

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อการบริการสังคม Management of STEM Education for Social Services

ปิติยา สังคะโชติ¹ รุ่งรัตน์ มาไทย² เพ็ญญา แสงโสภา³
E-mail: pitiya1997@gmail.com

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของบทความนี้เพื่อนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นการเรียนรู้ แบบบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหานั้น 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี ข้อจำกัด เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 3) การวางแผนและพัฒนา ต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการ ให้ชัดเจน รวมถึงการออกแบบพัฒนาต้นแบบที่ใช้ทดสอบในการแก้ปัญหา 4) การทดสอบและประเมินผล เป็นการใช้งานต้นแบบ ซึ่งผลที่ได้สามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5) การนำเสนอผลลัพธ์ หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีเป้าหมายปลายทางของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งคือ การเกิดนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อช่วยเหลือสังคม และบริการสังคม การเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทความเป็นผู้นำ ในการทำกิจกรรม ในชั้นเรียน โดยการฝึกคิดและลงมือทำ แก้ปัญหาร่วมกันระหว่าง ผู้เรียน ผู้สอน และชุมชน ผลที่เกิดจากการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามายุบรวมการกับกิจกรรมบริการสังคม ก็คือชุมชนเกิดการเปลี่ยนแปลง และผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการชุมชนโดยใช้ฐานความรู้และทักษะที่ได้รับมาจากสถานศึกษา เพื่อปรับใช้ให้เหมาะกับชุมชน และชุมชนได้ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ได้คุณลักษณะของการเป็นพลเมืองที่สังคมต้องการ

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม

Abstract

This article aims to present the concept of learning management according to STEM education which is an integrated learning among 4 disciplines: science, technology, engineering and mathematics. This learning management focuses on the students practice via project-based or problem-based learning activities, students will be able to participate in activities to develop their knowledge and practice their skills in science, mathematics and technology, along with the concept of engineering design. The main steps are as follows: 1) Identifying a problem is a step by which problem solvers should understand what is an everyday life problems and necessary to find a method or create an invention to solve those problems. 2) Finding related concept is the step of gathering information and concept related to problem solving and assess the possibility, worthiness, advantages and disadvantages to select the most suitable concept or method. 3) Planning and developing by defining the sub-steps of working, setting targets and execution times as well as designing prototypes used to solve problems. 4) Testing and evaluation is a steps of applying the prototype, which results in improved and developed outcomes to be more effective in solving the problem. Presentation of results, after developing, improving, testing and evaluating solutions by designing a method of presenting information that can be understood and interested. Goal and destination of each learning activity is to create innovation or invention to support society and social services. Learning for social service is a learning activity that allows students to play a leadership role in classroom activities by practicing, thinking and participating in problem solving among students, teachers and the community. Consequently, results from the integration of learning management according to

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

³ อาจารย์กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

STEM education with social service activities is that the community has changed, moreover, learners are proud to be involved in community management by using their knowledge and skills they gained from the school and adapt to community appropriately. Meanwhile, the community has helped to develop learners with the citizenship attributes that society needs.

Keywords: STEM education, learning to social service

ความนำ

ปัจจุบันการเข้าถึงซึ่งข้อมูล ข่าวสารต่างๆ ด้วยอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวก เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ไอแพด เป็นต้น ทำให้ผู้เรียน สามารถเรียนรู้และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองสะดวกและรวดเร็วขึ้น ทำให้ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนบทบาทตนเองในการจัดการเรียนรู้ จากการเป็นผู้บอกความรู้มาเป็นโค้ช เพื่อพัฒนาทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ประกอบด้วยทักษะด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ทักษะด้านสื่อ (Media Literacy) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information, Communications and Technology Literacy) เป็นต้น (วิจารณ์ พานิช.2555: 17 ; Partnership for 21st Century Skills ; Bellanca , J.and Brandt, R.2010) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Stem Education) เป็นแนวคิดที่มีการจัดการเรียนรู้บูรณาการในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) ผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ในต่างประเทศโดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดจิตสำนึกในฐานะที่เป็นสมาชิกของสังคม ผ่านกระบวนการเรียนรู้และการสอนที่เรียกว่า การเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม (service-learning) เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้และพัฒนาตนเองจากการเข้าไปมีส่วนร่วมโดยตรงในการให้บริการแก่สาธารณะ ซึ่งสอดคล้องกับความจำเป็นและความต้องการของชุมชน

