

วารสารชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพครู

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2566) หน้า 121 - 139

Journal of Teacher Professional Learning Community (JTPLC)

Vol. 3, No. 2, pp. 121 - 139, May – August 2023

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/jtplc>



ผลกระทบของการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับ
ครูในประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และ อินโดนีเซีย

Impacts of Technology Transfer about STEM Education Pedagogy
for Teachers in the Philippines, Vietnam, and Indonesia

ประเทืองสุข มณีล้ำ¹, อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์¹, สุกัญญา สุตะพันธ์¹, และ โชคชัย ยืนยง²

¹โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**Pratuengsook Maneelam¹, Akkarawat Srisawat¹, Sukanya Sutaphan¹, and
Chokchai Yuenyong²**

¹Demonstration School of Khon Kaen University, Secondary Level, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

*Corresponding author: ychok@kku.ac.th

Received: 12 Jul 2023

Revised: 30 Jul 2023

Accepted: 02 Aug 2023

บทคัดย่อ

แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019) มีลักษณะสำคัญตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา (เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ ภาษา สังคม และอื่นๆ) ในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (active learning) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอผลกระทบของการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย การดำเนินกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 บทบาทสมมุติ ขั้นตอนที่ 2 สะท้อนคิดสร้างความหมายวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 3 พัฒนากิจกรรมการ

เรียนรู้สะเต็มศึกษา และขั้นตอนที่ 4 การสร้างคุณค่าร่วมกันเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ผลกระทบของการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ผู้เข้าร่วมกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา ได้จำนวน 60 แผนการจัดการเรียนรู้ และ ในช่วงปี พ.ศ. มกราคม 2562 – พฤษภาคม 2565 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถตีพิมพ์บทความที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) จำนวน 15 เรื่อง

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา วิธีการสอน บริบททางสังคม

Abstract

STEM education pedagogy regarding on Sutaphan and Yuenyong (2019) provided students' learning to practice STEM knowledge from social context. This approach follows key concept of STEM Education. These included (1) allowing students to integrated disciplines related to STEM (e.g. science, mathematics, technology, arts, languages, social study, and so on), (2) challenging students to solve problem regarding to social context, (3) provide students with active learning, (4) enhancing students' the 21st century skills via finding a solution, and (5) organizing students to practice a way of solving problem that related to students' everyday life and to conceptualize future careers. This article aimed to present the impacts of transferring technology about Sutaphan and Yuenyong (2019) STEM education pedagogy for teachers in the Philippines, Vietnam, and Indonesia. Method of technology transfer consists of 4 steps. These included 1) role play, (2) conceptualization of Sutaphan and Yuenyong (2019) STEM education pedagogy, 3) developing STEM education lesson plans, and 4) create share value of STEM education. The finding revealed the participants could develop approximately 60 lesson plans of STEM education regarding on Sutaphan and Yuenyong (2019) STEM education pedagogy. And, during 2019 – 2022, the participants could publish 15 papers related to Sutaphan and Yuenyong (2019) STEM education pedagogy.

Keywords: STEM education, pedagogy, social context

1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการ และกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มีนโยบายในการเตรียมนักเรียนและ เพื่อปรับเปลี่ยนการศึกษาให้มีความสอดคล้องต่อโครงการ การศึกษาและการพัฒนาทักษะสำหรับ 2030 ของ OECD (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562); สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ [สอวช], (2562) ซึ่งการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์การเรียนรู้ (Transformative Learning) เป็น แนวทางที่เชื่อว่าสามารถส่งเสริมสมรรถนะแห่งการปรับเปลี่ยนในโลกแห่งอนาคตที่จะมาถึง อันใกล้นี้ตามแนวทาง OECD องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) ได้กำหนด 17 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับปี 2030 (Sustainable Development Goals for 2030) โดยครอบคลุมในด้านต่าง ๆ เช่น ขจัดความยากจน (No Poverty) ขจัดความหิวโหยและความ อุดอยาก (Zero Hunger) มีสุขภาพและความผาสุก (Good Health and Well-being) การศึกษาที่เท่าเทียม (Quality Education) พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ (Affordable and

Clean Energy) การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action) และด้านอื่น ๆ (United Nations [UN], 2015; อัครวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และ โชคชัย ยืนยง, 2564)

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของการศึกษาในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะในอนาคต รวมถึงทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการนำความรู้ไปปฏิบัติในสถานการณ์ปัญหาแห่งโลกความเป็นจริง โดยนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเพื่อมาเป็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน ที่ใช้วิธีการออกแบบและการแก้ปัญหา โดยใช้โครงงาน และการสืบเสาะความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่สมรรถนะการปรับเปลี่ยน มโนทัศน์ (Sutaphan and Yuenyong, 2019; Maneelam and Yuenyong, 2022)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา (เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ ภาษา สังคม และอื่นๆ) ในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (active learning) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (Yuenyong, 2019)

จากลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาดังกล่าวมีแนวทางการสอนสะเต็มศึกษาหลายแนวทางที่นักการศึกษาได้นำมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องมาฝึกออกแบบแนวทางคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต ตัวอย่างแนวทางการสอนสะเต็มศึกษาเหล่านั้น เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) การสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) การสอนสะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) การสอนโดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยี การสอนโดยออกแบบการคิด (Design thinking) การสอนโดยใช้การออกแบบ (Design Based Learning) การสอนโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และ การสอนโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นต้น (Bybee, 2013; Maneelam and Yuenyong, 2022; Moore et.al., 2015; Sutaphan and Yuenyong, 2019; Williams, 2019; Wolfmeyer and Chesky, 2015)

2. เทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวทางของ Sutaphan & Yuenyong (2019)

การสอนสะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) เป็นการพัฒนารอบทฤษฎีสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในสถานศึกษา โดยเสนอแนวคิดเชิงปฏิบัติของแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา ที่บูรณาการแนวคิดหลักระหว่างปัญหาตาม โครงการ การสืบเสาะ การออกแบบ และการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงโดยใช้บริบทที่สัมพันธ์กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แนวทางการสอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) จะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถกำกับทิศทางแนวคิดของนักเรียนให้ก้าวไปที่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาในโจทย์ที่ประเด็นทางสังคม หรือโจทย์ผู้ประกอบการ จนสามารถนำความรู้เชิงบูรณาการมาฝึกปฏิบัติสำหรับการตอบโจทย์ตามความต้องการของมนุษย์ในเชิงสังคมหรือผู้ประกอบการ ซึ่งการฝึกตอบโจทย์ดังกล่าว ถือได้ว่าเป็นการฝึกในทางกระบวนการวิศวกรรมและเทคโนโลยี โดยแนวทางการตอบโจทย์ดังกล่าวจะออกมาเป็นเทคโนโลยีในรูปแบบต่างๆ เช่น การออกแบบต้นแบบ (prototypes) สิ่งของหรือสิ่งประดิษฐ์ (artefacts) ขั้นตอนหรือโพรโตคอล (protocol) ระบบ (system) หรือการเสนอทางเลือกที่เหมาะสม (volitions) (de Vries, 2007) อย่างไรก็ตาม ถือว่าเป็นเรื่องปกติ ถ้าการนำความรู้เชิงบูรณาการมาฝึกปฏิบัติของนักเรียนบางกลุ่ม บางคน อาจเกิดความล้มเหลว ไม่สามารถนำไปสู่การตอบโจทย์แนวทางใดๆ เลย เพราะนักเรียนที่ได้ฝึกปฏิบัติสำหรับการตอบโจทย์ในบทเรียนสะเต็มศึกษา ก็ได้ตระหนักถึงความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (hard skills) และทักษะที่จำเป็นในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (soft skills) จากความล้มเหลวเหล่านั้นแล้ว (Sohsomboon and Yuenyong, 2021)

แนวทางการสอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นการระบุประเด็นทางสังคม (Identification of social issues stage) (2) ขั้นการระบุแนวทางหาคำตอบอย่างประสิทธิภาพ (Identification of potential solution stage) (3) ขั้นต้องการความรู้ (Need for knowledge stage) (4) ขั้นทำการตัดสินใจ (Decision-making stage) (5) ขั้นพัฒนาต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ (Development of prototype or product stage) (6) ขั้นทดสอบและประเมินผลต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ (Test and evaluate the solution stage) และ (7) ขั้นกระบวนการทางสังคมและผลสำเร็จของตัดสินใจ (Socialization and completion decision stage)

(1) ขั้นการระบุประเด็นทางสังคม (Identification of social issues stage) เป็นการส่งเสริมนักเรียนให้เริ่มต้นด้วยปัญหาและ/หรือปัญหาจากบริบท ลักษณะของปัญหาสังคมอาจเกี่ยวข้องกับบริบทท้องถิ่น หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางสังคมวัฒนธรรม และเทคโนโลยี ปัญหาอาจรวมถึงภัยพิบัติ (เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว สึนามิ ฯลฯ) มลพิษทางอากาศ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพ สุขภาพ เครื่องสำอาง ระบบนิเวศ พลังงาน หรือโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หรืออาจมีการแนะนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ตัวอย่างเช่น การออกแบบของเล่น, สนามเด็กเล่น, การทำฟาร์มเกษตรกรรมที่แม่นยำ, ยา, ผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่น, บรรจุภัณฑ์หรือปัญหา ด้านเทคโนโลยีหรือระบบอื่น ๆ และที่สำคัญคือทำให้แน่ใจว่าปัญหาเหล่านี้อาจทำให้นักเรียนพัฒนาลำดับเหตุการณ์หรือการออกแบบที่หลากหลายตามลำดับเวลา ในการเริ่มต้นปัญหาทางสังคม ครูอาจดึงดูดนักเรียนด้วยการนำเสนอภาพและวิดีโอคลิปที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับปัญหาทางสังคม รูปภาพคลิป VDO และ/หรือครุคาคการล่วงหน้าว่าจะกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหาของปัญหาสังคมเหล่านี้ ครูอาจให้คำถามบางข้อเพื่อให้นักเรียนเพื่อรับรู้แนวคิดหลักของปัญหา ครูไม่เพียงแต่ถามนักเรียน(กิจกรรมถามและตอบ) เพื่อให้นักเรียนอภิปรายและ/หรือระดมความคิด แต่ยังมีคามคาดหวังสูงที่กระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะ เรียนรู้เกี่ยวกับปัญหา/ปัญหาสังคมและการตั้งคำถามด้วยตนเอง

(2) ขั้นการระบุแนวทางหาคำตอบอย่างประสิทธิภาพ (Identification of potential solution stage) ในขั้นตอนนี้จะช่วยยกระดับนักเรียนในการพัฒนาวิธีแก้ปัญหที่เป็นไปได้ บนพื้นฐานของความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์และอื่น ๆ จำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ/ค้นหา ศึกษา และค้นคว้าข้อมูลความรู้ล่วงหน้าเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เพื่อสนับสนุนแนวคิดของพวกเขาเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานี้ (โอกาสในการเรียนรู้เพิ่มเติม) หลังจากระบุปัญหาแล้วนักเรียนควรมีโอกาสวางแผนว่าจะแก้ปัญหายังไรหรือเพิ่มทางเลือกสำหรับการแก้ปัญห อาจมีการระบุความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และอื่น ๆ ไว้เพื่อสนับสนุนปัญหา นักเรียนต้องการความรู้อะไรเพื่อให้ปัญหาง่ายขึ้น ขั้นตอนนี้กำหนดให้นักเรียนต้องคิดว่าอะไร ทำไม อย่างไร แนวคิด การออกแบบ ระบบ ความตั้งใจในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และอื่น ๆ ที่ควรนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาสังคม สิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อสร้างความหมายของแนวคิดทางเทคโนโลยี ในขั้นตอนนี้ กิจกรรมการเรียนรู้อาจกระตุ้นให้นักเรียนชี้แจงสิ่งที่พวกเขามุ่งเน้นไปที่การรวมความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้ากับการออกแบบต้นแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ (นวัตกรรม) เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตของเราหรือการแก้ไข(ปัญหาสังคม/ปัญหา) และสาขาวิชาอื่น ๆ เช่น เพื่อสังคมสังคมวัฒนธรรมเศรษฐศาสตร์ศิลปะสิ่งแวดล้อมและอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนอาจมีส่วนร่วมในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของการออกแบบ ยกตัวอย่างเช่นนักเรียนอภิปรายและ/หรือระดมความคิดเกี่ยวกับ 5 ต้นทุนของพวกเขา (ต้นทุนทางกายภาพ, ต้นทุนทางการเงิน, ต้นทุนทางสังคม, ต้นทุนมนุษย์และต้นทุนธรรมชาติ) เพื่อสนับสนุนรายการแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ นักเรียนต้องคิดถึงคำถาม 5W + 1H (อะไร, ที่ไหน, เมื่อไหร่, ใคร, ทำไมและอย่างไร) ที่ขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่มที่สร้างขึ้นโดยต้นแบบการออกแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ (นวัตกรรม) ของพวกเขาเอง

(3) ขั้นต้องการความรู้ (Need for knowledge stage) ในขั้นนี้กิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดให้เกี่ยวข้องกับชนิดของความรู้ที่นักเรียนได้รับในการระบุขั้นตอนการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนควรให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามความจำเป็นในการตัดสินใจเลือกและวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือ วิชาอื่นที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการความรู้เพื่อการปฏิบัติดีในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้รับการคิดค้นขึ้นในหลาย ๆ วิธีเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเทคโนโลยีและประเด็นทางสังคม พวกเขาส่วนใหญ่รับรู้ว่าการศึกษาด้านกำเนิดต้องได้รับการจัดให้เป็นความรู้เชิงบูรณาการระหว่างต้นกำเนิดสหวิทยาการในบริษัท เป็นที่คาดหวังว่าแนวคิดของ STEM นั้นถูกกำหนดขึ้นจากกิจกรรมการสาธิต Centripetal การทดลองและการสอบถามจากภายในและนอกห้องเรียน STEM เพื่อค้นหาศึกษาค้นคว้าและเตรียมความพร้อมเพื่อนำเสนอโซลูชันที่เป็นไปได้ทั้งหมดและพยายามตัดสินใจว่าเป็นทางออกที่เหมาะสม

(4) ขั้นทำการตัดสินใจ (Decision-making stage) ขั้นนี้ถูกออกแบบมาให้ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์และอื่น ๆ สำหรับการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นักเรียนควรมีโอกาสโต้แย้งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเทคโนโลยีและสังคม นักเรียนจะแสดงรายการวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ แต่ละกลุ่มของนักเรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหาแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมเกี่ยวกับเหตุผล แนวทางขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนใช้ความรู้ทั้งหมดและตัดสินใจว่าพวกเขาต้องแก้ปัญหาในชีวิตจริง และยังแบ่งปันผลการสืบค้นศึกษาค้นคว้าและตัดสินใจว่าอะไรและทำไม พวกเขาจึงเลือกสิ่งนี้เป็นสถานการณ์ที่เหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับวิธีการใช้และ/หรือใช้ความรู้และเทคโนโลยี สำนวนสาธารณะในแง่มุมนี้เกี่ยวกับปัญหา / ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและปัญหาสังคม การถกเถียงของนักเรียนจะถูกครอบงำทุกอย่าง เช่น “โอกาสและปัญหา” “ข้อดีและข้อเสีย” หรือ “การใช้และการใช้ในทางที่ผิด” นักเรียนต้องเลือกระหว่างทางเลือกของการแก้ปัญหาโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องและข้อจำกัดที่เป็นไปได้อย่างเป็นระบบมากที่สุด จากนั้นความคิดของนักเรียนการออกแบบการเสนอระบบหรือความตั้งใจจะถูกวาดหรือสร้างขึ้น

การศึกษาต้นกำเนิด กลยุทธ์การสอนเป็นคำถามในบริบทอาจถูกนำมาใช้ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มนักเรียนและการระดมสมองเพื่อให้นักเรียนออกแบบต้นแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ (นวัตกรรม) ในกระบวนการของการออกแบบนักเรียนพวกเขาจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้เลือกวิธีที่ดีที่สุดและสร้างต้นแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ร่วมกันเพื่อเรียนรู้ถามว่าอะไรและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ /บริบทนี้

(5) ขั้นพัฒนาต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ (Development of prototype or product stage) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ นักเรียนจัดทำแบบจำลอง สถานการณ์จำลองหรืออื่น ๆ เพื่อเป็นฉายภาพแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้วางแผนเอาไว้ ดังนั้น ครูจำเป็นต้องจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นการเรียนรู้ด้วยการออกแบบ (EPD) กรอบแนวคิดของ EPD ส่งเสริมให้พวกเขาพัฒนาความคิดเพื่อยกระดับนักเรียนในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้สาขาวิชา STEM และเกี่ยวข้องกับความรู้อื่น ๆ ผ่านการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐาน ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์

(6) ขั้นทดสอบและประเมินผลต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ (Test and evaluate the solution stage) จริงๆ แล้วขั้นนี้อาจเกิดขึ้นพร้อมๆกับขั้นที่ 5 โดยแนวคิดของการทดสอบและการประเมินผลควรเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ความต้องการของมนุษย์ ธุรกิจ และแนวปฏิบัติทางอุตสาหกรรม ดังนั้น ขั้นนี้จะต้องเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนพัฒนารอบแนวคิดเพื่อการทดสอบต้นแบบที่นักเรียนได้พัฒนาขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่า “มันใช้งานได้หรือไม่” โดยกรอบแนวคิดเพื่อการทดสอบต้นแบบ อาจจะเป็นวิธีการทดลองเพื่อการทดสอบต้นแบบ กรอบทฤษฎีที่จะใช้พิสูจน์ต้นแบบ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์จำลอง simulation เพื่อการตรวจสอบต้นแบบ หรือนักเรียนอาจให้เรื่องราวบางอย่าง เช่นหนังสือ หรือการเล่าเรื่องเพื่อทดสอบหรือพิสูจน์ความต้องการของมนุษย์ การดำเนินธุรกิจ และอุตสาหกรรม เป็นต้น

(7) ขั้นกระบวนการทางสังคมและผลสำเร็จของตัดสินใจ (Socialization and completion decision stage) เมื่อเสร็จสิ้นการสืบเสาะจบด้วยการนำเสนอให้นักเรียนนำเสนอกระบวนการของพวกเขาในการ วางแผน ออกแบบ และสร้างนวัตกรรม พวกเขาจะต้องแบ่งปันต้นแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ (นวัตกรรม) ขั้นตอนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบค่านิยมและความรู้ STEM ในการแก้ปัญหาระหว่างการแบ่งปันในสังคมของพวกเขา นักเรียนสะท้อนให้เห็นว่าแง่มุมใดของความรู้ STEM ถูกนำไปใช้ในการออกแบบ และจากวิธีที่ดีที่สุดของคุณ วิธีที่เป็นไปได้ที่จะทำให้มันเกิดขึ้น และสามารถใช้ในชีวิตจริง ครูประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการวางแผน ออกแบบ และสร้างนวัตกรรม นำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้าง นำเสนอวิธีทดสอบและประเมินผลสถานการณ์ และยังคงแสดงให้เห็นว่า

ต้นแบบและ/หรือผลิตภัณฑ์ (นวัตกรรม) สามารถอธิบายได้ว่าเป็นของจริง นักเรียนต้องทำอะไรบางอย่างในฐานะคนที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมโดยการรายงานข้อเสนอของพวกเขาสำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนอาจแสดงวิธีแก้ปัญหาในที่สาธารณะ หรือนักเรียนอาจถ่ายทอดผลิตภัณฑ์โครงการวิทยาศาสตร์ ความคิด การออกแบบ การเสนอระบบ หรือความตั้งใจต่อหัวหน้าชุมชนหรือแบ่งปันไปยังสื่อสังคม และหนังสือพิมพ์ จากนั้นนักเรียนต้องรายงานสิ่งที่เรียนรู้จากการตรวจสอบความถูกต้อง หรือแบ่งปันข้อเสนอแนะผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการขัดเกลาทางสังคม จากนั้นนักเรียนแบ่งปันสิ่งที่เรียนรู้จากความคิดเห็นและ/หรือข้อเสนอแนะ จากนั้นนักเรียนต้องถูกขอให้เขียนสิ่งที่เรียนรู้จากภาพสะท้อนเหล่านั้นซึ่งพวกเขาอาจได้รับแนวคิดเพิ่มเติมในการออกแบบใหม่และการตัดสินใจเสรีจลัน

3. กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

หัวข้อกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019) จะอธิบายแนวคิดของขั้นตอนกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี และภาพรวมกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย

3.1 แนวคิดของขั้นตอนกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย มีการดำเนินกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 บทบาทสมมุติ ขั้นตอนที่ 2 สะท้อนคิดสร้างความหมายวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 3 พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และขั้นตอนที่ 4 การสร้างคุณค่าร่วมกันเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 กิจกรรมบทบาทสมมุติ จะเป็นกิจกรรมบทบาทสมมุติให้ผู้เข้าร่วมอบรมเป็นนักเรียน ที่เข้าเรียนกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของ Sutaphan and Yuenyong (2019) กิจกรรมนี้อาจใช้เวลา 3- 6 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ทำกิจกรรมเหมือนนักเรียนเกือบครบทั้งหมด แต่บางกิจกรรมอาจจะข้ามไป

ขั้นตอนที่ 2 การสะท้อนคิดสร้างความหมายวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้สะท้อนคิดเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จากกิจกรรมบทบาทสมมุติ จากนั้นผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ได้อ่านบทความวิชาการการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิด ของ Sutaphan and Yuenyong (2019)

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ตัวเองพัฒนาขึ้น นำเสนอเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะในการปรับแก้แผน

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างคุณค่าร่วมกันเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เป็นการดำเนินการออนไลน์ ภายหลังเพื่อการพัฒนาบทความเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาร่วมกัน

3.2 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิด ของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์ จำนวน 50 คน โดยเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นที่ College of Education, Mindanao State University–Iligan Institute of Technology ระหว่างวันที่ 3-10 มีนาคม 2562 โดยมีภาพตัวอย่างกิจกรรม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์

3.3 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูในประเทศเวียดนาม

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิด ของ Sutaphan & Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศเวียดนามจำนวนประมาณ 50 คน โดยเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นที่ Faculty of Physics, Faculty of Chemistry, Faculty of Biology, ณ มหาวิทยาลัย Thai Nguyen University of Education ระหว่างวันที่ 11 - 21 พฤศจิกายน 2561 โดยมีภาพตัวอย่างกิจกรรม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศเวียดนาม

3.4 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูในประเทศอินโดนีเซีย

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิด ของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศอินโดนีเซีย จำนวน ประมาณ 80 คน โดยเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นสองครั้งที่ Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Malang, Indonesia ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 26 - 27 กรกฎาคม 2561 และ ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 19 - 24 ตุลาคม 2562 โดยมีภาพตัวอย่างกิจกรรม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในประเทศอินโดนีเซีย ช่วงที่ 1 ระหว่าง 26 – 27 กรกฎาคม 2561 และช่วงที่ 2 ระหว่าง 19 – 24 ตุลาคม 2562

4. ผลกระทบของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผลกระทบของการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้เขียนประเมินจากผลงานการตีพิมพ์ของกลุ่มที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในช่วงปี พ.ศ. มกราคม 2562 – พฤษภาคม 2565 โดยหลังจากการจัดกิจกรรม การถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิด ของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ให้กับครูในประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย ทีมวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ก็ยังคงติดต่อสื่อสารทางออนไลน์กับผู้ผ่านการสัมมนาจากประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย เพื่อสนับสนุนการพัฒนาแนวคิดสำหรับการเขียนบทความเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) เพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ การพัฒนางานร่วมกันทางออนไลน์ทำให้มีผลลัพธ์การตีพิมพ์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1 ตัวอย่างบทความจากฟิลิปปินส์ที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019)

ผู้เข้ารับการอบรมจากประเทศฟิลิปปินส์ ได้เสนอแนวคิดเพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 20 เรื่อง และได้พัฒนาเป็นบทความเพื่อตีพิมพ์ได้ก่อนสิ้นเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ ผลงานของ Ebal Jr. et.al. (2019), Guarin et.al. (2019), Mordeno et.al. (2019), และ Villaluz et.al. (2019)

Ebal Jr. et.al. (2019) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่องสมการเชิงเส้นในสองตัวแปร กิจกรรมการเรียนรู้การศึกษาต้นกำเนิด: การพัฒนาแอปเครื่องคำนวณการใช้พลังงานในครัวเรือน โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มด้วยการระบุประเด็นทางสังคม เรื่องค่าไฟแพง เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้เรียนเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และนำไปสู่การใช้ความรู้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรมาใช้ในการเขียนอัลกอริทึมในการออกแบบแอปพลิเคชัน แจ้งเตือนค่าไฟ

Guarin et.al. (2019) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่องการจัดทำกิจกรรมเครื่องดื่มเพื่อความสดชื่น เพื่อจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการสอนแบบสร้างแรงจูงใจผู้เรียนโดยการระบุและแก้ไขปัญหาสังคมในขณะนั้นเข้าถึงความสามารถในการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้วางแผนให้นักเรียนสังเกตโรงอาหารของโรงเรียน: “นักเรียนซื้อเครื่องดื่มทั่วไปอะไรบ้าง?” แผนการสอนนี้จะส่งเสริมให้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บุรณการวิทยาศาสตร์: ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ตลอดจนหัวข้อคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถิติและหัวข้อสังคมศาสตร์เกี่ยวกับภูมิศาสตร์ท้องถิ่น การศึกษานี้ยังรวมถึงนวัตกรรมและมนุษยศาสตร์เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ทักษะต่างๆ เช่น การสื่อสาร การตลาด และการเป็นผู้ประกอบการ สิ่งนี้จะถูกนำไปใช้โดยมีเป้าหมายในการขับเคลื่อนนักเรียน มีความสนใจต่ออาชีพด้าน STEM และการพัฒนาศตวรรษที่ 21 และชีวิตมากขึ้น โดยนักเรียนจะได้ออกแบบในกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ 1.นักเรียนจัดทำผลิตภัณฑ์เพื่อความสดชื่นโดยใช้วัสดุทั้งหมดที่จำเป็น 2. นักศึกษาสามารถนำวัตถุดิบท้องถิ่น/วัตถุดิบที่สามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มได้ 3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสดชื่น

Mordeno et.al. (2019) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง ปัญหาขยะในเมืองอิลิกัน แผนการจัดการเรียนรู้จะเป็นดำเนินการโดยใช้แนวทางการสอนเป็นทีมโดยสาขาวิชาธรณีศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และครูสอนชีววิทยา การระบุประเด็นปัญหาสังคม ครูธรณีศาสตร์ยกประเด็นปัญหาสังคมเกี่ยวกับปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบต่อชาวเมือง Brgys บองโบนอน และดิกกิลาน, อิลิกัน ประเทศ ฟิลิปปินส์. นักเรียนอาจตอบว่าปัญหา หรือโจทย์ที่เป็นไปได้อาจเป็นน้ำชะขยะจากฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ แล้วนำไปสู่ปัญหาให้ประชาชนเดือดร้อนเนื่องจากบริเวณที่ฝังกลบและการท่องเที่ยวของเมืองด้วย การระบุวิธีแก้ปัญหาก็เป็นไปได้อย่างดี ครู ธรณีศาสตร์อำนวยความสะดวกในการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางธรณีที่จะเป็นแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาขยะในเมืองอิลิกัน ขั้นตอนการความรู้ จะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนในการออกแบบต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ในการแก้ปัญหาขยะในเมืองอิลิกัน โดยกิจกรรมการเรียนรู้แยกสอนในแต่ละรายวิชา โดย ครูฟิสิกส์อาจให้คำถามทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงและแรงอัดเพื่อช่วยนักเรียนออกแบบต้นแบบเครื่องอัดขยะ/ถังขยะ ครูวิชาเคมีอาจจัดกิจกรรมการเรียนรู้การจำแนกสารผสมตามขนาดอนุภาคช่วยให้ผู้เรียนคิดการ

ออกแบบกระบวนการบำบัดน้ำได้ ครูสอนชีววิทยาอาจจัดให้มีกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่และตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของน้ำ คุณภาพของลำน้ำ/แม่น้ำ สำหรับชั้นการตัดสินใจ จะเป็นการดำเนินกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้ว่าพวกเขาเป็นอย่างไร จะสร้างต้นแบบที่จำเป็นสำหรับสาขาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาให้มากที่สุด ซึ่งกิจกรรมในชั้นการพัฒนาด้านแบบหรือผลิตภัณฑ์ขั้น นักเรียนอาจจะออกแบบวิธีการในการสร้างเครื่องอัดกระบวนการบำบัดน้ำ และโปรเตอร์อินโฟกราฟิกเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ ส่วนการสอนในชั้นการทดสอบและประเมินผลขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนจะนำไปประยุกต์ใช้ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการทดสอบและประเมินผลแนวทางที่เป็นไปได้ ชั้นการขัดเกลาทางสังคมและขั้นตอนการตัดสินใจให้เสร็จสิ้น นักเรียนจะมีการจัดแสดงผลงานของพวกเขา

Villaluz et.al. (2019) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง ไอศกรีม เพื่อจะส่งเสริมนักเรียนได้ฝึกฝนองค์ความรู้บูรณาการด้านเคมี คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเศรษฐศาสตร์ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ไอศกรีมของตนเอง แนวคิดทางเคมี ที่จะสอนนักเรียน ได้แก่ อิมัลชัน คอลลอยด์ จุดเยือกแข็ง การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี และทักษะการวัดขั้นพื้นฐาน คณิตศาสตร์ จะสอนนักเรียน ได้แก่ อัตราส่วนของส่วนผสม ทักษะการวัด และการแปลงหน่วย งานศิลปะจะใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สร้างสรรค์และการนำเสนอไอศกรีม และเศรษฐศาสตร์จะต้องได้ใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำกำไรและต้นทุนที่ต่ำ

4.2 ตัวอย่างบทความจากเวียดนามที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019)

ผู้เข้ารับการอบรมจากประเทศเวียดนามได้เสนอแนวคิดเพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 10 เรื่อง และได้พัฒนาเป็นบทความเพื่อตีพิมพ์ได้ก่อนสิ้นเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 1 เรื่อง ได้แก่ ผลงานของ Tinh et.al. (2021)

Tinh et.al. (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตชาของหมู่บ้าน Tan Cuong กิจกรรมจะเริ่มต้นจากการระบุประเด็นทางสังคมว่า ครูวิทยาศาสตร์หิวยกประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับกระบวนการผลิตชาในเมืองต้นเกือก เมืองท้ายเหงียน ประเทศเวียดนาม โดยบริบททางสังคมอาจส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายเทความร้อน องค์ประกอบเคมี ระบบนิเวศ และอื่นๆ เพื่อฝึกฝนแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นการตัดสินใจช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้ว่า จะสร้างต้นแบบที่จำเป็นสำหรับสาขาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาให้ได้มากที่สุด ชั้นการพัฒนาด้านแบบหรือผลิตภัณฑ์นักเรียนอาจจะสร้างเครื่องอบชา ปูย หรือระบบการปลูกต้นชา ภาพยนตร์สั้นเพื่อโฆษณาสถานที่ท่องเที่ยว ที่

เกี่ยวกับ หมู่บ้านชา Tan Cuong ชั้นทดสอบและการประเมินขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนจะนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ไปใช้ ขั้นการขัดเกลาทางสังคมและการตัดสินใจให้เสร็จสิ้น นักเรียนจะได้จัดแสดงผลงานของตนเอง

4.3 ตัวอย่างบทความจากอินโดนีเซียที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019)

ผู้เข้ารับการอบรมจากประเทศอินโดนีเซียได้เสนอแนวคิดเพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 40 เรื่อง และได้พัฒนาเป็นบทความเพื่อตีพิมพ์ได้ก่อนสิ้นเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 8 เรื่องได้แก่

Koes-H, S, Latifa, BRA, Hasanati, A, Fitriana, A, Yuenyong, C, and Sutaphan, S (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง สร้างเครื่องมือง่ายๆ ในการผลิตข้าวแอนะล็อก กิจกรรมจะเริ่มจากการระบุประเด็นทางสังคมของการบริโภคข้าว ประเด็นนี้จะดึงดูดให้นักเรียนพัฒนาโครงการเพื่อหาแนวทางแก้ไขการบริโภคข้าวสามารถทำให้เกิดโรคได้หลายประเภท กิจกรรมการสร้างเครื่องมือผลิตข้าวอะนาล็อก ด้วยแนวทางการเรียนรู้การศึกษา STEM ตามบริบท กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เพื่อการออกแบบต้นแบบเทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์บางอย่างผ่านกระบวนการออกแบบของวิศวกร เพื่อออกแบบเครื่องมือสำหรับการทำข้าวแอนะล็อกอย่างง่าย นักเรียนอาจประยุกต์ใช้หลักอุณหพลศาสตร์ในการจำแนกประเภท ปริมาณสารอาหารของส่วนผสม และการออกแบบเครื่องมือ

S Koes-H, AAL Jewaru, F Fuadah, NU Amalia, S Sutaphan, C Yuenyong, (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง การออกแบบชาใบมะรุ้ม กิจกรรมจะเริ่มจากการระบุประเด็นทางสังคมในการออกแบบชาจากใบมะรุ้ม ที่อินโดนีเซียคนมักจะกินใบมะรุ้มเป็นผัก ประเด็นการทำชาจากใบมะรุ้ม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบไม่เพียงแต่ชามะรุ้มเท่านั้น แต่ยังรวมถึงชา ฉลาก หรือของชำร่วยต่างๆ บรรจุภัณฑ์

S Koes-H, C Yuenyong, S Sutaphan, K Somprach, T Sranamkam (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตปลาตากแห้ง กิจกรรมจะเริ่มต้นจากบริบทของปลาแห้งที่ชาวอินโดนีเซียชื่นชอบ แล้วประเด็นของการผลิตปลาตากแห้งจะถูกตั้งเป็นโจทย์เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติความรู้ในการออกแบบเครื่องอบปลาและกระบวนการอบปลา แผนการสอนนี้จะทำให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกบูรณาการองค์ความรู้ ต่างๆ ได้แก่ สารอาหารในปลาแห้ง พันธุ์ปลา การวัดขนาดของปลา แหล่งพลังงาน เคมีในการเตรียมปลาเพื่อตากแห้ง การวิเคราะห์เงินทุน หน้าที่ทางการตลาด (เช่น การซื้อและ การขาย การตั้งราคา การให้คะแนน การชั่งน้ำหนัก การจัดเก็บ การขนส่ง การเงิน และข้อมูลการตลาด) ดังนั้น นักเรียนสามารถ

เรียนรู้ที่จะได้ฝึกฝนไม่เพียงแต่ความรู้และทักษะด้าน STEM เท่านั้น แต่ยังรวมถึงการศึกษาผู้ประกอบการ

R Fachrunnisa, H Suwono, C Yuenyong, S Sutaphan, N Praipayom (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง แพ้ชั้นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม: โครงการหลุมทราย STEM ในโรงเรียนมัธยมปลายของอินโดนีเซีย กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความคิดของนักเรียนอย่างลึกซึ้งในการสืบสวนความท้าทายใหม่ในปัจจุบัน โดยให้นักเรียนได้ออกแบบแพ้นชั้นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อควบคุมปริมาณขยะที่เกิดจากเสื้อผ้าที่ไม่ใช้แล้ว โดยกิจกรรมการเรียนรู้จะดำเนินการในลักษณะ บ่อทรายการวิจัย (Sandpit) หรือการทำโครงการที่จะเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์

Setiawan, A, Yuenyong, C, Sutaphan, S, and Yuenyong, J. (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์แผนการจัดการเรียนรู้จะให้นักเรียนพัฒนาและใช้การบูรณาการองค์ความรู้ผ่านก๊าซชีวภาพ กิจกรรมการผลิต ตัวอย่างเช่น ฟิสิกส์ (ความหนาแน่นของก๊าซที่เบากว่าอากาศ) ชีววิทยา (ประเภทมูลสัตว์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับก๊าซชีวภาพ) เคมี (องค์ประกอบของก๊าซและมูลสัตว์) เทคโนโลยี (ออกแบบถังเก็บก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์) วิศวกรรมศาสตร์ (วิธีทำถังเก็บก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (แก๊สแยกมูลสัตว์แล้วไหลเข้าครัว) คณิตศาสตร์ (คำนวณช่วงของถัง ท่อ และสถานที่วางมูลสัตว์) ปัญหาทางการเงิน (วิธีสร้างก๊าซชีวภาพที่มีประสิทธิภาพด้วยต้นทุนที่ถูก)

S Koes-H, IK Nisa, HE Faiqatul, T Wahyuni, C Yuenyong, S Sutaphan (2021). ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิ๊มเพิ่มแรงดันน้ำ โดยกิจกรรมจะเริ่มต้นจากการระบุปัญหาสังคมเรื่องภัยแล้งที่มักเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งตามฤดูกาลในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศอินโดนีเซีย ดังนั้น ทางออกที่เป็นไปได้คือการออกแบบน้ำแบบง่ายๆ โดยจะมีการแนะนำเครื่องสูบน้ำแก่นักเรียนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาต้นแบบ สำหรับการทำปิ๊มเพิ่มแรงดันน้ำแบบธรรมดา กิจกรรมการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกบูรณาการองค์ความรู้ ความรู้นั้นรวมถึงฟิสิกส์ด้วย (เช่น ทักษะการวัดขั้นพื้นฐาน การเคลื่อนที่ของวัตถุ ไดนามิกของไหล แรงโน้มถ่วง พลังงาน ฯลฯ) คณิตศาสตร์ (เช่น การวัด การแปลงหน่วย) ศิลปะ (เช่น ปิ๊มเพิ่มแรงดันน้ำรูปแบบที่น่าประทับใจ) และความประหยัด (เช่น ประหยัดเงินและสามารถใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้)

Masita, R. , Sutaphan , S. , & Yuenyong, J. (2021) ได้พัฒนาหน่วยสะเต็มศึกษา เรื่อง ของว่างท้องถิ่นที่ดีต่อสุขภาพ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกองค์ความรู้ในการออกแบบต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ขนมหรือของว่างท้องถิ่นเพื่อสุขภาพผ่านกระบวนการออกแบบโดยวิศวกร จากนั้น นักเรียนจะถูกท้าทายให้เรียนรู้การปรับให้เหมาะสม (optimize) จากการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงประเด็นต่างๆ เช่น สุขภาพที่ดี โภชนาการ และทุนที่มีอยู่ (ทุนทางกายภาพ: รูปร่างของ

ขนม บรรจุภัณฑ์ที่น่าสนใจ ทุนการเงิน: การใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่ดีแต่ราคาไม่แพง ทุนทางสังคม/เทคโนโลยี: การเลือกอุปกรณ์ทำอาหารที่เหมาะสมสำหรับการทำขนม ทุนมนุษย์: ความปลอดภัยของอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร วัฒนธรรม และศาสนา: วัฒนธรรมการผลิตขนมท้องถิ่นและวิถีชีวิตตามความเชื่อของศาสนาอิสลาม และธรรมชาติ: ผลกระทบของการพัฒนาการออกแบบ/ผลิตภัณฑ์นี้ต่อ ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม)

5. สรุป

การเผยแพร่ผลงานของผู้เข้าร่วมกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากบริบททางสังคมตามแนวคิดของ Sutaphan and Yuenyong (2019) สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม และการพัฒนาความร่วมมือสะเต็มศึกษาในระดับนานาชาติ บทความที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) เหล่านี้ ถือได้ว่าเป็นความสำเร็จการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แต่อย่างไรก็ตาม ผลงานที่เกิดขึ้นยังเป็นเพียงแค่จุดเริ่มต้นของความการพัฒนาสะเต็มศึกษาในโรงเรียนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

บทความที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Sutaphan and Yuenyong (2019) ที่เผยแพร่ในวารสารต่างๆ จะเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักวิจัยสะเต็มศึกษาสำหรับการใช้เป็นกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

อัศววัฒน์ ศรีสวัสดิ์ และ โชคชัย ยืนยง (2564) การส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษาสู่การปรับเปลี่ยนทัศนคติการเรียนรู้ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เกี่ยวกับการศึกษาในอนาคตตามแนวคิดเชิงทศการการเรียนรู้ 2030 ของ OECD. วารสารชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพครู ฉบับที่ 1 เล่มที่ 2 หน้า 138 – 155

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: NSTA Press.

Ebal Jr, C.D., Luga, M.J.F., Flores, M.R.O., Zabala, D.J.P., Buan, A.T., Yuenyong, C. (2019). Linear Equations in Two Variables STEM Education Learning Activities: Developing the Household Power Consumption Calculator App. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340 (1), 012048

- de Vries, M. C. (2007) Relations between science education and technology education: what can we learn from the philosophy of technology? Document for lecturing at Science Education program, Khon Kaen University, during 14 - 15 September 2007.
- Fachrunnisa, R., Suwono, H., Yuenyong, C., Sutaphan, S., and Praipayom, N. (2021). Eco-friendly fashion: A STEM sandpit project in Indonesian senior high school. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012046
- Guarin, R.M., Buan, A.T., Malicoban, E., Barquilla, M.B., Yuenyong, C. (2019). Formulating Refreshment Drink Activity Utilizing STEM Education for Grade 8 Learners. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340 (1), 012078
- Koes-H, S., Jewaru, A. A. L., Fuadah, F., Amalia, N. U., Sutaphan, S., and Yuenyong, C. (2021). Developing the lesson plan of STEM education: designing Moringa leaf tea. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012047
- Koes-H, Latifa, S., Hasanati, B. R. A., Fitriana, A., Yuenyong, C, and Sutaphan, S (2021). STEM education learning activity: making simple tool to produce analog rice. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012045
- Koes-H, S., Nisa, I.K., Faiqatul, H. E., Wahyuni, T., Yuenyong, C., and Sutaphan, S. (2021). The development of lesson plan of the water pressure booster pump STEM education. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012049
- Koes-H, S., Yuenyong, C., Sutaphan, S., Somprach, K., and Sranamkam, T. (2021). Developing the lesson plan of the manufacturing fish drying STEM Education. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012048
- Maneelam P., & Yuenyong. C., (2022). *Humanizing Educare for 21st century Thai Students Ethical Dilemmas of Plastics*. In E. Taylor & P. C. Taylor (Eds.), *Transformative STEAM Education for Sustainable Futures*. The Netherlands: Brill & Sense publishing.
- Masita, R., Sutaphan, S., and Yuenyong, J. (2021). Developing Lesson Plan on the Healthier Local Snack STEM Education. *Asia Research Network Journal of Education*, 1(1), 43–49. Retrieved from <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/arnje/article/view/250627>

- Moore T.J., Johnson C.C., Peters-Burton E.E., Guzey, S.S., (2015). The need for a STEM road map. In: Johnson CC, Peters-Burton EE, Moore TJ (eds) *STEM road map: a framework for integrated STEM education*. Routledge, p 1.
- Mordeno, I.C., Sabac, A.M., Roullo, A.J., Bendong, H. D., Buan, A., and Yuenyong, C. (2019). Developing the Garbage Problem in Iligan City STEM Education Lesson Through Team Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340 (1), 012046
- Setiawan, A.M., Yuenyong, C, Sutaphan, S, and Yuenyong, J. (2021). Developing lesson plan of the biogas from animal's dung STEM education. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012044
- Sohsomboon, P. and Yuenyong, C. (2021). Strategies for Teacher Utilizing Ethnography as a Way of Seeing for STEAM Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933 (1), 012080
- Sutaphan, S., & Yuenyong, C. (2019). STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340, 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012003>
- Tinh, P.T., Duc, N. M., Yuenyong, C., Kieu, N.T., and Nguyen, T. T. (2021). Development of STEM education learning unit in context of Vietnam Tan Cuong Tea village. *Journal of Physics: Conference Series* 1835 (1), 012060
- United Nations [UN]. (2015). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. Retrieved from <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- Villaruz, E.J., Cardona, M.C.F., Buan, A.T., Barquilla, M.B., and Yuenyong, C. (2019). Ice Cream STEM Education Learning Activity: Inquiry from the Context. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340 (1), 012092
- Williams, P.J. (2019). The principles of teaching and learning in STEM education. *AIP Proceeding*, 2081: 020001-1 - 020001-7.
- Wolfmeyer, M. and Chesky, N. (2015). *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*, UK: Palgrave Macmillan

Yuenyong, C. (2019). Lesson learned of building up community of practice for STEM education in Thailand. AIP Conference Proceedings. 2081, 020002-1 – 020002-6. (View online: <https://doi.org/10.1063/1.5093997>)