

การพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย

The Development of Teacher Training Materials based on Thai-Integrated STEM Education Activities

ขันธ์ชัย อธิเกียรติ¹ วิการัตน์ มุสิกะเจริญ² สิทธิกร สุมาลี³

Khanchai Athikiat, Wiparat Moosikajaroen, Sitthikorn Sumalee

บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย 2) เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทยที่พัฒนาขึ้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นครูผู้สอนวิชาภาษาไทย, วิชาคณิตศาสตร์, วิชาวิทยาศาสตร์, วิชาคอมพิวเตอร์หรือวิชาเทคโนโลยี ในระดับชั้นประถมศึกษาและระดับชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูอาสาสมัครจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ฝ่ายประถมและฝ่ายมัธยม จำนวน 32 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบ ได้แก่ คำชี้แจง ส่วนประกอบ คุณสมบัติของผู้เข้าอบรม ลักษณะของการฝึกอบรม ตารางการฝึกอบรม หลักสูตร แผนการฝึกอบรม สื่อประกอบและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน 2) ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้าอบรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย หลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจครูที่มีต่อชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ (Keywords) : ชุดฝึกอบรม; กิจกรรมสะเต็มศึกษา; บูรณาการภาษาไทย

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop a teacher training package on STEM education integrated in Thai language 2) to study the quality of the training package on STEM education integrated in Thai language. The

Received: 2022-05-20 Revised: 2022-06-28 Accepted: 2022-06-30

¹ หลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Doctor of Education in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Kasetsart University. Corresponding Author e-mail: khanchai2545@hotmail.com

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. Faculty of Education, Kasetsart University

³ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. Faculty of Education, Kasetsart University

populations used in this research were Thai language teachers, mathematics teachers, science teachers, and computer or technology teachers in primary and secondary levels. The samples used in this research were 32 volunteer teachers from primary and secondary departments in Demonstration School of Ramkhamhaeng University. The data were analysed by mean, standard deviation, and t-test. The results of the research were 1) The teacher training package on STEM Education activities integrated in Thai language developed consist of explanations, elements, qualifications of the participants, training methods, schedule, courses, training plans, media, and assessment 2) The results of the quality assessment of the training package found that the participants had learning achievement and ability to design an STEM education integrated Thai language activity after training which is higher than their performance prior to training that was statistically significant at the .05 level and the teacher's satisfaction toward the teacher training package was at the highest level.

Keywords: Teacher Training Materials; STEM Education Activities; Thai-Integrated

บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยกำลังตื่นตัวกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไปสู่ยุค 4.0 ตามยุทธศาสตร์ “ไทยแลนด์ 4.0” ซึ่งจะใช้นวัตกรรมเศรษฐกิจดิจิทัลและอุตสาหกรรมอัจฉริยะในการขับเคลื่อนประเทศ ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560 – 2579) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) โดยมุ่งเน้นการผลิตสินค้าเชิงนวัตกรรมและการบริการ การขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้ได้รับอิทธิพลมาจากนโยบายอุตสาหกรรมแห่งชาติของประเทศไทยซึ่งประกาศในปี ค.ศ.2013 ว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรมจะเข้าสู่ช่วงที่ 4 เรียกว่า อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) (Buhr, 2015) ซึ่งมีการเชื่อมต่อเทคโนโลยีดิจิทัลกับกระบวนการผลิตสินค้ามากยิ่งขึ้น เครื่องจักรจะมีความเป็นอัจฉริยะคือทำงานโดยอัตโนมัติ มีการสื่อสารการทำงานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตมากขึ้น โดยคนจะมีบทบาทในด้านการบริหารจัดการ ออกแบบและวางระบบมากกว่าจะเป็นผู้รับคำสั่งและปฏิบัติตามเท่านั้น แนวคิดดังกล่าวยังมีอิทธิพลต่อการจัดการศึกษาด้วย

