การพัฒนาสมรรถนะครูปฐมวัยในการจัดการเรียนรู้โครงงานสะเต็ม
Development of Kindergarten Teachers' Competencies in STEM Project-based Learning

จรรยา ดาสา ศิวพร ละม้ายนิล เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว ณวรา สีที*
Chanyah Dahsah, Siwaporn Lamainil, Tepkanya Promkatkaew, Navara Seetee*
[1,2,4]ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
[1,2,4]Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University
[3]สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
[3]The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)
*jpt2526@gmail.com

Received: May 29, 2019 **Revised:** August 15, 2019 **Accepted:** September 2, 2019

บทคัดย่อ

สะเต็มศึกษาได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญในการเตรียมกำลังคนให้พร้อมด้วยทักษะและองค์ความรู้ สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในโลกปัจจุบัน ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกส่งเสริมให้ใช้สะเต็มศึกษาในทุกระดับ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาระบุว่าครูปฐมวัยส่วนใหญ่ยังขาดความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม เนื่องจากไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะครูปฐมวัยในการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็มด้วยการอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้น กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ ครูปฐมวัยที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หลักสูตรอบรมการจัดการเรียนรู้โครงงานสะเต็ม 2) แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรมสำหรับประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มและโครงงานสะเต็ม และ 3) แบบสอบถามการสะท้อนคิดเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้โครงงานสะเต็มกับเด็กปฐมวัย วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยปราศจากการตีความ ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มและโครงงานสะเต็ม นอกจากนี้ครูปฐมวัยรู้สึกมั่นใจและมองเห็นข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มว่าสามารถพัฒนาเด็กด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน สมรรถนะครูปฐมวัย สะเต็ม

Abstract

STEM education is considered vital in helping students gain knowledge and skills that they need when solving complex problems in today's world. While STEM education has been promoted at all education levels in many countries, previous studies have reported that most kindergarten teachers still lack confidence in implementing STEM learning in their classrooms due to their lack of understanding in STEM education for young children. This research aimed to develop kindergarten teachers' competencies in STEM education and

STEM project-based learning. Participants were 64 volunteer kindergarten teachers. The research instruments included (1) a STEM project-based learning workshop, (2) a pre-test and a post-test to assess participants' understanding of STEM education and STEM project-based learning, and (3) a questionnaire asking the participants to reflect on their experiences in implementing STEM project-based learning during the workshop. The qualitative data were analyzed through content analysis. The results revealed that after the workshop, the teachers developed a better understanding of STEM education and STEM project-based learning. In addition, they became more confident in implementing STEM project-based learning and were optimistic about the effectiveness of this teaching approach.

Keywords: Project-based Learning, Kindergarten Teachers' Competency, STEM

บทนำ

สะเต็ม (STEM) เริ่มใช้เมื่อปี ค.ศ. 2001 โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก; Breiner, et al, 2012) คำว่าสะเต็มได้มาจากตัวย่อภาษาอังกฤษของ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก; Sanders, 2009) โดยสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้และทักษะของทั้ง 4 สาขาวิชา มาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือเพื่อพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงานผ่านกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Kelley & Knowles, 2016; National Research Council, 2011; Pennsylvania Department of Education, 2014; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้นิยามว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงไม่เน้นการท่องจำ แต่เน้นการสร้างความเข้าใจผ่านการลงมือปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับกระบวนการคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก)

สิ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา เพื่อนำความรู้และทักษะมาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการสำหรับแก้ปัญหาหรือสนองความต้องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและจากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้ระบุหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 4 ประการ คือ 1) เน้นการบูรณาการความรู้และทักษะใน 4 สาขาวิชา 2) เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 4) ท้าทายความรู้ ความคิดและทักษะของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก; Sanders, 2009; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) โดยเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556; สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ค; Pennsylvania Department of Education, 2014) และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; National Research Council, 2011; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการอยู่ในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Early Childhood STEM Working Group, 2017; Pennsylvania Department of Education, 2014)

หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในส่วนของประสบการณ์สำคัญด้านการพัฒนาการด้านสติปัญญา ได้ระบุเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการศึกษาจะต้องสนับสนุนให้เด็กได้รับรู้และเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคล และสื่อต่าง ๆ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กพัฒนาการใช้ภาษา จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดเชิงเหตุผล การคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดประสบการณ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา กล่าวคือ การจัดประสบการณ์เรียนรู้สะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก (McClure et al, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาทักษะ ความคิด เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับเด็กในการดำรงชีวิตประจำวันทั้งในปัจจุบันและอนาคต การจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มให้กับเด็กปฐมวัยอย่างถูกต้อง จะช่วยให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสนใจ ประสบการณ์ และสร้างความรู้พื้นฐานที่สำคัญ (National Research Council, 2011) อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญมากที่สุดในการจัดการเรียนรู้ คงไม่ใช่เพียงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ แต่รวมถึงความเข้าใจและความสามารถในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของครูผู้สอน เพราะครูผู้สอนมีหน้าที่โดยตรงในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อและสมรรถนะของครูในการจัดการเรียนรู้จะเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร (จำรัส อินทลาภาพร และคณะ, 2558; ภพ เลาหไพบูลย์, 2542; Herschabach, 2011; Jamil, Linder, & Stegelin, 2017)

แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมา ระบุว่าครูปฐมวัยยังไม่ได้รับการเตรียมการที่ดีพอในการส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้สะเต็มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มและกระบวนการจัดการเรียนรู้ Brenneman, 2010) ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาครูปฐมวัยให้มีความเข้าใจ มั่นใจ และสามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ค) นอกจากนี้ หลายงานวิจัยระบุว่าครูปฐมวัยขาดการเข้าถึงการอบรมหรือการพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็ม (Brenneman, 2010) และต้องการได้รับการพัฒนาหรือรับการอบรมเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม (McClure, 2017; Pasnik & Hupert, 2016)

การวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาสมรรถนะครูปฐมวัยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม เพื่อให้สอดคล้องกับกลยุทธ์สะเต็มศึกษาของประเทศไทยตามร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2555-2559 ที่มีเป้าหมายในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในทุกช่วงชั้น โดยเฉพาะในยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาครูและบุคลากรสะเต็มให้สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ข) โดยในที่นี้ สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม หมายถึง การมีความรู้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในนิยามสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม ที่ระบุโดย Pennsylvania Department of Education (2014) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หมายถึง การมีความรู้ มีทักษะ มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยที่ด้านความรู้ คือ การมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตร และสะเต็มศึกษา

ที่สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการข้ามสาขาวิชา/เชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เป็นการใช้กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการออกแบบในการตอบคำถามที่ซับซ้อน แก้ปัญหาที่ท้าทายและมีอยู่จริงในโลก ด้านทักษะ คือ แนวปฏิบัติในการออกแบบ นำเสนอตัวอย่างสถานการณ์ และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดหลักของสาขาวิชาทางสะเต็ม ด้านการจัดการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการออกแบบ เลือกใช้ นำไปใช้ สะท้อน ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการประเมิน คือ ความสามารถในการตรวจสอบแนวคิด การให้เหตุผล ความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้รูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการประเมินระหว่างเรียนและสรุปรวบยอด ทั้งแบบเดี่ยวและกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง

เพื่อพัฒนาสมรรถนะดังกล่าว การวิจัยนี้เลือกใช้หลักสูตรการอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้น (อาทิตย์ โพธิ์ศรีทอง, 2559) ที่เน้นให้ความรู้ครูในด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556) ได้ระบุไว้ว่าเป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับการจัดการเรียนรู้สะเต็ม อีกทั้งกลุ่มที่ศึกษาเป็นกลุ่มครูปฐมวัยในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ที่มีข้อกำหนดให้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยโครงงานแบบสืบเสาะอย่างน้อยปีละ 1 เรื่อง งานวิจัยนี้จึงจะใช้หลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการที่เน้นการใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการทำโครงงานแบบสืบเสาะ โดยเรียกให้กระชับว่า “โครงงานสะเต็ม” ในการส่งเสริมครูปฐมวัยให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและโครงงานสะเต็ม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็ม โดยใช้หลักสูตรการอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้น เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม ที่ได้พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาหาคำตอบเกี่ยวกับสมรรถนะของครูปฐมวัยที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยทำการวัดความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็มของครูปฐมวัยก่อนและหลังการอบรม แบบแผนการวิจัยคือหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) (Creswell, 2014) ดังนี้

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	การทดลอง	ทดสอบหลัง
A	O_1	X	O_2

โดยที่ A แทนกลุ่มทดลอง O_1 แทนผลการทดสอบก่อนการอบรม O_2 แทนผลการทดสอบหลังการอบรม X แทนการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม

นอกจากนี้ ครูผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยยังได้สะท้อนคิดด้านความรู้ ความมั่นใจ และอื่น ๆ ภายหลังการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับเด็กปฐมวัยในชั้นเรียนจริง เป็นเวลา 1 ภาคเรียน

1. กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ ครูปฐมวัยในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (สพป.) 6 เขตพื้นที่ ได้แก่ สพป. น่านเขต 1