ความหมายสะเต็มศึกษา

สะเต็ม (STEM) เป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ส่วนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้สอนจะสอนแบบแยกเป็นรายวิชา โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมา มีการสอนแบบบูรณาการ โดยเพิ่มวิชาวิศวกรรม และเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้สะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับ 4 วิชาดังกล่าว ในปัจจุบันสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้นความหมายของสะเต็มศึกษาในปัจจุบันจะครอบคลุม การเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์ (Capraro , Capraro ,& Morgan.2013 ; Gonzalez & Kuenzi.2012; Zollman.2011)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ที่มุ่งเน้นแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน ในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การหลอมรวม 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงาน (Project-Based Learning) ที่มีการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ร่วมด้วย ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ 2) กิจกรรมมีความท้าทายให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ 3) กิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้เชิงรุก (active leaning) ของผู้เรียน 4) การทำกิจกรรมจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 5) การแก้สถานการณ์ในกิจกรรมผู้เรียนสามารถนำไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในอนาคตได้

สะเต็มศึกษาจึงหมายถึงการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยสามารถเรียนรู้ผ่านกิจกรรมแบบโครงงาน เป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ด้วยการใช้กระบวนการเรียนรู้ เพื่อแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ในอนาคต

แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยนักเรียนจะได้ ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงได้นำความรู้มาออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจาก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษาสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง คือ 1) การจัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียนความเหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมให้เสร็จสิ้นโดยในแต่ละรายวิชา จะต้องคำนึงถึงตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์ของแต่ละกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนใน เนื้อหาชิ้นๆ ก็จะสามารถทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ 2) จัดสะเต็มศึกษาไว้ในรายวิชาเพิ่มเติม ในรูปแบบ การจัดทำโครงงาน การจัด กิจกรรม สะเต็มศึกษารูปแบบนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างมาก 3) จัดสะเต็มศึกษาไว้ในรูปแบบ ชุมนุม ชมรม ค่าย การจัดกิจกรรมในรูปแบบนี้มักเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาของชุมชน ปัญหาสิ่งแวดล้อม

กมลฉัตร กลุ่มอมิม (2559) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 1) การวางแผนดำเนินการ 2) การนำเอารูปแบบการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาบูรณาการกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3) สะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน 4) ประเมินผลโดยการประเมิน จากครูผู้สอน 5) บูรณาการกับท้องถิ่น เพราะผู้เรียนจะสามารถเห็นปัญหาในท้องถิ่นของตนเองและสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

Lantz (2009) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอน และประเมินผลของ นักเรียน สิ่งที่นักเรียนได้พัฒนาจากการเรียนรู้ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ สามารถที่จะ กำหนดคำถามและปัญหา ออกแบบและค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ โดยใช้ ทักษะความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย 2) ความเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาที่เกิดเพื่อกำหนด กรอบหรือขอบเขต ที่จะศึกษา โดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานสู่การ ออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของโลกปัจจุบัน 3) ความสามารถในการประดิษฐ์ คือ ออกแบบ อย่างสร้างสรรค์ ทำการทดลอง และออกแบบชิ้นงาน โดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การ นำไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อตอบสนอง ความต้องการของสังคม 4) ความเชื่อมั่นในตัวเอง คือ สามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในการพัฒนา ตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองในการทำงานในช่วงเวลาและสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป 5) ความคิดอย่างมีเหตุและผล คือ สามารถที่จะเข้าใจเหตุและผลและตรรกะ ผ่านกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ วิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่างๆ ได้ 6) ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี คือ มีความเข้าใจและสามารถ อธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