แนวทางการจัดการศึกษาอย่างหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน และทางภาครัฐได้ประชาสัมพันธ์และผลักดันให้เกิดการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ งานวิจัยและการสร้างนวัตกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศได้ต่อไปนั้น เรียกว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) (สำนักงานรัฐมนตรี, 2559) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี กับ

ชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ผ่านกิจกรรมหรือโครงการ และเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งแก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต การบูรณาการสะเต็มศึกษาดังกล่าวสามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะช่วยเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น

นอกจากวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ นั้น ภาษาก็เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะการสื่อสารในการรับความรู้ ทั้งทักษะการอ่าน การฟังและการดู รวมทั้งทักษะในการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ ทั้งทักษะการเขียนและการพูด เหล่านี้ถือว่าเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่จะมาสนับสนุนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี (Bellanca and Brandt, 2010) และเป็นทักษะที่สำคัญร่วมอยู่ในการอ่านออกเขียนได้ (Literacy) เช่นเดียวกับทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Literacy) ตามแนวคิดการสร้างทักษะการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2557) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงต้องพัฒนาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางด้านการสื่อสารไปด้วย ซึ่งในสหรัฐอเมริกานั้นจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใหญ่ในประเด็นทักษะที่สำคัญที่สุดสำหรับนักเรียน “เพื่อก้าวไปข้างหน้าในโลกวันนี้” (to get ahead in the world today) พบว่า ทักษะการสื่อสารมีความสำคัญมากที่สุด ตามมาด้วยการอ่าน คณิตศาสตร์ การทำงานเป็นทีม การเขียนและตรรกะ (Goo, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่สำรวจความคิดเห็นของผู้สอนในสมาคมครูวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ หรือ National Science Teachers Association (NSTA) พบว่า ครูส่วนใหญ่เห็นว่า สะเต็มศึกษาควรจะมีการเรียนรู้ทักษะการสื่อสารและบรรจุเอาไว้ในหลักสูตรของพวกเขาด้วย (Terlip and Brand, 2015) การเรียนการสอนภาษาที่บูรณาการสะเต็มศึกษานั้น จึงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยอาศัยทักษะการสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทั้งการสื่อสารด้วยคำพูด (Oral Communication) การสื่อสารด้วยการเขียน (Written Communication) การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่เข้มแข็ง และมีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ พร้อมจะออกไปประกอบอาชีพในสังคมยุคใหม่ได้ต่อไป (Owens, 2015)

การจะพัฒนาสะเต็มศึกษาให้ประสบความสำเร็จนั้น จำเป็นต้องพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องสะเต็มศึกษาด้วย ดังเช่นพระราชบัญญัติสะเต็มศึกษาในปี ค.ศ. 2015 ของประเทศสหรัฐอเมริกานั้น (STEM Education Act of 2015) มีการกำหนดถึงการสนับสนุนครูผู้สอนว่า รัฐ

จะต้องสนับสนุนเงินทุนเพื่อสรรหาครูที่มีคุณภาพสูง และพัฒนาครูผู้สอนให้ได้รับการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับเป็นครูต้นแบบในเรื่องสะเต็มศึกษา (Law Library of Congress, 2015) สอดคล้องกับการจัดอบรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้แก่ครูและบุคลากรทางการศึกษาทั่วประเทศในปี พ.ศ.2559 รวมทั้งสิ้น 10,974 คน (สสวท., 2559ข) โดยเน้นไปที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และผู้สนใจใฝ่รู้ด้านสะเต็มศึกษา (สสวท., 2559ค) ซึ่งหากการพัฒนาสะเต็มศึกษาเน้นการบูรณาการวิชาทางภาษาเข้าไปด้วยก็จะทำให้เกิดประสิทธิผลยิ่งขึ้น เพราะแทนที่จะมุ่งเน้นแต่ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนควรหาวิธีบูรณาการทักษะทางด้านภาษากับการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถทำได้และต้องทำเป็นอย่างยิ่ง

ดังนั้น จึงน่าจะมีการพัฒนาชุดฝึกอบรมครูในเรื่องที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่นำไปบูรณาการกับวิชาภาษาไทย เพื่อนำไปใช้อบรมครูให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการบูรณาการสะเต็มศึกษามากยิ่งขึ้น อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาเยาวชนให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและสอดคล้องกับการทำงานในสังคมยุคใหม่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูที่ผ่านการอบรมด้วยชุดฝึกอบรมความสามารถของครูในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย และความพึงพอใจของครูที่มีต่อชุดฝึกอบรม

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methods)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นครูผู้สอนวิชาภาษาไทย, วิชาคณิตศาสตร์, วิชาวิทยาศาสตร์, วิชาคอมพิวเตอร์หรือวิชาเทคโนโลยี ในระดับชั้นประถมศึกษาและระดับชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูที่ได้มาจากอาสาสมัครจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ฝ่ายประถม และฝ่ายมัธยม เป็นครูที่สอนครูผู้สอนวิชาภาษาไทย, วิชาคณิตศาสตร์, วิชาวิทยาศาสตร์, วิชาคอมพิวเตอร์หรือวิชาเทคโนโลยี ในระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 16 คน และระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 16 คน รวม 32 คน

เครื่องมือการวิจัย

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครู เป็นแบบทดสอบมี 2 ตอน ตอนที่ 1 วัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ และตอนที่ 2 วัดความสามารถในการออกแบบกิจกรรม เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ให้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบประเมินความพึงพอใจที่ครูมีต่อชุดฝึกอบรม เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

การรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการสร้างชุดฝึกอบรม จากนั้น สังเคราะห์ขอบข่ายเนื้อหาและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย

2. ผู้วิจัยนำชุดฝึกอบรมที่จัดทำขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการสอนเทคโนโลยีหรือคอมพิวเตอร์ ด้านการสอนภาษาไทย และด้านสะเต็มศึกษา ประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้องและความเหมาะสม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์ แล้วปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกอบรมตามข้อเสนอแนะ

3. ผู้วิจัยดำเนินการฝึกอบรมอาสาสมัครครู โดยใช้ชุดอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย โดยผู้วิจัยเป็นวิทยากร ทั้งนี้ ในช่วงการออกแบบกิจกรรมนั้น ผู้วิจัยจะเป็นผู้ให้คำปรึกษาและสังเกตการณ์ระหว่างการทำฝึกอบรม ก่อนและหลังการฝึกอบรม ผู้วิจัยให้ผู้เข้าอบรมทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย และหลังการฝึกอบรมให้ทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรม

4. นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูและแบบประเมินความพึงพอใจที่ครูมีต่อชุดฝึกอบรม มาวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ก่อนและหลังการอบรม มาวิเคราะห์ด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test และนำแบบประเมินความพึงพอใจมีต่อชุดฝึกอบรม มาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย (Research Result)

1. ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย

ผู้วิจัยได้ชุดฝึกอบรม ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วน คือ 1. รายละเอียดของชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ได้แก่ คำชี้แจง ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรม คุณสมบัติของผู้เข้าอบรม ลักษณะของการฝึกอบรม ตารางการฝึกอบรม 2. หลักสูตรการฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย มีรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและเหตุผล

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร สังเกตหัวข้อเนื้อหาสาระในหลักสูตร แผนการฝึกอบรม 3. สื่อประกอบการฝึกอบรม ได้แก่ เอกสารที่ให้ความรู้ คลิปวีดิทัศน์ ใบงาน ใบกิจกรรมและ 4. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมิน แบบทดสอบสำหรับผู้เข้าอบรม ลักษณะของการฝึกอบรมใช้เวลา 15 ชั่วโมง โดยสามารถแบ่งการฝึกอบรมเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 (ชั่วโมงที่ 2 – 5) คือช่วงการบรรยาย (Lecture) เป็นช่วงที่จัดให้มีวิทยากรมาให้ความรู้ ในขณะที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมนั่งฟังรับทราบข้อมูลและร่วมอภิปราย โดยเนื้อหาจะเป็นเรื่องของที่มา ความหมาย ความสำคัญของสะเต็มศึกษา ลักษณะและระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นต้น ช่วงที่ 2 (ชั่วโมงที่ 6 – 8) คือช่วงการสาธิต (Demonstration) เป็นช่วงที่วิทยากรจะมีการสาธิตการจัดกิจกรรมหรือมีวีดิทัศน์ฉายให้เห็นตัวอย่างของการจัดกิจกรรม โดยตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มศึกษามีทั้งที่เป็นตัวอย่างของ สสวท. และตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากต่างประเทศ ช่วงที่ 3 (ชั่วโมงที่ 9 – 14) คือช่วงลงมือฝึกปฏิบัติ (Practice) เป็นการระดมสมอง (Brain Storming) ของผู้เข้ารับการอบรมเพื่อออกแบบแผนการสอน โดยมีการจำลองสถานการณ์ (Simulations) หรือบทบาทสมมติ (Role playing) ซึ่งผู้เข้าอบรมจะสวมบทบาทเสมือนเป็นผู้เรียนแล้วปฏิบัติกิจกรรมสะเต็ม ตามสถานการณ์หรือโจทย์ที่มีให้ โดยวิทยากรเป็นเหมือนครูในชั้นเรียน และ ช่วงที่ 4 (ชั่วโมงที่ 1 และ 15) คือช่วงประเมินการฝึกอบรม (Assessment) ผู้เข้าอบรมจะทำแบบทดสอบหรือแบบสอบถามก่อนและหลังจากการอบรม

2. ผลการศึกษาคุณภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย

เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทยของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน พบว่า ก่อนการอบรมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทุกจุดประสงค์เท่ากับ 8.97 คิดเป็นร้อยละ 59.8 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.75 และหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทุกจุดประสงค์เท่ากับ 13.22 คิดเป็นร้อยละ 88.13 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.24

เมื่อพิจารณาจากความสามารถในการออกแบบกิจกรรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย พบว่า ก่อนการอบรมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทุกจุดประสงค์เท่ากับ 2.50 คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับน้อยที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.29 และหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทุกจุดประสงค์เท่ากับ 15.66 คิดเป็นร้อยละ 78.30 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40

เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการออกแบบกิจกรรม ก่อนและหลังการอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน คะแนนเต็ม 35 คะแนน พบว่า ก่อนการอบรม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 11.47 คิดเป็นร้อยละ 32.77 อยู่ในระดับน้อยที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.01 และหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 28.88 คิดเป็นร้อยละ 82.51 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.64 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาจากความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อการอบรม เรื่อง กิจกรรมส่งเสริมศึกษาดูงานภาษาไทย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

อภิปรายผลการวิจัย (Research Discussion)

1. จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนการอบรม เรื่อง กิจกรรมส่งเสริมศึกษาดูงานภาษาไทย พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับส่งเสริมศึกษา แต่ไม่มีความรู้และความสามารถในการเรียนขั้นตอนหรือกระบวนการในการออกแบบกิจกรรม จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า การที่ครูไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เนื่องจากในการจัดการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบัน แต่ละสถานศึกษาได้จัดทำหลักสูตรและจัดครูผู้สอนอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 และฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561) ซึ่งได้จัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ไว้ 8 กลุ่มสาระ ได้แก่ 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์, 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 3) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย, 4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม, 5) กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา, 6) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ, 7) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และ 8) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ส่วนวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้นไม่มีวิชาเฉพาะในการเรียนการสอนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีเพียงเนื้อหาบางส่วนในวิชาคอมพิวเตอร์หรือวิชาเทคโนโลยี ดังนั้นครูส่วนใหญ่จึงไม่มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาก่อน และเมื่อตรวจสอบจากการสัมภาษณ์ผู้เข้าอบรมเกี่ยวกับประสบการณ์ในการอบรมเรื่องส่งเสริมศึกษา พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้น ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เคยอบรมมาบ้าง แต่ไม่เคยใช้ในการเรียนการสอน ส่วนครูภาษาไทยไม่เคยอบรมมาก่อนเลย และในระดับชั้นประถมศึกษา ครูที่เคยอบรมมาก่อน ได้แก่ ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับส่งเสริมศึกษา หรือครูที่สอนหลายวิชาในระดับชั้นประถมต้น โดยในหลายวิชาที่สอนนั้น มีวิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ หรือวิชาคอมพิวเตอร์ร่วมด้วย ส่วนครูที่ไม่มีวิชาสอนในกลุ่มส่งเสริมศึกษาดังกล่าว หรือครูที่สอนวิชาภาษาไทยเพียงวิชาเดียว จะไม่เคยได้รับการอบรมเรื่องส่งเสริมศึกษามาก่อน ข้อมูลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับข้อมูลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการส่งเสริมความรู้ด้านส่งเสริมศึกษาให้แก่ครูทั่วประเทศ โดยได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการอบรมส่งเสริมศึกษาว่า “เพื่อให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และผู้สนใจใฝ่รู้ด้านส่งเสริมศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมศึกษาในโรงเรียน” และกำหนดเงื่อนไขในการดำเนินงานของโรงเรียนเครือข่ายส่งเสริมศึกษาว่า “สามารถจัดให้ครูในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และเทคโนโลยี

สารสนเทศและการสื่อสาร เข้าอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง” ซึ่งเป็นการเน้นความรู้ด้านสะเต็มศึกษาสำหรับครูในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเท่านั้น สอดคล้องกับการสอบถามครูอาสาสมัครถึงประสบการณ์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา พบว่า การอบรมความรู้ด้านสะเต็มศึกษานั้นจะมีการประชาสัมพันธ์และส่งตัวแทนเข้าอบรมเฉพาะครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้น ปัญหาการไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านสะเต็มศึกษาหรือมีความรู้เพียงแต่ทฤษฎี แต่ไม่สามารถนำมาปฏิบัติได้ อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของอุปสรรคในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ที่กำหนดยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศโดยต้องการให้สถานศึกษาส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการองค์ความรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาพัฒนากระบวนการคิด และการสร้างสรรค์นวัตกรรมแก่ผู้เรียน

2. จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังการอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย พบว่า ชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย มีคุณภาพสามารถทำให้ผู้เข้าอบรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทยสูงขึ้นได้ แม้ว่าคะแนนความรู้ด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและความสามารถในการออกแบบกิจกรรมจะมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่เมื่อเทียบกับคะแนนก่อนการอบรมจะมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า ซึ่งหมายความว่า หลังจากอบรมแล้วครูมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ทั้งนี้ จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างพบว่า ในข้อที่ถามเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งครูมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดนั้น พบว่า ครูมีความเข้าใจในขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น แต่การจดจำขั้นตอนในระยะเวลาอันสั้นนั้นอาจสับสนได้ง่าย ส่วนการออกแบบกิจกรรมนั้นเป็นการนำความรู้จากหลายศาสตร์มาบูรณาการเข้าด้วยกัน จำเป็นต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในขอบข่ายของแต่ละศาสตร์ ซึ่งในระหว่างการฝึกอบรมนั้นจะมีกิจกรรมให้ประชุมกลุ่ม ผู้เข้าอบรมมีจึงโอกาสอาศัยความรู้แต่ละวิชาของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มในการออกแบบกิจกรรม แต่ในการทำข้อสอบนั้น ผู้เข้าอบรมต้องคิดออกแบบกิจกรรมเพียงลำพัง จึงทำให้ไม่สามารถออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องหรือครอบคลุมแต่ละวิชาได้ถูกต้องครบถ้วน เป็นผลทำให้คะแนนในการออกแบบกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่าข้ออื่นๆ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางและข้อเสนอแนะในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาว่า ในการออกแบบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มศึกษานั้นจะต้องอาศัยการระดมความคิดและการมีส่วนร่วมจากครูผู้สอนในแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการบูรณาการสะเต็มศึกษากับวิชาอื่นๆ ความร่วมมือดังกล่าวนี้จะทำให้การกำหนดเป้าหมาย การออกแบบกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด (Honey, M. et al., 2020; Bremmer, M. et al., 2021; Meester, J. D., et al. 2021)

3. จากผลการประเมินความพึงพอใจที่ครูมีต่อชุดฝึกอบรม เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย รวมถึงการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มหลังการอบรม มีรายละเอียดการอภิปรายตามหัวข้อในการประเมินแต่ละด้าน ดังนี้

3.1 ด้านประสบการณ์การเรียนรู้

ก่อนเข้าร่วมอบรม กลุ่มตัวอย่างสนใจอยากเข้าร่วมการอบรมครั้งนี้ โดยครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคอมพิวเตอร์เห็นว่า เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับวิชาที่รับผิดชอบ ส่วนครูที่สอนวิชาภาษาไทยมีความสนใจที่มีการนำเอาสะเต็มศึกษามายูบรวมกับวิชาภาษาไทย ในระหว่างที่มีการอบรม ผู้อบรมมีความพึงพอใจที่ได้เข้าร่วมการอบรมเพราะได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของสะเต็มศึกษาและการบูรณาการกับวิชาภาษาไทย ทั้งนี้ ผู้วิจัยซึ่งได้สังเกตการณ์ระหว่างการอบรมพบว่า ผู้เข้าอบรมสนใจฟังการบรรยายและการฝึกปฏิบัติ โดยในระหว่างการฟังบรรยายมีการซักถาม ตอบคำถาม และอภิปรายในเนื้อหาที่วิทยากรให้ความรู้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการประชุมกลุ่ม รวมถึงการปรึกษาหารือในการออกแบบกิจกรรมและการนำเสนอผลงานหน้าห้อง เมื่อจบการอบรม ผู้อบรมเห็นว่าได้ประโยชน์จากการอบรมเพราะมีแนวคิดอยากจะทำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่สอนบ้าง ทั้งนี้ ผู้เข้าอบรมเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า น่าจะมีการอบรมลักษณะเช่นนี้อีก โดยอาจจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการสะเต็มศึกษาไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี สังคม อังกฤษ ฯลฯ ครูวิชาอื่นๆ จะได้มีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมลักษณะนี้ด้วย

3.2 ด้านความรู้หลังการฝึกอบรม

กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจต่อความรู้ที่ได้รับ โดยในระหว่างการอบรม ผู้วิจัยพบว่า ผู้เข้าอบรมให้ความร่วมมือ สนใจฟังการบรรยายและร่วมกันซักถามข้อสงสัยในประเด็นต่างๆ เพื่อทบทวนความเข้าใจ เช่น สะเต็มศึกษาของต่างประเทศกับของไทยต่างกันหรือไม่ อย่างไร, รูปแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาใช้พร้อมกันได้หรือไม่, เราสามารถนำสะเต็มไปบูรณาการกับวิชาอื่นได้หรือไม่, ผลลัพธ์หรือวิธีการที่ผู้อบรมยกตัวอย่างมาจะเป็นสะเต็มศึกษาได้หรือไม่ ฯลฯ ทั้งนี้ ในผลการประเมินความพึงพอใจต่อการอบรมนั้น หัวข้อ “ความยากง่ายของเนื้อหาในการอบรมมีความเหมาะสม” เป็นหัวข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้สุ่มสอบถามผู้เข้าอบรมที่เป็นครูประถมศึกษา 2 คน และครูมัธยมศึกษา 2 คน เพื่อสอบถามข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับ “ความยากง่ายของเนื้อหาในการอบรม” พบว่า ผู้เข้าอบรมคิดว่า เนื้อหาที่ค่อนข้างเข้าใจยากคือ 1. เรื่องกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากต้องใช้เวลาในการทำทำความเข้าใจ เพราะไม่เคยเรียนรู้หรือใช้ในการสอนมาก่อน ความคิดเห็นนี้สอดคล้องกับผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อีก่อนและหลังการอบรม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดนั่นเอง 2. เรื่องขอบข่ายของสะเต็มศึกษาที่จะนำมาบูรณาการในการออกแบบกิจกรรม เพราะวิชาที่ตนไม่ได้สอนก็จะต้องรอสอบถามจากครูที่สอนวิชานั้นๆ ทำให้เห็นว่า ในการอบรมเรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทยนั้น จะต้องเน้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับ “กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์” ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ครูส่วนใหญ่ไม่

คุ้นเคย และช่วงลงมือฝึกปฏิบัติกิจกรรมจะต้องให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยครูแต่ละวิชาด้วย

3.3 ด้านการจัดกิจกรรมการอบรม

กลุ่มตัวอย่างคิดเห็นตรงกันว่า การฝึกอบรมเรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย นั้น เปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมได้ใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหา ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ได้รู้จักวางแผนการทำงาน ได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นและได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยในระหว่างที่มีการฝึกปฏิบัติออกแบบกิจกรรมนั้น ผู้วิจัยสังเกตได้ว่า ผู้เข้าอบรมพยายามเสนอความคิดเห็นเพื่อช่วยให้กิจกรรมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ที่จะนำมาใช้ในการบูรณาการนั้น สมาชิกในกลุ่มจะให้เกียรติแก่ครูที่รับผิดชอบวิชาดังกล่าวเป็นผู้แสดงความรู้ ความคิดเห็น หรือตัดสินใจ เพราะถือว่า มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์นั้นๆ ซึ่งบรรยากาศดังกล่าวนี้ จะเกิดขึ้นได้ ต้องอาศัยการเคารพและให้เกียรติผู้อื่นซึ่งเป็นลักษณะนิสัยของแต่ละบุคคลและสังคมของครูที่เข้าอบรม อย่างไรก็ตาม อาจมีปัญหที่พบอยู่บ้างในระหว่างการฝึกปฏิบัติ เช่น การที่สมาชิกในกลุ่มให้นำหนักหรือความสำคัญกับวิชาที่ตนรับผิดชอบมากหรือน้อยเกินไป หรือปัญหาการตัดสินใจที่จะเลือกกำหนดหรือไม่กำหนดรายการวัสดุอุปกรณ์ลงไปแผนกิจกรรม เพราะกังวลว่าจะไปจำกัดความคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทั้งนี้ ผู้วิจัยในฐานะวิทยากรได้เข้าไปให้คำปรึกษาและร่วมแสดงความคิดเห็นในแต่ละกลุ่มเป็นระยะๆ โดยบางปัญหานั้นได้เสนอแนะว่า อาจจะลองจัดทำและดำเนินการไปอย่างใดอย่างหนึ่งก่อน แล้วจึงนำผลการดำเนินกิจกรรมมาวิเคราะห์แล้วปรับลักษณะกิจกรรมในครั้งต่อไปให้เหมาะสมกับผู้เรียนก็ได้ อีกปัญหาหนึ่งคือ ระดับของความรู้ที่จะนำมาบูรณาการ เพราะหากครูที่สอนระดับชั้นเด็กเล็กเข้ากลุ่มกับครูที่สอนในระดับชั้นเด็กโต ระดับความยากหรือความลึกซึ้งของเนื้อหาความรู้อาจไม่สัมพันธ์กันได้ ทั้งนี้ ครูแต่ละระดับชั้นอาจจะกำหนดจุดเน้นหรือจุดมุ่งหมายการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่แตกต่างกันได้ (Hom, E. J. and Dobrijevic, D., 2022)

โดยสรุปแล้ว กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า การอบรมเรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย เป็นแนวคิดที่ดีที่จะช่วยให้ครูสามารถนำไปจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เกิดความคิดสร้างสรรค์ รู้จักการวางแผนการทำงานและรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งควรจัดอบรมในลักษณะเช่นนี้อีกและจัดให้แก่ครูทุกคน โดยอาจจะนำสะเต็มศึกษาไปบูรณาการกับสาขาอื่นๆ ด้วย

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ความพร้อมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เข้าอบรม เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การออกแบบกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพหรือราบรื่น เช่น ถ้าผู้เข้าอบรมมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องสะเต็มศึกษา หรือเป็นครูที่เคยอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามาก่อน จะทำให้ใช้เวลาในการทำความเข้าใจและปฏิบัติอย่างรวดเร็ว

2. การฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ควรมีผู้เข้าอบรมแต่ละครั้งให้มีครูผู้สอนในแต่ละวิชา ได้แก่ วิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยี เพื่อช่วยในการอธิบายและระดมสมองในการออกแบบกิจกรรม

3. ในการแบ่งกลุ่มเพื่อออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภาษาไทย ควรแบ่งสมาชิกกลุ่มตามระดับชั้นที่สอน เช่น ชั้นประถมศึกษา หรือชั้นมัธยมศึกษา เพื่อให้ความง่ายของเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกันและเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละวัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาการอบรมครูในเรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยบูรณาการกับวิชาอื่น เช่น ดนตรี สังคม ภาษาอังกฤษ ฯลฯ เพื่อเกิดความหลากหลายในการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

2. ควรมีการอบรมครูที่เน้นการออกแบบกิจกรรมกิจกรรมสะเต็มศึกษาในรูปแบบของการบูรณาการแบบอื่นๆ เช่น การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Curriculum Integration) หรือ การเรียนการสอนแบบฝังตัว (The Embedded Approach) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง (References)

- ละเอียต ศิลาน้อย และกัญทิมาลย์ จินดาประเสริฐ. (2562). การใช้มาตรฐานค่าในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ การโรงแรม และการท่องเที่ยว. *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 8(15), 112 -126.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันกัมมาจลศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). คำสั่ง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ 921/2561 เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี และสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้, 3 พฤษภาคม 2561.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สืบค้น 2 กุมภาพันธ์ 2560, จาก https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422
- สำนักงานรัฐมนตรี. (2559). *ผลประชุมหารือคณะทำงานสานพลังประชารัฐด้านการศึกษาพื้นฐานและการพัฒนาผู้นำ (Human Capital Development) ครั้งที่ 7/2559*. ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี 221/2559. สืบค้น 1 มิถุนายน 2559, จาก <http://www.moe.go.th/websm/2016/jun/221.html>.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579*. กรุงเทพฯ : บริษัท พรินทวาทกราฟฟิค จำกัด.
- Bellanca, J. and R. Brandt. (2010). *21st century skills : rethinking how students learn*. Bloomington, IN: Solution Tree.
- Bremmer, M. et al. (2021). ArtsSciences Design-a-thon: Solving Complex Problems in Interdisciplinary Teams. *European Journal of STEM Education*. 6(1), 11.
- Buhr, D. (2015). *Social Innovation Policy for Industry 4.0*. Germany: The Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Honey, M. et al. (2020). *STEM education for the future: A visioning report*. A subcommittee of the advisory committee of the Education and Human Resources Directorate. The National Science Foundation (NSF).
- Lorenz, M. et al. (2015). *Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?*. The Boston Consulting Group, Inc.
- Meester, J. D., et al. (2021). The Process of Designing Integrated STEM Learning Materials: Case Study towards an Evidence-based Model. *European Journal of STEM Education*. 6(1), 10.