สพป. น่านเขต 2 สพป. พะเยาเขต 1 สพป. พะเยาเขต 2 สพป. แพร่เขต 1 และสพป. แพร่เขต 2 ที่อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 64 คน โดยมีเงื่อนไขของการสมัคร ดังนี้ ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะต้องสามารถเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการครบ 3 วัน จากนั้นนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปทดลองใช้กับเด็กในห้องเรียนจริง 1 ภาคเรียน และยินยอมให้ผู้วิจัยไปติดตามผลการใช้จริงในชั้นเรียน

2. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย หลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็ม และแบบสะท้อนการปฏิบัติหลังเข้าร่วมโครงการ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ กำหนดการ แนวคิดในการทำโครงงาน (ได้แก่ ความหมายของโครงงาน เป้าหมายในการทำโครงงาน ขั้นตอนการทำโครงงาน) การใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Learning spiral) ในการกำหนดหัวข้อโครงงาน ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวมทั้งตัวอย่างการกำหนดหัวข้อและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะในโครงงานสะเต็มศึกษา หลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ใช้เวลาในการจัดอบรม 3 วัน โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ข้อ คือ (1) เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โครงงานสะเต็ม (2) เพื่อพัฒนาสมรรถนะของครูปฐมวัยในการออกแบบโครงงานสะเต็มที่ต่อยอดจากความสนใจ ความรู้ และประสบการณ์เดิมของเด็ก หลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็ม การจัดการเรียนรู้ในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย และการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย โดยมีประเด็นในการประเมิน ดังนี้ (1) ความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล ความสอดคล้องของภาพรวมคู่มืออบรมกับสะเต็มศึกษา (2) ความถูกต้อง ได้แก่ ความถูกต้องของการประเมินผลการอบรม (3) ความเหมาะสม เช่น ความเหมาะสมของเนื้อหาการอบรมและเวลาที่ใช้ (4) ความถูกต้องและเหมาะสม ได้แก่ ความถูกต้องและเหมาะสมของของวัฏจักรสืบเสาะ ความหมายและขั้นตอนการโครงงาน การกำหนดหัวข้อด้วยการเรียนรู้แบบบันไดเวียน (learning spiral) การวางแผนการทำโครงงานโดยใช้วัฏจักรสืบเสาะ ความหมายและแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กิจกรรมการกำหนดข้อคำถามและการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบในโครงงานสะเต็ม ผลการประเมินความสอดคล้องพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าหลักสูตรอบรมมีความสอดคล้องและความเหมาะสม ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ได้แก่ เพิ่มเติมการให้เด็กได้นำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจ เพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเลือกเรื่องของตน แล้วทำการโหวต โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนเท่านั้น และปรับภาพให้ชัดเจนขึ้นโดยผู้เข้ารับอบรมควรอ่านอักษรในภาพได้

2.2 แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความเข้าใจผู้เข้ารับการอบรมก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการใน 4 ประเด็น คือ 1) ความหมายของสะเต็มศึกษา 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ 3) การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน และ 4) ความแตกต่างของโครงงานสะเต็มกับโครงงานทั่วไป โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิด ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินพบว่ามีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 และมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงด้านการใช้ภาษาให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.3 แบบสะท้อนความคิดการปฏิบัติหลังการเข้าร่วมโครงการ สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เข้าร่วมโครงการได้สะท้อนตนเองเกี่ยวกับความเข้าใจและความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม สิ่งที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการในการปฏิบัติกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม โดยใช้คำถามปลายเปิด ซึ่งผ่านการตรวจสอบยืนยันร่วมกันโดยผู้วิจัยที่มีคุณวุฒิ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญด้านการวิจัย การจัดการ

เรียนรู้ และการประเมินผลวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และนำมาใช้เก็บข้อมูลผ่าน Google form

3. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลวิจัยมีกระบวนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ประกาศรับสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยผ่านศึกษานิเทศก์ ประจำเขตพื้นที่การศึกษา

2) ก่อนการอบรมด้วยหลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการ ได้ทำการชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทราบรายละเอียดของโครงการวิจัยและเงื่อนไขของการเข้าร่วมโครงการอีกครั้ง จากนั้นผู้เข้าร่วมโครงการยืนยันความสมัครใจโดยการลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัยและการให้ข้อมูลสำหรับการวิจัย

3) ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทำแบบทดสอบก่อนการอบรม โดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โครงงานสะเต็ม

4) จัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเป็นระยะเวลา 3 วัน ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ก่อนเปิดภาคเรียน

5) ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบหลังอบรม โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับก่อนการอบรม

6) ผู้เข้ารับการอบรมดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและส่งหัวข้อโครงงานให้กับผู้วิจัยก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน

7) ผู้วิจัยติดตามการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครูปฐมวัยจำนวน 18 คน ในช่วงเดือนสิงหาคม 2561

8) ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยสะท้อนคิดเกี่ยวกับการเข้าร่วมโครงการผ่านแบบสะท้อนคิดก่อนปิดภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในช่วงปลายเดือนกันยายน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากแบบทดสอบก่อน-หลังอบรม และแบบสะท้อนคิดเกี่ยวกับการเข้าร่วมโครงการ ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยจัดกลุ่มคำตอบตามคำตอบที่ได้รับ โดยไม่มีการตีความหรือลงความเห็นข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลตามสภาพจริง นับความถี่ของแต่ละกลุ่มคำตอบ และรายงานผลเป็นร้อยละ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มด้านความรู้ความเข้าใจของผู้เข้าร่วมโครงการผ่านการทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อน-หลังอบรมและแบบสอบถามสะท้อนคิดหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นเวลา 1 ภาคเรียน ผลที่ได้มีดังนี้

1. ผลจากแบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มและโครงงานสะเต็ม

จากการวัดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของครูปฐมวัยด้านความรู้ความเข้าใจด้วยแบบทดสอบที่ครอบคลุม 4 ประเด็น ได้แก่ สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน และความแตกต่างระหว่างโครงงานสะเต็มกับโครงงานทั่วไป พบว่า มีผู้ตอบแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังจำนวน 50 คน จากผู้เข้าร่วมโครงการ 64 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ผลมีดังนี้

1.1 สะเต็มศึกษา ก่อนการอบรม ผู้เข้าร่วมโครงการร้อยละ 38 เข้าใจว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม และร้อยละ 48 เข้าใจว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้และใช้กระบวนการแก้ปัญหา/การออกแบบ หลังการอบรมผู้เข้าร่วมโครงการ

เกือบทั้งหมด ร้อยละ 94 มีความเข้าใจว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาหรือการออกแบบในการประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	จำนวน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
1) บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม	20 (38.0)	2 (4.0)	การจัดการเรียนการสอนแบบที่บูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชา คือวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมมาประยุกต์ไว้ด้วยกัน
2) ใช้กระบวนการแก้ปัญหา/การออกแบบ	2 (4.0)	1 (1.6)	การใช้กระบวนการสืบเสาะหาคำตอบและใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาสร้างชิ้นงานหรือต้นแบบ
3) 1 และ 2	27 (48.0)	47 (94.0)	สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ ทักษะ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
4) ตอบไม่สอดคล้อง	1 (1.6)	0 (0.0)	

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ก่อนเข้ารับการอบรมผู้เข้าร่วมโครงการเข้าใจว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือ การให้เด็กหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองสงสัยด้วยวิธีการที่หลากหลาย หรือ ใช้กระบวนการ/ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็น ร้อยละ 40 และ 32 ตามลำดับ หลังการอบรมผู้เข้ารับการอบรมได้ระบุชัดเจนขึ้นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถทำได้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะ 6 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 64 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	จำนวน (ร้อยละ)	
	ก่อน	หลัง
1) ใช้วัฏจักรสืบเสาะ 6 ขั้นตอน	4 (8.0)	37 (64.0)
2) วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E)	2 (4.0)	1 (2.0)
3) การหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยวิธีการที่หลากหลาย	20 (40.0)	3 (6.0)
4) การหาคำตอบโดยใช้กระบวนการ/ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16 (32.0)	3 (6.0)
5) การหาคำตอบจากคำถามที่ครูกำหนด	3 (6.0)	0 (0.0)
6) การทำโครงงาน	3 (6.0)	6 (12.0)
7) การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1 (2.0)	0 (0.0)
8) การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ	1 (2.0)	0 (0.0)

1.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน ทั้งก่อนและหลังเข้ารับการอบรมผู้เข้าร่วมโครงการจำนวนเท่า ๆ กันมีความเข้าใจว่าการทำโครงงาน คือ การหาคำตอบในสิ่งที่สนใจโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย คิดเป็นร้อยละ 36 และ 34 ตามลำดับ หลังเข้าร่วมโครงการผู้เข้าร่วมโครงการ ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ เป็นการหาคำตอบในสิ่งที่สนใจอย่างมีกระบวนการ/ขั้นตอนจนได้ความรู้ที่ลุ่มลึกสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการ โดยก่อนเข้าร่วมมีจำนวนผู้ตอบคิดเป็นร้อยละ 22 และหลังเข้าร่วมโครงการมีจำนวนผู้ตอบคิดเป็นร้อยละ 38 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน

ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงาน	จำนวน (ร้อยละ)	
	ก่อน	หลัง
1) หาคำตอบในสิ่งที่สนใจอย่างมีกระบวนการ/ขั้นตอนจนได้ความรู้ที่ลุ่มลึก	11 (22.0)	19 (38.0)
2) ศึกษาเรื่องที่ตนเองสนใจโดยการปฏิบัติจริงจนได้ความรู้และทักษะที่หลากหลาย	2 (4.0)	10 (20.0)
3) หาคำตอบในสิ่งที่สนใจด้วยวิธีการที่หลากหลาย	18 (36.0)	17 (34.0)
4) เรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	7 (14.0)	2 (4.0)
5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจของเด็ก	4 (8.0)	2 (4.0)
6) เรียนรู้ หาคำตอบด้วยกระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	5 (10.0)	0 (0.0)
7) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับประสบการณ์ในชีวิตจริงหรือเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง	3 (6.0)	0 (0.0)

1.4 ความแตกต่างระหว่างโครงงานสะเต็มและโครงงานทั่วไป ก่อนเข้ารับการอบรมผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เข้าใจว่าโครงงานสะเต็มแตกต่างจากโครงงานทั่วไปที่เน้นการใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม คิดเป็นร้อยละ 64 หลังเข้าร่วมโครงการผู้เข้ารับการ

อบรมส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าโครงงานสะเต็ม เน้นการบูรณาการความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ร้อยละ 32 และเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ร้อยละ 30 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของโครงงานสะเต็มกับโครงงานทั่วไป

ความแตกต่างของโครงงานสะเต็มและโครงงานทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)	
	ก่อน	หลัง
1) เน้นการใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม	32 (64.0)	2 (4.0)
2) เน้นการบูรณาการความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง	3 (3.0)	16 (32.0)
3) เน้นการนำความรู้มาผลิตหรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน	3 (6.0)	9 (18.0)
4) เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	6 (12.0)	15 (30.0)
5) เน้นที่การนำไปแก้ปัญหา สร้างเงื่อนไขที่ท้าทาย	2 (4.0)	6 (12.0)
6) ไม่แตกต่าง	2 (4.0)	0 (0.0)
7) ไม่ระบุ/ระบุไม่เกี่ยวข้อง	2 (4.0)	2 (4.0)

2. ผลจากการสะท้อนคิด

หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมโครงการได้รับมอบหมายให้นำความรู้และทักษะที่ได้จากการอบรมไปใช้จัดกิจกรรมโครงงานสะเต็มให้กับเด็กในชั้นเรียนเป็นเวลา 1 ภาคเรียน และให้สะท้อนคิดเกี่ยวกับการเข้าร่วมโครงการใน 7 ประเด็น ซึ่งมีผู้ที่สะท้อนคิดจำนวน 55 คน จากผู้เข้าร่วมโครงการ 64 คน คิดเป็นร้อยละ 86 ผลการศึกษามีดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรสืบเสาะและการทำโครงงานสะเต็ม พบว่าจากผู้ตอบแบบสำรวจจำนวน 55 คน ระบุว่ามีความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรสืบเสาะและการทำโครงงานที่ชัดเจนขึ้น 53 คน (คิดเป็นร้อยละ 96)

2.2 ความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม ผู้เข้าร่วมโครงการระบุว่ามีความมั่นใจมากขึ้น จำนวน 54 คน (ร้อยละ 98.2) และ ระบุว่าไม่มั่นใจ จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.8) ซึ่งจำนวนที่ระบุว่ามั่นใจมากขึ้นได้ให้เหตุผลว่า เข้าใจความหมาย ขั้นตอนและกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม จำนวน 16 คน เข้าใจความหมายและหลักการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 คน มีแนวทางในการได้มาซึ่งหัวข้อหรือคำถามสำคัญของโครงงานที่เกิดจากความสงสัยและสนใจของเด็ก 5 คน และ มีเทคนิคและวิธีการใช้คำถามกระตุ้นให้เด็กสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง 1 คน

2.3 กิจกรรมหรือองค์ประกอบของโครงการวิจัยที่ช่วยให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานสะเต็มได้ดีขึ้น ผู้เข้าร่วมโครงการระบุว่า 3 หัวข้อหลักที่ช่วยให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานสะเต็มได้ดีขึ้น ได้แก่ การกำหนดหัวข้อโครงงานและคำถามโดยใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียน (ร้อยละ 36.4) การหาคำตอบของแต่ละคำถามโดยใช้วัฏจักรสืบเสาะ (ร้อยละ 18.2) และการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบในโครงงาน (ร้อยละ 18.2)

2.4 การพัฒนาด้านทักษะของเด็กเมื่อเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม ผู้เข้าร่วมโครงการสะท้อนว่าเด็กได้พัฒนาทักษะเพิ่มขึ้นในหลายด้าน โดยผู้วิจัยได้สรุปเฉพาะทักษะที่ระบุไว้เหมือนกันมากกว่า 1 คน พบว่า มี 5 ประเด็น คือ กระบวนการทางสะเต็ม เช่น ออกแบบ/สร้าง/ประเมินชิ้นงาน) (ร้อยละ 21.8)

ทักษะในการสืบเสาะค้นหาคำตอบ (ร้อยละ 18.2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การทดลอง (ร้อยละ 16.4) ทักษะการคิด เช่น คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ให้เหตุผล (ร้อยละ 15.7) และทักษะในการเรียนรู้ (ร้อยละ 10.9)

2.5. ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างทำโครงงานสะเต็ม ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 24 คน ได้ระบุปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างทำโครงงานสะเต็ม โดยมีปัญหาส่วนใหญ่เกี่ยวกับเด็ก ได้แก่ เด็กมีจำนวนมาก เด็กคละชั้น เด็กหลากหลายชาติพันธุ์ (ร้อยละ 16.4) คำถามที่เด็กสงสัยยังไม่สามารถต่อยอดเป็นโครงงานได้ (ร้อยละ 9.1) เด็กใช้เวลาในการหาคำตอบนาน (ร้อยละ 7.3) และเด็กไม่ค่อยโต้ตอบตั้งคำถาม (ร้อยละ 7.3) รวมถึงปัญหาจากการที่ครูผู้สอนไม่มีความรู้ในเรื่องที่เด็กสงสัย (ร้อยละ 3.6)

2.6. ความท้าทายในการจัดการเรียนรู้โครงงานสะเต็มที่แก้ปัญหาได้จากการเข้าร่วมโครงการ ผู้ตอบคำถามจำนวน 45 คน ระบุว่าช่วยในการกระตุ้นให้เด็กได้ลงมือสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง (ร้อยละ 43.6) ช่วยในการเลือกหัวข้อโครงงานที่เกิดจากความสนใจของเด็กมีความลุ่มลึกและพัฒนาความรู้และทักษะในหลายด้าน (ร้อยละ 29.1) และช่วยในการสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ร้อยละ 9.1)

2.7 ประโยชน์ของการใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Learning spiral) ผู้ตอบแบบสอบถาม 55 คน ระบุว่ามีประโยชน์ 54 คน และไม่มีประโยชน์เนื่องจากเป็นสิ่งที่ยากเกินไป 1 คน ในส่วนของประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียน มีดังนี้ ช่วยในการเลือกหัวข้อโครงงาน/กำหนดคำถามในการทำโครงงานที่เกิดจากความสนใจของเด็ก และเป็นโครงงานที่มีความลุ่มลึกและเป็นประโยชน์ (ร้อยละ 43.6) ช่วยให้สามารถวางแผนในการหาคำตอบแต่ละคำถามในโครงงานได้ชัดเจน (ร้อยละ 29.1) ช่วยให้มีเป้าหมายหรือคำตอบของโครงงานที่ชัดเจน ไม่หลงประเด็น (ร้อยละ 7.3)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้และใช้กระบวนการแก้ปัญหา/การออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่นเดียวกับการระบุความแตกต่างของโครงงานทั่วไปและสะเต็ม ที่หลังเข้ารับการอบรม จะระบุว่า โครงงานสะเต็มเน้นการบูรณาการความรู้เพื่อแก้ปัญหากับชีวิตจริงและเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งก่อนเข้ารับการอบรมจะเข้าใจเพียงว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ระหว่าง 4 วิชาเท่านั้น

2. หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่จะระบุว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทำได้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 6 ขั้น ได้แก่ ตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ รวบรวมข้อมูลและตั้งข้อสันนิษฐาน สำรวจและทดลอง สังเกต บันทึกผล สรุปและอภิปราย โดยก่อนการเข้าร่วมจะอธิบายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในความหมายแบบกว้าง ๆ ว่า เป็นการหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยเท่านั้น

3. หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการผู้เข้าร่วมโครงการจำนวนเพิ่มขึ้น เข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ เป็นการหาคำตอบในสิ่งที่สนใจอย่างมีกระบวนการ/ขั้นตอนจนได้ความรู้ที่ลุ่มลึก

4. หลังการเข้าร่วมโครงการผู้เข้าร่วมโครงการเกือบทั้งหมดระบุว่ามีความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะการทำโครงงานสะเต็ม และมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็มสูงขึ้น

5. ผู้เข้ารับการอบรมเห็นว่าการเข้าร่วมโครงการช่วยในการจัดการเรียนรู้สะเต็มได้ดีขึ้น โดยเฉพาะการใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียนในการช่วยกำหนดหัวข้อและคำถามในโครงงานที่ดีและตรงตามที่เด็กสนใจ

และการออกแบบกระบวนการหาคำตอบของคำถามในโครงงาน ทำให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องการเลือกหัวข้อโครงงานและการกระตุ้นให้เด็กลงมือสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

6. ในส่วนของผู้เรียน ผู้เข้าร่วมโครงการระบุว่าการจัดประสบการณ์เรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็มช่วยพัฒนาทักษะให้กับเด็กในหลายด้าน โดยเฉพาะ กระบวนการทางสะเต็ม การสืบเสาะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด และทักษะในการเรียนรู้

7. ในส่วนของปัญหา อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็ม ส่วนใหญ่เป็นปัญหาเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียน เนื่องจากเด็กมีจำนวนมาก มีความหลากหลาย เป็นต้น

การวิจัยนี้มุ่งพัฒนาสมรรถนะของครูปฐมวัยในการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็มด้วยการอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้น พบว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้นสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มและโครงงานสะเต็ม รวมถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งเมื่อครูปฐมวัยมีความเข้าใจและมั่นใจในการจัดการเรียนรู้สะเต็มจะทำให้สามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556)

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความเข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่างวิชา ไม่ใช่การจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ดังที่ระบุในงานวิจัยของ Simoncini และ Lasen (2018) ตั้งแต่ก่อนเข้ารับการอบรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าครูปฐมวัยที่เข้าร่วมโครงการมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มในระดับหนึ่ง แต่ยังขาดมุมมองด้านกระบวนการ ซึ่งภายหลังจากเข้ารับการอบรมผู้เข้าร่วมโครงการมีความเข้าใจความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างสมบูรณ์ตามที่องค์กรการศึกษาและนักการศึกษาได้ระบุไว้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้และทักษะใน 4 สาขาวิชาและเน้นการใช้กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการออกแบบในการหาคำตอบของคำถามที่ซับซ้อน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ค; Pennsylvania Department of Education, 2014; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) ดังที่ Linder et al, (2016) ได้ระบุไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ความสำคัญกับกระบวนการ แม้ว่าความรู้อาจจะจำเป็นบ้าง แต่กระบวนการเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

ปัญหาที่ท้าทายที่สำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็มคือการกำหนดหัวข้อหรือคำถามที่ท้าทายและลุ่มลึก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ McClure et al, (2017) ที่ระบุว่าครูปฐมวัยจำนวนมากที่ยังสับสนและยังไม่ค่อยมั่นใจในการเลือกหัวข้อสะเต็มในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับเด็ก ซึ่งความท้าทายนี้พบว่าสามารถแก้ได้โดยการใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Learning spiral) ที่ครูที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่ระบุว่าการเรียนรู้แบบบันไดเวียน ช่วยในการเลือกหัวข้อโครงงานและกำหนดคำถามในโครงงานที่เกิดจากความสนใจของเด็ก และเป็นโครงงานที่มีความลุ่มลึกและเป็นประโยชน์ อีกทั้งยังช่วยในการวางแผนหาคำตอบในแต่ละคำถามของโครงงาน

ในส่วนของผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานสะเต็มช่วยพัฒนาทักษะให้กับเด็กในหลาย ๆ ด้านโดยเฉพาะด้านกระบวนการทางวิศวกรรม การสืบเสาะ รวมถึงกระบวนการคิด ซึ่งสอดคล้องกับที่องค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ระบุไว้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; National Research Council, 2011; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) นอกจากนี้ ในขั้นตอนการดำเนินการรับสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ ผู้วิจัยพบว่ามีครูปฐมวัยขอเข้าร่วมโครงการเป็นจำนวนมากและมากกว่าที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McClure et al (2017) และ Pasnik & Hupert (2016) ที่ระบุว่า ครูปฐมวัยต้องการได้รับการพัฒนาหรือการอบรมเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ความเข้าใจของครูปฐมวัยเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษายังขาดด้านการพัฒนากระบวนการ ซึ่งเมื่อได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการแล้ว ครูที่เข้าร่วมโครงการมีความเข้าใจที่ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลและพัฒนาครูปฐมวัย เช่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา และศึกษานิเทศก์ผู้รับผิดชอบด้านการจัดการศึกษาปฐมวัยควรมีการถ่ายทอดหรือสื่อความหมายของสะเต็มศึกษาให้แก่ครูปฐมวัยอย่างครบถ้วนโดยเฉพาะในส่วนของกระบวนการ

2. จากการวิจัยพบว่าการที่ครูปฐมวัยมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่สมบูรณ์ส่งผลให้สามารถพัฒนาทักษะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลและพัฒนาครูปฐมวัย จึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาครูปฐมวัยด้วยอีกทางหนึ่ง

3. ปัญหาในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานและโครงงานสะเต็ม คือ การเลือกหัวข้อหรือคำถามที่เกิดจากความสนใจของเด็กและต่อยอดมาเป็นการศึกษาที่ลุ่มลึก และการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือหาคำตอบของคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจากการวิจัยพบว่าการใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียนสามารถช่วยแก้ปัญหาทั้งสองส่วนได้เป็นอย่างดี ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลและพัฒนาครูปฐมวัยที่ดูแลครูปฐมวัยควรจะมีการส่งเสริมให้ครูใช้การเรียนรู้แบบบันไดเวียนเป็นเครื่องมือในการเลือกหัวข้อโครงงานที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ครูปฐมวัยเห็นความสำคัญและมีความต้องการในการพัฒนาตนเองในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มแต่การจัดอบรมหรือการให้ความรู้ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการจัดอบรมสัมมนา หรือให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง และพัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของครูปฐมวัยให้ครอบคลุมทุกด้านมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง หลักสูตรอบรมครูปฐมวัยเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็ม ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2561 จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รหัสโครงการ 027/2561

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

จำรัส อินทลาภาพร, และคณะ. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal Silapakorn University ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 8*(1), 62-74.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 33*(2), 49-56.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและฑูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท, 42*(185), 14-18.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ก). *รู้จักสะเต็ม*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2560, จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ข). *ยุทธศาสตร์สะเต็มศึกษากำหนดไว้อย่างไร?*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2560, จาก http://www.stemedthailand.org/?faq=ยุทธศาสตร์สะเต็มศึกษาก-2

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ค). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2560 จาก http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/Intro-to-STEM.pdf

Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approach* (4th ed.). USA: SAGE Publications, Inc.

Breiner, J., et al., (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3–11.

Brenneman, K. (2010). *Planned explorations and spontaneous discoveries: Supporting scientific inquiry in preschool*. Austin, TX: DML Summer Institute.

Herschabach, D.R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education,* 48(1), 96-122

Jamil, F., Linder, S., & Stegelin, D. (2017). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal,* 46, 1–9.

Kelley, T. R., & J. G. Knowles, (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education,* 3(1), 1–11.

National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics.* Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13158.

Pasnik, S., & N. Hupert, (2016). *Early STEM learning and the roles of technologies*. Waltham, MA: Education Development Center.

Pennsylvania Department of Education. (2014, September). *The framework for integrative science, technology, engineering & mathematics (STEM) education endorsement guidelines*. Retrieved from https://www.education.pa.gov/Documents/Teachers-Administrators/Certification%20Preparation%20Programs/Specific%20Program%20Guidelines/Integrative%20Science,%20Technology,%20Engineering,%20Mathematics%20(STEM)%20Education%20Guidelines.pdf

McClure, E., et al, (2017). How to integrate STEM into early childhood education. *Science and Children,* 55(2), 8-10.

Linder, S.M., et al., (2016). STEM use in early children education: Viewpoints from the field, *Young Children,* 71(3), 87-91.

Sanders, M. (2009). Integrative STEM education primer. *The Technology Teacher,* 68(4), 20–26.

Simoncini, K., & Lasen, M. (2018). Ideas about STEM among Australian early childhood professionals: How important is STEM in early childhood education? *International Journal of Early Childhood,* 50, 353-369.

Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials Grade 3-8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Transted Thai References

Chulavatnatol, M. (2013). STEM education Thailand and STEM ambassadors. *Magazine IPST,* 42(185), 14-18.

Intalapaporn, C, et al., (2015). The study guidelines for learning managemnt of the STEM Education for elementary students*. Veridian E-Journal Silapakorn University (Humanities, Social Science and Arts),* 8(1), 62-74.

Laohapaiboon, P. (1999). *Science teaching*. (3rd ed.). Bangkok: Thaiwattanapanich.

Ministry of Education, Thailand. (2017). *Early childhood education curriculum B.E. 2560*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand., LTD.

Siripatrachai, P. (2013). STEM education and 21st century skills development. *Executive Journal, 33*(2), 49-56.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014a). *Knowing STEM, STEM Education Thailand*. Retrieved 15 October 2017, from http://www.stemedthailand.org/?page_id=23

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014b.). *Thailand's strategy for STEM education.* Retrieved 15 October 2017, http://www.stemedthailand.org/?faq=ยุทธศาสตร์สะเต็มศึกษาก-2 (in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014c). *STEM Education*. Bangkok. Retrieved 15 October 2017, from http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/Intro-to-STEM.pdf