สะเต็มศึกษาจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียน เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยยึดหลักในการจัดการ เรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษาคือ 1) ครอบครอง 2) ปัญหาหน้าเรื่อง และ 3) ลงมือปฏิบัติจริง ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2558) กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อการบริการสังคม (Service Learning) มีผู้ให้คำจำกัดความ ไว้ ดังนี้

เฟอโก (Furco, 2009) ได้ให้คำจำกัดความว่า การเรียนการสอนเพื่อการบริการสังคม (Service learning) เป็นการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์อย่างมีเป้าหมาย ใช้บริบททางวิชาการออกแบบ โครงงานบริการ เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการให้บริการ การเรียนรู้ดังกล่าวจะ เกิดขึ้นได้ เมื่อทั้งผู้ให้บริการ และผู้รับบริการได้รับประโยชน์จากกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ ออสมัน และ พีเทอร์เซน (Osman & Petersen, 2013) ได้ให้คำจำกัดความว่า การเรียนการสอนเพื่อการบริการสังคม เป็นการเรียนการสอนที่เน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง

การมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทั้งการลงมือปฏิบัติ การสนทนาสื่อสาร การหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการมีส่วนร่วมในชุมชนที่หลากหลาย นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แตกต่างและได้ใช้ความคิดอย่างอิสระในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล การเรียนการสอนแบบนี้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของนักเรียน ทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพ เป็นพลเมืองโลกที่ดี

Besa (2014) และ Konechaiyaphum (2017) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น

รพีพล อินสุวรรณ และ ประสาท เนื่องเฉลิม (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนสืบค้น เสาะหาความรู้ สืบค้น ตรวจสอบ และค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาคิดอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ยังเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สู่การประดิษฐ์นวัตกรรม นักเรียนสามารถคิดและออกแบบสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ๆ จากองค์ความรู้ที่มีอยู่ สามารถขยายความรู้ได้อย่างกว้างขวาง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการบริการสังคม เป็นการนำประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มาร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติกับชุมชน ผ่านการจัดทำลักษณะโครงการที่เป็น ความรู้เข้าไปตอบสนองสังคม โดยเริ่มจากผู้เรียนทำการศึกษาสภาพความต้องการและปัญหาของชุมชน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2556) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อการบริการสังคมไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการ (P Preparation) ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการศึกษาสภาพและความต้องการของชุมชน ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ร่วมกัน อภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหาย่างสร้างสรรค์ ร่วมกันวางแผนในการจัดกิจกรรมการบริการวิชาการแก่สังคม ในขณะเดียวกันการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับชุมชน จะช่วยลดหลอมความเป็นพลเมืองที่ดี สมาชิกที่มีคุณค่าต่อสังคม การคิดการวางแผน และการสื่อสาร ยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญาและอารมณ์ ชุมชนก็ได้มีโอกาสเรียนรู้วิทยาการใหม่ควบคู่ไปกับการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น เปิดพื้นที่การพูดคุยสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างคนแต่ละวัย

2. ขั้นตอนที่ 2 นำเสนอ (C – Class presentation) นำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ ความต้องการของชุมชนตามความสนใจและความสามารถของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ

3. ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติ (A – Action) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันจัดโครงการบริการสังคมตามแผนการที่ได้วางไว้ร่วมกันในขั้นที่ 1 ซึ่งการปฏิบัติจะต้องนำทฤษฎีและทักษะที่ผู้เรียนได้ศึกษามาปรับประยุกต์ใช้ ให้เหมาะสม ชุมชนต้องเข้าใจและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีระหว่างที่ผู้เรียนจัดโครงการบริการสังคม ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ผู้เรียนจะต้องดำเนินการตามที่วางแผนร่วมกับชุมชน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้รับบริการ การประเมินความพึงพอใจหรือผลที่เกิดแก่ชุมชน

4. ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนคิด (R - Reflection) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำผล การปฏิบัติการบริการสังคมมาร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งอาจนำเสนอโดยการบรรยาย จัดทำโปสเตอร์ แผ่นพับ หรือนำเสนอผ่านวีดิทัศน์และผู้เรียนจะต้องสะท้อนผลการปฏิบัติผ่านร่องรอยที่เก็บรวบรวมข้อมูล และผู้เรียนสะท้อนผล บทบาทของผู้สอนในขั้นตอนนี้จึงทำหน้าที่เป็นผู้คอยเสนอแนะและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักในบทบาทหน้าที่ของพลเมืองที่ดี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับแนวคิดการบริการสังคม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับการบูรณาการแนวคิดการบริการสังคมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนผนวกได้ด้วยกัน ดังความสัมพันธ์ เชื่อมโยงกันได้ ดัง

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการบริการสังคมและสะเต็มศึกษา

การบริการสังคม	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
P(P-preparation) เตรียมความพร้อมโดยการสำรวจชุมชนตามความสนใจของผู้เรียน ครูให้สถานที่สำรวจ	1. ให้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ครูให้สถานการณ์ และวัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือ แนะนำ
C(C-Class presentation) นำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ความต้องการของชุมชน ตามความสนใจและความสามารถของผู้เรียน ครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือ แนะนำ	2. รวบรวมแนวคิดและออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือ แนะนำ
A (A- Active Learning) ร่วมกันวางแผนดำเนินโครงการ (Project based learning) และปฏิบัติกิจกรรมเพื่อบริการชุมชน	3. ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม
R (Reflection) สะท้อนผลการเรียนรู้โดยการบริการชุมชน โดยใช้การสะท้อนความคิดและอาจมีการจัดประกวดชิ้นงานที่ได้จากการเรียนรู้และช่วยเหลือชุมชน	4. นำเสนอนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการคิดแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจมีการจัดประกวดแข่งขันเพื่อสร้างเสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน

ที่มา: ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการบริการสังคมและสะเต็มศึกษา (ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2556)

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2556) อธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น มีขั้นตอนและกระบวนการที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งเมื่อเกิดการเรียนรู้ร่วมกันกับชุมชนตามกิจกรรม ที่ผู้สอนได้ออกแบบในชั้นเรียน ผู้เรียนได้รับความรู้ในสิ่งที่สนใจ ในฐานะพลเมืองของชุมชนคนหนึ่ง ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความต้องการจำเป็นที่ชุมชน สังคม ต้องการพัฒนานวัตกรรมของชุมชนผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการประยุกต์แนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถบูรณาการความรู้ได้ ดังนี้ วิทยาศาสตร์ (S - Science) ในกิจกรรมการทำหุ่นรอบสมุนไพรม ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ที่เรียนในภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่อง สี กลิ่น รสชาติสมุนไพรม การสกัดด้วยตัวทำละลายการเปลี่ยนสถานะเป็นคอลลอยด์และของแข็ง ให้นักเรียนทดลองต้มน้ำสมุนไพรม พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกหลังผลการทดลอง เทคโนโลยี (T - Technology) ในกิจกรรมการทำหุ่นรอบสมุนไพรม ผู้เรียนควรวางแผนในการดำเนินงาน โดยการวางแผนในการทำหุ่นรอบสมุนไพรมต้องทำอะไรก่อนเป็นอันดับแรกและลำดับถัดไป ผู้เรียนต้องสืบค้นกรรมวิธีการทำหุ่นรอบสมุนไพรมในอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นการวางแผนหรือการกำหนดอนาคตล่วงหน้าเกี่ยวกับภารกิจหรือกิจกรรมต่างๆ วิศวกรรมศาสตร์ (E - Engineering) ในกิจกรรมการทำหุ่นรอบสมุนไพรม ผู้เรียนได้ฝึกออกแบบโลโก้ผลิตภัณฑ์และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม เหมาะสมกับการนำไปวางขายในท้องตลาด เป็นการฝึกการออกแบบที่จะได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้คณิตศาสตร์ (M - Mathematics) ในกิจกรรมการทำหุ่นรอบสมุนไพรม ผู้เรียนนำความรู้ที่เรียนในภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ องค์ความรู้เรื่องการตวง อัตราส่วน รูปเรขาคณิตสามมิติ การบันทึกรายรับรายจ่าย นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต คือการตัดวงในสถานะ ที่แข็งตัวให้เป็นรูปเรขาคณิตต่างๆ ตามนักเรียนต้องการ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อการบริการสังคม “ การทำหุ่นรอบสมุนไพรม ”

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการของสังคม	1. ครูนำอภิปรายถึงลักษณะของหุ่นรอบที่อร่อยว่าควรมีลักษณะอย่างไร เพื่อร่วมกันสรุปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความอร่อยของหุ่นรอบสมุนไพรม 2. ครูชักชวนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันทำหุ่นรอบสมุนไพรม โดยครูชี้แจงกติกา ดังนี้ 2.1 ออกแบบหุ่นรอบสมุนไพรม 2.2 ให้เพื่อนในห้องชิมและลงคะแนนเพื่อเลือกหุ่นรอบสมุนไพรมที่อร่อยที่สุด 2.3 แต่ละกลุ่มสามารถทดลองทำหุ่นได้หลายครั้งและปรับปรุงอัตราส่วนของส่วนผสมได้ 2.4 การทำหุ่นโดยใช้น้ำสมุนไพรมเป็นตัวทำละลาย ได้ครั้งละ 1 ถ้วยตวง 2.5 งบประมาณในการทำหุ่นรอบสมุนไพรมทั้งหมดเพียง 200 บาท”
ขั้นที่ 2 รวบรวมแนวคิดและออกแบบนวัตกรรม	1. นักเรียนศึกษาวิธีการทำหุ่นรอบสมุนไพรม จากใบความรู้และสืบค้นเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต 2. ครูอภิปรายถึงปริมาณตัวทำละลาย สารละลาย ตัวถูกละลาย ที่กำหนด ซึ่งให้ใช้ได้เพียง 1 ถ้วย 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทำหุ่นรอบสมุนไพรมจากข้อมูลที่รวบรวมได้ 4. ครูทบทวนเกี่ยวกับเกณฑ์ในการพิจารณาและสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการทำหุ่น คือ เรื่องรสชาติ เนื้อ หุ่น กลิ่น สี และรูปร่าง และงบประมาณที่ใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบโลโก้กราฟฟิก และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สวยงามและเหมาะสมกับลักษณะการดัดวันกรอบสมุนไพร 2. บันทึกลักษณะของวันที่ต้องการทำลาย(น้ำสมุนไพร) ส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ ทำวันและมีอัตราส่วนอย่างไร 3. วางแผนในการซื้อและซื้อสินค้าส่วนผสมเพื่อทำวัน 4. ครูเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารให้ เช่น เต้า หม้อ ตะหลิว ช้อนถาด มีด เป็นต้น
ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์	1. จัดประกวดแข่งขันเพื่อสร้างเสริมกำลังใจให้กับนักเรียน โดยมี แนวทางการวัดผลประเมินผล 3 ด้าน ได้แก่ ประเมินชิ้นงาน การมีส่วนร่วมในการทำงาน และการนำเสนอ 2. นำเสนอปัญหา/อุปสรรคในการทำวันและแนวทางในการแก้ปัญหา 3. ให้นักเรียนกลุ่มที่ประสบความสำเร็จนำเสนอแนวทางในการทำวันกรอบสมุนไพรของตนเพื่อเป็นแนวทางให้เพื่อนกลุ่มอื่น

ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการของสังคม นักเรียนได้รับความรู้ในสิ่งที่สนใจและแสดงออกถึงองค์ความรู้ที่ได้รับในฐานะ พลเมืองของชุมชนคนหนึ่งตระหนัก ถึงความต้องการจำเป็นที่ชุมชน สังคม ต้องการ ขั้นที่ 2 รวบรวมแนวคิดและออกแบบนวัตกรรม นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยี การสำรวจ และการวิเคราะห์ความต้องการของชุมชน ตามความสนใจและความสามารถของผู้เรียน ขั้นที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทำงานกลุ่ม ร่วมกันออกแบบ ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนานวัตกรรมของชุมชนผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่น ขั้นที่ 4 นำเสนอนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ ผู้เรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกการใช้เหตุผลและผู้นำนักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่ได้มีบทบาทช่วยเหลือและแก้ปัญหาของชุมชนซึ่งเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ

จากกิจกรรมดังกล่าว ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักในบทบาทหน้าที่ความเป็นพลเมืองคนหนึ่ง ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่ได้ทำหน้าที่ช่วยเหลือสังคมตามความสามารถของตนเอง ซึ่งเป็นเป้าหมายปลายทางของการจัดกิจกรรมตามแนวคิดของการบริการสังคม (ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และธีรศาสตร์ คณาศรี, (2560) สามารถแสดงแผนภาพการดำเนินกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อการบริการสังคม ดังนี้



บทสรุป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อการบริการสังคมนั้น ผู้สอนสามารถใช้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการกับแนวคิดการบริการสังคมให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 และพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งสามารถผนวกสะเต็มศึกษากับแนวคิดและขั้นตอนการบริการสังคมได้ด้วยกันเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการของสังคม ขั้นที่ 2 รวบรวมแนวคิดและออกแบบนวัตกรรม ขั้นที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาและ ขั้นที่ 4 นำเสนอนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เห็นถึงความสำคัญของชุมชน ว่าเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญและใกล้ตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนัก รักและผูกพันกับท้องถิ่นที่ตนอาศัยอยู่ เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ที่มีบทบาทในการร่วมช่วยชุมชนแก้ไขปัญหา และพัฒนานวัตกรรมต่อยอด แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ การเรียนรู้แบบนี้ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้อื่นๆเพิ่มขึ้น และจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีทักษะและกระบวนการต่างๆ ในการใช้ชีวิต การนำกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง คือ 1) จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน 2) จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนอาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขโจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น 3) จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรม นอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมชน ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบนี้เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้สามารถทำได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนแบบบูรณาการเพื่อการบริการสังคมนั้น โดยมีครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องช่วยขับเคลื่อนให้การเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวหน้าเพื่อนำไปพัฒนาสังคมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพรู. <<http://kmutt.ac.th>> (สืบค้น เมื่อ 19 ธันวาคม 2562).
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). การเรียนรู้เพื่อการบริการสังคม. วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. <<http://praewa.ksu.ac.th>> (ค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562).
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และธีรศาสตร์ คณาศรี. (2560). การบริการสังคมกับการออกแบบการสอนสะเต็มศึกษา. <<https://edu.msu.ac.th>> (ค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562).
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการบริการ สังคมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพรู. วิทยานิพนธ์ปร.ด. (นวัตกรรมการศึกษา และการเรียนรู้) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2555). การเรียนการสอนที่เน้นการบริการสังคม. วารสารวิชาการ. 15(1), 36-49.
- รพีพล อินสุวรรณ และ ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 15(2), 162-170.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2556). สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์. <<http://www.stemedthailand.org>> (ค้นเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2562).
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา. <<http://stemedthailand.org>> (ค้นเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2562)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี. (2558). คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี. (2558). คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 201-202
- Bellanca, J. and Brandt, R. (2010). 21st Century Skills, Rethinking How Students learn. Bloomington, IN: Solution Tree.
- Besa, N. (2014). Effects of STEM education approach on biology achievement, problem solving ability and instructional satisfaction of grade 11 students. Master's Thesis. Prince of Songkla University. (in Thai)

Capraro , R. M., Capraro ,M. M., & Morgan , J.R.(2013).STEM project-based learning: An integrated science , technology , engineering , and mathematics(STEM) approach. Rotterdam , The Netherlands: Sense.

Lantz, H.B. (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education what form? what function?. <<http://www.currtech-integrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>>