.4.3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 133-135) ระบุคุณลักษณะสำคัญและพฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.4.3.1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น แสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะเป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้ มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่สืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ ชอบทดลองค้นคว้า ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เป็นต้น

2.4.3.2 ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น ความอดทน แสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหยาตส่วนรวม ทำงานเต็มความสามารถ ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ ไม่ทอดทิ้งในการทำงานเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา เป็นต้น

2.4.3.3 ความมีเหตุผลแสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ เห็นคุณค่าของการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่อ โศคลางหรือคำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หากความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่

เชื่อถือได้ เสาะแสวงหาหลักฐานข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ เป็นต้น

2.4.3.4 ความมีระเบียบและรอบคอบ แสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ ยอมรับว่า ความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความหมาย เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน ตรวจสอบความเรียบร้อยและคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง ทำงานอย่างมีระบบระเบียบ เป็นต้น

2.4.3.5 ความซื่อสัตย์แสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ เสนอความจริงถึงแม้เป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง บันทึกผลหรือข้อมูลตามความจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเข้าไปเกี่ยวข้อง ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง เป็นต้น

2.4.3.6 ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แสดงออกด้วยพฤติกรรม ได้แก่ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ The Test Of Science-Related Attitude (SRAT) Santiboon and Fisher (2005, p. 187) ประยุกต์เครื่องมือแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือแบบประเมิน The Test Of Science-Related Attitude (TOSRA) โดย Fraser : Macquarie University (Handbook of Australian Council for Education Research, 1981, 1998, 2001, 2005)

แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ The Test Of Science-Related Attitude (SRAT) ประกอบด้วย แบบประเมินจำนวน 8 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อประเมินความคิดเห็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

คำตอบ	กำหนดให้	
	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน	5 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน	4 คะแนน
เห็นด้วยเป็นบางครั้ง	3 คะแนน	3 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน	2 คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน	1 คะแนน

แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความหมายเชิงบวก ประกอบด้วยข้อ 1, 2, 5, 6 และ 8 แบบสอบถามที่มีความหมายเชิงลบ ประกอบด้วยข้อ 3, 4 และ 7 ซึ่งต้องแปลการประเมิน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

นงนุช เอกตระกูล (2557, น. 36) รายงานผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 53 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 1 ห้อง จาก 8 ห้อง เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education เรื่อง ไฟฟ้า 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางแตกต่างกัน

จำรัส อินทลาภาพร (2558, น. 62) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผลการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมิน ผลตามแนวสะเต็มศึกษาผู้สอนควรปฏิบัติ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของ

การบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

นัสรินทร์ ปือชา (2558, น. 5) รายงานผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 39 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 5) แบบบันทึกภาคสนาม และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

พลศักดิ์ แสงพรหมสร (2558, น. 401-402) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพัยคณภูมิวิทยาคาร อำเภอพัยคณภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2558, น. 133-134) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด มีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 28 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 79.73/78.69 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนัส ชวดดา (2558, น. 1) รายงานผลการศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนดาศิลป์ประชาสรรค์ อำเภอดาศิลป์ จังหวัดนครสวรรค์ นักเรียนรวมทั้งสิ้น 50 คน ได้จากอาสาสมัคร เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการสอน เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤตน้ำเสีย 2) แบบสังเกตกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษาที่ออกแบบขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและมีกระบวนการที่เป็นไปตามรูปแบบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 2) นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษาเกิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ผลการประเมินในภาพรวมทั้ง 5 ชั้น อยู่ในระดับดีมาก

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2558, น. 185) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อำเภอปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 35 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) หน่วยการเรียนรู้ STEM Education 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบ

วัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า 1) หน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ได้มาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เท่ากับ 82.35/84.10 2) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยพร มิตรพิทักษ์ (2559, น. 285) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน 49 คน เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 2) แบบประเมินเจตคติต่อสะเต็ม 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ 4) บันทึกหลังการสอน 5) อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อสะเต็มของนักเรียน สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One Sample t-test ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ นักเรียนร้อยละ 82 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์และคะแนนเจตคติต่อสะเต็มภายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การจัดกิจกรรม STEM เริ่มด้วยการให้ความรู้แก่ผู้เรียนผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จนผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หลังจากนั้นครูสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนทำการแก้ปัญหา และสร้างนวัตกรรมชิ้นงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์จากการ บูรณาการความรู้ STEM

นิตยา ภูผาบาง (2559, น. 5-9) ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 52 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือวิจัย

ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ถูงเพาะชำกล้าไม้จากพลาสติกชีวภาพ 2) แบบสังเกตกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยครู 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากการทำกิจกรรม เรื่อง ถูงเพาะชำกล้าไม้จากพลาสติกชีวภาพ 4) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากการทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย เรื่อง การพัฒนาสูตรถูงเพาะชำกล้าไม้จากพลาสติกชีวภาพ 5) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างผลการวิจัยพบว่า กิจกรรม เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม และนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2559, น. 463-464) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 43 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน
- 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินเก็บข้อมูล 3 ช่วง ได้แก่ ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้น หลังเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้นในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ทั้ง 3 ช่วง คือ 7.47 11.40 และ 21.35 2) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bybee (2010, pp. 30-35) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความก้าวหน้าของสะเต็มศึกษา วิสัยทัศน์ 2020 (Advancing STEM Education: A 2020 Vision) โดยเกริ่นถึงความเป็นมาของสะเต็มศึกษาว่าเกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1990 จากหน่วยงานของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Foundation (NSF)) คำว่าสะเต็ม (STEM) เป็นคำย่อจากคำ 4 คำ ได้แก่ Science, Technology, Engineering and Mathematics วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของโปรแกรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง เป็นกรรมกรก่อสร้างในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน แล้วจัดกิจกรรมส่งเสริมให้กรรมกรสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ที่

สามารถบูรณาการจากอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ จากโรงงาน ผู้วิจัยพยายามให้กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจ ความเข้าใจต่อการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านการฝึกฝนตามนโยบายของ โรงงานจนประสบความสำเร็จ เป็นที่พึงพอใจต่อคนงาน ผู้บริหาร และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัย ได้เสนอแนะว่า การจัดการศึกษาตามวรรณกรรมและกระบวนการของสะเต็มศึกษา รัฐจะต้อง กำหนดเป็นนโยบายหรือวาระแห่งชาติ มีโครงการรองรับผ่านกระบวนการฝึกฝนจนเกิดความรู้และ ความชำนาญซึ่งเชื่อว่าจะเป็นวิสัยทัศน์ใหม่ที่มีผลต่อความเจริญก้าวหน้าต่อการศึกษาในยุค 2020 ต่อไป

Scott (2012, pp. 30-39) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา บทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา เพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียน สำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและ ดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลาย ๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากการศึกษา ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกัน แต่ไม่ได้เข้าร่วมและนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่าหาก พวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิต และฝึกงานจริง หรือให้รับผิดชอบทำโครงการขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษาพวกเขาก็ สามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Corbett et al. (2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore), grade 7 (Discover), grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ ซึ่งผลจากการวิจัยการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Tseng et al. (2013, pp. 81-102) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบ โครงงาน โดยงานวิจัยนี้มี จุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็น ฐานที่บูรณาการ STEM เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน การวิจัยนี้คือ ผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผล การศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานมี เจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึง

ความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Burrows, Breiner, Keiner, and Behm (2014, pp. 1379-1389) ได้ศึกษากรอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่าง 2 รายวิชา คือ ชีววิทยาและเคมี ในหัวข้อเรื่อง การผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยครูจากสองวิชาได้ดำเนินการสร้างบทเรียนไบโอดีเซล โดยบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา และวิชาเคมี จากนั้นทำการวัดทักษะและเจตคติต่อวิชา STEM จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะในวิชา STEM และเจตคติที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน แบบบันทึกหลังแผนการสอนของครูและผลงานของนักเรียนในกิจกรรมการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล

Dillivan and Dillivan (2014, pp. 1-12) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายภาคฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วยแบบสอบถามนักเรียน แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียน ผลการสอบถาม แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ และยังพบว่าค่ายสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Strimel (2014, pp. 16-24) ที่ได้พัฒนาโครงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการบูรณาการที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

Sahin, Ayar, and Adiguzel (2014, pp. 309-322) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทำการศึกษากับนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพเพื่อทำความเข้าใจมุมมองของนักเรียนและความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิถีการเรียนรู้ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม การเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย การสังเกตอย่างเป็นทางการ การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการจดบันทึกข้อมูล จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า

กิจกรรมสะเต็มศึกษามีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้การทำงานร่วมกัน และการสืบเสาะหาความรู้ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

Quang et al. (2015, pp. 1-9) ศึกษาการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสะเต็มศึกษา 2) ศึกษากิจกรรมสะเต็มศึกษากับความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ 3) แนะนำการประยุกต์ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิค สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพใช้การบูรณาการการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และนำไปใช้กับการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยี โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ประเทศเวียดนาม เดือน เมษายน ปี ค.ศ. 2015 ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรม และแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลทำให้นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สามารถแสวงหาความรู้จากงานวิจัยหรือเอกสารด้วยตัวเองทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลทำให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ให้แคบลงมองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและวิศวกรรม และสามารถนำมาใช้แก้ปัญหา มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพที่ในสาขาเกี่ยวข้องกับ STEM ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การมองภาพรวมขององค์ความรู้ เกิดกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน สามารถมองหาเหตุผลที่เกิดจากการเชื่อมโยงนำการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบัน