

สะเต็มศึกษา: ความเข้าใจเบื้องต้นสู่ห้องเรียนบูรณาการ

จิตติวรดา พลเยี่ยม¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

รับต้นฉบับ: 2 ธันวาคม 2560 รับผิดชอบ: 21 กุมภาพันธ์ 2561

บทความวิชาการ

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต การสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในอนาคต การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดและลงมือทำแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้ใช้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อม ที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การบูรณาการ การเรียนการสอน ทักษะการแก้ปัญหา

¹ การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง จิตติวรดา พลเยี่ยม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

E-mail: fontiti101@hotmail.com DOI: 10.14456/eduprsu.2018.10

STEM Education: Introduction to Integrated Classroom

Tititwrada Polyiem¹

Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Academic Article

Received: 2 December 2017 Accepted: 21 February 2018

Science Technology is a guideline in educational management at the integration of science, technology, engineering, and mathematics. It aims to solve real life problems, to enhance learners' experience in life skills, creativity, and to prepare students for future. Students will be gained their thinking skills, ICT skills, problem-solving, and effective communication as well as 21st century learning skills. Teachers can deal with STEM education through authentic learning, students face problem and try to solve it based on realized contexts. That is purposeful learning emerges and context-based learning.

Keywords: STEM Education integration instruction problem solving skills

¹Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Tititwrada Polyiem, Bansomdejchaopraya Rajabhat University E-mail : fontiti101@hotmail.com

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลให้เกิดการสร้างนวัตกรรมทางการสื่อสาร อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวกเริ่มปรับเปลี่ยนและมีความสำคัญต่อการติดต่อ การแลกเปลี่ยนข้อมูล และการเรียนรู้ของคนทั่วโลก ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารจำนวนมากและสามารถสืบค้น ข้อมูลได้ด้วยตนเองและสะดวกรวดเร็ว และได้ข้อมูลที่ทันสมัย ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้ เป็นโค้ช เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และ นวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) การคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ประกอบด้วยความรู้ ด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ความรู้ด้านสื่อ (Media Literacy) ความรู้ด้านเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร (Information, Communications and Technology Literacy) เป็นต้น (Panich, 2012 ; Bellanca & Brandt, 2010) การเรียนการสอนในศตวรรษนี้จึงมุ่งเน้นให้คนได้ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการต่างๆ ในเชิงบูรณาการ

การเรียนการสอนเชิงบูรณาการสำคัญต่อผู้เรียนในลักษณะที่เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการ แก้ปัญหาชีวิตจริง มีทักษะและกระบวนการที่จำเป็นต่อการพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิต คำว่า สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นการหลอมรวมศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นแนวการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความ พร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการ ทำงาน เมื่อศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตร ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยใช้ การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สะเต็มศึกษายังเป็นการบูรณาการด้านบริบทที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันได้ (Kijkuakul, 2015 , Intalapaporn, 2015)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผนวกกับ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำความรู้มาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความ ต้องการ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้เชิงรุก

(Active learning) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (Institute for the Promotion of Teaching Science, 2014)

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการเรียนรู้และเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจ ระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับดังกล่าวให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและวัดหลายครั้ง บทความนี้นำเสนอการบูรณาการสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา การออกแบบหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการวัดและประเมินการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การบูรณาการสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของการบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ และ/หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้การบูรณาการ สะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน สามารถบูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ (Institute for the Promotion of Teaching Science, 2014) ได้แก่

- การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ครูผู้สอนแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามรายวิชาของตน

- การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะการปฏิบัติของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษา แต่มีการกำหนดหัวข้อหลัก หรือ หัวเรื่องที่จัดการเรียนรู้เหมือนกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในวิชาต่างๆ เข้ากันได้

- การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงาน ช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน อย่างน้อย 2 วิชา ร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องและสัมพันธ์กันในการจัดการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัด

●การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่างๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา สำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจ หรือปัญหาของนักเรียน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ซึ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายความคิดของผู้เรียน กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา 2) จัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนร่วมกันทำงาน ลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้องค์ความรู้ใหม่ แล้วนำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับ 3) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน (Clemm, 2012; Capraro & Han, 2014; Claymier, 2014; O'Neill et.al, 2012) โดยผู้สอนมีบทบาทหน้าที่สำคัญ ดังนี้

●จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

●ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลาย รวมถึงการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ รวมถึงการจัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน

●ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิด และการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

●จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องจัดสภาพบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นในกลุ่ม เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน

●จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงาน อาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

●จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงาน ตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและรู้สึกสบายใจ ที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกว่าจะตั้งคำถาม

อะไร และต้องการผลิตอะไรจากการทำงานชิ้นนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน

- ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิต

- ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูล ย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

การบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมสำหรับชั้นเรียนแต่ละชั้นนั้นต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอน ทั้งในด้าน เนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ทั้ง 4 สาขาวิชา นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ ต่างกลุ่มสาระวิชา ตลอดจนบริบทการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนด้วย

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่นำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งการจัดกิจกรรมสะเต็มแบบบูรณาการอาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกวิชาก็ได้ แต่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะดังกล่าว ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วยทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะการสื่อสาร เป็นต้น การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่ (Institute for the Promotion of Teaching Science, 2014 ; Kijkuakul, 2015)

- จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแต่ละรายวิชาในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่นำเข้าไปสอดแทรกนั้นมักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่สามารถจัดให้เสร็จสิ้นในคาบเรียน โดยผู้สอนพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ เมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้เลย

- จัดกิจกรรมในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยรูปแบบที่นี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ เป็นต้น แต่รูปแบบนี้อาจเหมาะสำหรับกิจกรรม ที่ใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างนาน จึงควรมีการจัดผู้สอนให้เป็นที่ปรึกษาแก่ผู้เรียนเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา การออกแบบ และสร้างชิ้นงานแก่ผู้เรียนได้

- จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมในรูปแบบนี้นักเรียนมักเป็นกิจกรรมสะเต็มที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษากับผู้เรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง และจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริงซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ในการจัดการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวผู้สอนควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการในการเรียนรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้กับผู้เรียน

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่เชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรสู่การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม การออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Robert, 2013) สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) ในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องวิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐาน ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้ของหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 ว่าสามารถเข้ากับปัญหาใดในสังคมได้บ้าง หรือเข้ากับบริบทใดในสังคมได้

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และเชื่อมโยงในขั้นที่ 2 แล้วนั้น ในขั้นที่ 3 ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา ตัวบ่งชี้ หรือสาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือเป็นสาระการเรียนรู้รองเพื่อช่วยสนับสนุนผู้เรียนในสาระการเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้ง เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รอง ให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาสามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม/สร้างชิ้นงาน (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน การคิดแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติในการทำชิ้นงาน ในการลงมือปฏิบัติผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม รวมถึงต้องมีการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เรียนด้วย

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณไปด้วย ผู้เรียนร่วมกันเสนอแนะชิ้นงานเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานขั้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป

จากข้างต้นการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีกระบวนการที่คล้ายกันกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน วิทยาศาสตร์ แต่การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะเน้นการนำปัญหาในชีวิตประจำวันที่มีอยู่จริงให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณ และออกแบบชิ้นงาน เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ (Kijkuakul, 2015)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การออกแบบการเรียนรู้มักจะคำนึงถึงเนื้อหาในบทเรียน เนื่องจากเนื้อหาจะเป็นปัจจัยที่ใช้กำหนดวิธีการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การเขียนแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะคำนึงถึงเนื้อหาในคู่มือหรือบทเรียน หรือการเรียนเรื่องการเขียนก็จะพิจารณาที่ความแปลกใหม่และการคิดของนักเรียน ดังนั้นการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ครูผู้สอนจะต้องได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีศักยภาพในการเขียนแผนโดยได้รับการฝึกปฏิบัติในการเขียนแผน ควรได้รับการพัฒนาแนวคิด เกี่ยวกับวิธีการเขียนแผนครุควรวางแผนทั้งในด้านเนื้อหาที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมและคุณลักษณะที่ต้องการสนับสนุนให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีหลากหลายขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1) ให้สถานการณ์ปัญหา P (P-Problem Based Learning) ครูผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียน ซึ่งอาจนำด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน หรือปัญหาที่ใกล้ตัวผู้เรียนมากที่สุด ขั้นตอนที่ 2) ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา I (I-Inquiry Based Learning) โดยครูผู้สอนต้องให้วัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ ขั้นตอนที่ 3) ออกแบบเชิงวิศวกรรม D (D-Design) ขั้นนี้ครูผู้สอนจะให้นักเรียนปฏิบัติการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี การเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรม (Activity Based Learning) ขั้นตอนที่ 4) ประกวดแข่งขันหรือนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ A (Award and Reflection) ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะให้นักเรียนนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นมาจัดการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หรืออาจมีการจัดให้มีการนำเสนอชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ตามขั้นที่ 1 บทบาทของครูผู้สอนในขั้นนี้ต้องมีการกระตุ้น และอาจมีการกำหนดเวลาหรือขอบเขต กติกา ของการแข่งขัน เพื่อเป็นกติการ่วมกันในชั้นเรียน แล้วสรุปบทเรียนโดยใช้วิธีสะท้อนความคิด (Reflection) เชื่อมโยงศาสตร์ S-T-E-M ให้นักเรียนได้เข้าใจการนำแนวคิดสะเต็มมาใช้ในการเรียน (Prasertsang, 2013)

ในส่วนของการนำไปใช้ในกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่กำหนดให้สถานศึกษามีกิจกรรม ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ผู้สอนสามารถออกแบบบูรณาการการสอนแบบสะเต็มศึกษาได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียนและมีหัวข้อที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ โดยปัญหาจะต้องสามารถบูรณาการกับสะเต็มศึกษาได้ ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ในขั้นนี้ผู้เรียนจะแบ่งกลุ่ม เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นนี้ผู้สอน

จะช่วยเติมเต็มในหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องไปศึกษา ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา ขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมแหล่งสำหรับให้ผู้เรียนศึกษา ผู้เรียนดำเนินการศึกษาด้วยตนเองในเรื่องที่ต้องการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูล และเขียนสรุปความรู้ที่ตนเองศึกษา และให้นำข้อสรุปที่ได้มา มาเขียนเรียบเรียงเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นการทดสอบและประเมิน ขั้นนี้ให้ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ได้มาจัดระบบ และนำไปสู่การเขียนผังมโนทัศน์ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษา และขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ ขั้นนี้ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และให้ทุกกลุ่มร่วมกัน ประเมินการเขียนผังมโนทัศน์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ครูเตรียมไว้ (Klomim, 2015)

ผู้สอนสามารถใช้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาผู้สอนควรมีการกำหนดขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะที่สำคัญ และให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนเอง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรืออันตรายที่ต้องการพัฒนา

1.1 การทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ขั้นนี้ ครูต้องจัดหาหรือยกสถานการณ์ เช่น การสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพของสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ที่มีอุปสรรคต่อความสำเร็จที่ต้องการ หรือเห็นภาพที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้คิดว่า ควรจะสร้างหรือมีนวัตกรรมที่จะช่วยให้การดำเนินการหรือการทำงานหรือคุณภาพชีวิตดีขึ้น และ ท้ายสุดให้นักเรียนเล่าหรือบอกเรื่องราวในชีวิตจริงของนักเรียน อาชีพของผู้ปกครอง หรือครอบครัว หรือชุมชนของนักเรียน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ ดังกล่าว

1.2 การทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ขั้นนี้ ครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ซึ่งเกิดจากการเห็นคุณค่าของ “การรับรู้โดยการใส่ใจ” โดยครูต้องทำให้นักเรียนรับรู้ให้ได้ว่าจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้บอกเล่ามานั้น มี “ปัญหาหรืออุปสรรคต่อเป้าหมาย” ที่ควรใส่ใจในการหาวิธีแก้ไข มิฉะนั้นจะส่งผลกระทบในด้านลบ หรือใส่ใจที่จะ “สร้างหรือมีนวัตกรรม” อันเป็นการพัฒนา ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบในด้านบวก

1.3 การทำให้นักเรียนสามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ตรงประเด็นขั้นนี้ ครูต้องทำให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุปัญหา ซึ่งการระบุปัญหาที่ดีนั้น ต้องสื่อสารให้เห็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน และวิธีการทำให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็นที่สุด คือให้นักเรียนซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มระดมความคิด “ต้นตอที่ทำให้เกิดสถานการณ์ที่มีปัญหาแฝงอยู่” ให้มากที่สุดจากนั้นนำผลที่เกิดจากสถานการณ์ทั้งหมดมาสรุปให้แคบลง

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น

2.1 การฝึกให้นักเรียน “วิเคราะห์ปัญหา และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมหรือบริบทของปัญหา” ขั้นนี้ ครูต้องพยายามให้นักเรียนแยกแยะปัญหาว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร และให้นักเรียนอธิบายเพื่อระบุให้ได้ว่า

1) “เป้าหมายของการแก้ปัญหา” คืออะไร

- 2) “ความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา” มีอะไรบ้าง
- 3) “เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา” มีอะไรบ้าง

2.2 การฝึกให้นักเรียน “รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง” ขั้นนี้ ครูให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้แยกแยะมาแล้วแต่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน โดยให้ค้นคว้า ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน มีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้างหรือไม่ ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ได้ด้วยวิธีใด ซึ่งในการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องเชิญผู้รู้หรือผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมาคุยกับนักเรียน หรือนำนักเรียนไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

3.1 ฝึกให้นักเรียนมีความรอบคอบในการออกแบบวิธีแก้ปัญหา ขั้นนี้ครูต้องดำเนินการให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรอบคอบในการออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเน้นว่าการจะทำให้ได้ “เป้าหมายของการแก้ปัญหา” นั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา ซึ่งจะส่งผลผลิตจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับ

3.2 ฝึกให้นักเรียนสร้างทางเลือกวิธีแก้ปัญหา ขั้นนี้ครูต้องทำให้นักเรียนเอาเป้าหมายเป็นตัวตั้ง แล้วระดมสมองให้ได้ “วิธีการเพื่อให้ถึงเป้าหมาย” ให้มากที่สุด ซึ่งบางวิธีอาจมีความเป็นไปได้ยาก แต่ครูไม่ควรริบดวงตัดทิ้ง เนื่องจากวิธีคิดที่เป็นไปไม่ได้ อาจทำให้เกิดวิธีคิดใหม่ที่เป็นไปได้ หรืออาจปรับเปลี่ยนให้มีความเป็นไปได้ในภายหลัง ประการสำคัญต้องเน้นย้ำกับนักเรียนว่าแต่ละวิธีแก้ปัญหาก็ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมาร่วมด้วยก็ได้ จากนั้น นำมาออกแบบเป็น “ร่างแนวคิด” ของแต่ละวิธี แล้วประเมินในท้ายที่สุดว่าควรเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม

4.1 ฝึกให้นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการ ขั้นนี้ เป็นการนำร่างแนวคิดที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการจะนำไปปฏิบัติไปจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน การดำเนินงาน ระยะเวลา ที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขั้นตอนนี้ครูควรให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดและซักถามนักเรียนอย่างละเอียดเพื่อให้ข้อเสนอแนะหรือป้องกันอุปสรรคที่อาจเกิดจากการวางแผนที่ไม่รอบคอบเหมาะสม และหลังการเขียนแผนปฏิบัติการ อาจต้องให้ครูอนุมัติแผนปฏิบัติการก่อนนำไปดำเนินการ เนื่องจากบางกิจกรรมอาจต้องอยู่ในความดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้เชี่ยวชาญด้าน

4.2 ฝึกให้นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหา ระหว่างการปฏิบัติครูควรให้นักเรียนบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรคและวิธีแก้ไข และควรกำหนดเวลาที่นักเรียนต้องรายงานสรุปให้ครูทราบความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานเป็นระยะ

โดยกำชับนักเรียนว่าหากมีปัญหาหรืออุปสรรค หรือเหตุการณ์ที่จะต้องปรับเปลี่ยน ต้องแจ้งให้ครูทราบก่อน ดำเนินการทุกครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่พัฒนาได้

5.1 ฝึกให้รู้จักวิธีการทดสอบ ขั้นนี้ ครูควรให้นักเรียนระดมความคิดว่า ในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ ระหว่างการทดสอบต้องอยู่ในการควบคุมดูแลหรือไม่ เพราะบางครั้งวิธีการทดสอบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยซึ่งต้องอยู่ในการดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน

5.2 ฝึกให้รู้จักประเมินผล ขั้นนี้ ครูควรให้นักเรียนประเมินโดยยึดว่า ได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และ ภายใต้งานชิ้นที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่

5.3 ฝึกให้มีกระบวนการในการปรับปรุง ขั้นนี้ ครูต้องกำชับนักเรียนว่า หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุ ของการปรับปรุง วิธีปรับปรุงต้องอยู่บนพื้นฐานของการ นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิธีการทางวิศวกรรมมาใช้ และขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาได้ ขั้นนี้ครูควรเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่สถานการณ์ปัญหา การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การวางแผน การปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหา การทดสอบ ผลการประเมิน การปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัด ของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรียนรู้อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงาน อย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมาย และความต้องการหรือไม่ ที่สำคัญจะต้องให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (The Development of Curriculum Management in Place of Education, 2016)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แต่ละแผน/บทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องให้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชาตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาได้

การวัดและประเมินการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่ั้น ผู้สอนควรวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามี

ความรู้ความเข้าใจมีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1) การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) คือการประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การทำผลงาน ขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมในการสร้างชิ้นงาน โดยผู้สอนใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งแหล่งข้อมูลที่สะท้อนการประเมินจากสภาพจริงอาจได้มาจากสังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน การสัมภาษณ์ บันทึกของผู้เรียน การวัดและประเมินภาคปฏิบัติ แฟ้มผลงาน และทดสอบ 2) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) เป็นการประเมินที่ได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติได้จริง โดยประเมินกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง การและเินโดยสภาพจริง ให้ความสำคัญกับการประเมิน โดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครูร่วมกับผู้เรียนร่วมกันกำหนด แนวทางการประเมินนั้น ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากจากการมอบหมายให้ทำงานที่มอบหมายให้ต้องมีความหมาย มีความสำคัญ สัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตของผู้เรียน การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่าเดิม เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช เป็นต้น การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตาม แก้ไขปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา และการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน (Reeve. 2013, Institute for the Promotion of Teaching Science, 2014; Intalapaporn, 2015)

การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งและใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย คือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียนผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จ ตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียนผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

สรุป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน อีกทั้งครูผู้สอนต้องมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง ภายใต้แนวคิดที่ว่าจะต้องสอดคล้อง

กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพิ่มพูนทักษะการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ กระบวนการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน รวมถึงจัดกิจกรรมที่สร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียนให้เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และผู้สอนจะต้องนำเทคนิควิธีการสอนตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษามาใช้ในการจัดกิจกรรมกับผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

- Bellanca, J. & Brandt, R. (2010). *21st century skills, rethinking how students learn*. Indiana: Solution Tree.
- Claymier, B. (2014). *Integrating STEM into the elementary curriculum*, March 2014. Message from the Children's Council President
- Clemm, D. (2012). *Maryland State Department of Education : Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education*. Retrieved from <http://www.Marylandpublicschools.org/MSDE/programs/stem>
- Institute for the Promotion of Teaching Science. (2014). *STEM Education*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [In Thai]
- Intalapaporn, C. (2015). The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students. *Veridian E-Journal Silpakorn University*, 3(3), 129 -140. [In Thai]
- Klomim, K (2015). LEARNING MANAGEMENT BASED ON STEM EDUCATION FOR STUDENT TEACHERS. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 334 -348. [In Thai]
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Education (Part II): How to integrate STEM Education in classroom teaching. *Journal of Education Naresuan University*, 17(3), 154-156. [In Thai]
- O'Neill, T., Yamagata, L., Yamagata, J. & Togioka, S. (2012). Teaching STEM means teacher learning. *Kappan Delta* , 94(1), 36-40.
- Panich, W. (2012). *Learning for student in the 21st Century*. Bangkok: Tathata Publication. [In Thai]
- Prasertsang, P. (2016). Learning design for STEM education. *Journal of Prae Wa Kalasin Kalasin University*, 8(1), 63 -74. [In Thai]
- Reeve, E. M. (2013). *Implementing science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A report prepared for the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Robert, A. (2013). STEM is here: now what? *Technology and Engineering Teacher*, 22-27.

- Robert M. C. & Han, S. (2014). STEM: The education frontier to meet 21st century challenges. *Middle Grades Research Journal*, 9(3), 15-16.
- The Development of Curriculum Management in Place of Education. (2016). *STEM education*. Bangkok: Ministry of Education. [In Thai]