

การพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย

STEM Collaborative Professional Development for Early Childhood Teachers

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป¹ และชนิพรรณ จาติเสถียร²

Jurarat Thammaprateep¹ and Chanipun Chartisathian²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²อาจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิชาชีพสำหรับครูปฐมวัยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาครูปฐมวัยให้สามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดของการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย โดยมีรายละเอียดของแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน (Lesson study) และแนวคิดการบูรณาการสะเต็มศึกษาในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับปฐมวัย แนวคิดดังกล่าวนำมาสู่การออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย ที่ประกอบด้วยการพัฒนาครู 2 ขั้นตอน คือ 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 2) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการพัฒนาบทเรียนสะเต็มศึกษาร่วมกันของครูเป็นทีมในโรงเรียนเดียวกัน เพื่อให้ครูได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากการอบรมเชิงปฏิบัติการในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

คำสำคัญ: การพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ สะเต็มศึกษา ครูปฐมวัย

Abstract

Professional development for early childhood teachers in STEM learning experiences is important as it enhances early childhood teachers to provide effectively STEM learning experiences for students to develop 21st century skills. This article presents a literature review as a framework for the development of the STEM collaborative professional development program for early childhood teachers. The program was grounded on collaborative professional development program, lesson study, and STEM integrated in early childhood education. It was consisted of two parts of the teachers' development: 1) a workshop to build knowledge and understanding that related to STEM learning experiences and 2) the development of STEM lessons. In the second part, teachers from the same school worked together collaboratively to apply knowledge from the workshop to develop the STEM lessons.

Keywords: Collaborative professional development, STEM Education, Early childhood teachers

บทนำ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เริ่มต้นจากประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทางด้านเนื้อหาและทักษะ 4 วิชาหลัก คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) จากอักษรย่อในภาษาอังกฤษจึงเรียกว่า STEM ในปัจจุบันมีการนำแนวคิดของสะเต็มศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ (Howarth & Scott, 2014) สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการที่เน้นทั้งแนวทางการสอนและแนวทางการเรียนที่มีลักษณะเป็นการเรียนแบบร่วมมือ เน้นการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน ฝึกการคิดขั้นสูง เน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ผสมกับการเรียนรู้บนพื้นฐานของการออกแบบ (Design-based learning) ที่เป็นแนวทางการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมศาสตร์ที่ชัดเจน ทั้ง 4 วิชาของสะเต็มศึกษาเป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และความสามารถที่จะเป็นประชากรที่มีคุณภาพ รองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมเข้าสู่การแข่งขันแรงงานในศตวรรษที่ 21 ได้ สะเต็มศึกษาจึงนับว่าเป็นการจัดการศึกษาในอนาคตสำหรับศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาได้รับความสนใจทั้งด้านการศึกษาและการวิจัย โดยเฉพาะนักวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา ตั้งแต่ระดับการศึกษาปฐมวัยจนถึงมัธยมศึกษา โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การรับรู้ และการปฏิบัติการสอนของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาในทุกระดับการศึกษา และการนำแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา ไปใช้จริงในห้องเรียนตามบริบทของแต่ละโรงเรียน แต่ละระดับการศึกษา

ในระดับปฐมวัยการเรียนรู้ในช่วงต้นของชีวิตเป็นสิ่งสำคัญมาก การจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาจึงควรเริ่มตั้งแต่ระดับปฐมวัย เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่เป็นรากฐานสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในอนาคต เป็นวัยที่กำลังมีการพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และทักษะ เด็กทุกวัยมีความสามารถในการสังเกตสำรวจและค้นพบโลกรอบตัว (National Research Council (NRC), 2012) สอดคล้องกับจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกตซึ่งนำไปสู่การคิด การทดลอง การสืบค้น การซักถาม หรือ การตั้งคำถาม โดยเฉพาะในช่วงแรกของชีวิตความสามารถพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เด็กเล็กสามารถทำได้ และควรได้รับการส่งเสริมและสนับสนุน (NRC, 2012) การจัดการศึกษาระดับปฐมวัยตามแบบสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องที่ทำได้ไม่ยาก และสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีนักการศึกษาและงานวิจัยมากมายที่สนับสนุนแนวคิดที่ว่าเด็กเล็กๆ มีความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดและการปฏิบัติตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้ และควรให้เด็กเล็กได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้สะเต็ม นอกจากนี้ยังยอมรับกันว่าเด็กเล็กๆ มีความสามารถในการเรียนรู้สะเต็มเป็นอย่างดีได้มากกว่าที่คาดคิดไว้ (McClure, Guernsey, Clements, Bales, Nichols, Kendall-Taylor & Levine, 2017) เนื่องจากเด็กปฐมวัยเป็นวัยเรียนรู้เกี่ยวกับโลกรอบตัวผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อมรอบข้างในชีวิตจริง วิธีการเรียนรู้ที่สำคัญของเด็กในวัยนี้ คือ การเปิดโอกาสให้เด็กเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ได้ลงมือทำการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า รวมถึงให้เด็กได้ทดลอง สำรวจ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการเล่นที่มีความหมาย การจัดประสบการณ์การเรียนรู้สำหรับเด็กปฐมวัยต้องมีความหลากหลาย เหมาะสมกับพัฒนาการและลักษณะการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัย เปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา และการบูรณาการทั้ง 4 วิชา สามารถแทรกเข้าไปใน

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครูจัดอยู่แล้ว เช่น การจัดประสบการณ์แบบบูรณาการในรูปแบบของโครงการ เป็นต้น เพียงแต่อาจจะต้องมีความชัดเจนในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้ง 4 วิชา

การขยายแนวคิดและการเผยแพร่แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาสู่ครูระดับปฐมวัยเป็นเรื่องที่สำคัญและควรทำเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ ควรมีแนวทางการพัฒนาครูปฐมวัยที่ทำให้ครูปฐมวัยมีความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง รวมถึงมีความสามารถที่จะจัดประสบการณ์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างความมั่นใจ และความเชื่อมั่นของครูในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนั้น บทความนี้จะนำเสนอการทบทวนวรรณกรรมที่เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย ซึ่งรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ (Collaborative teacher professional development) เป็นรูปแบบที่เน้นที่การมีส่วนร่วมของครูในการที่จะพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่องในการปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการวิจัยและยอมรับจากนักวิชาการทางการศึกษาว่าเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพและครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมแบบปกติไปใช้ได้จริงที่โรงเรียนของตนเอง

โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ^๑ นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย” ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาและความสามารถในการจัดประสบการณ์เรียนรู้สะเต็มของครูปฐมวัย สำหรับแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย ได้แก่ แนวคิดการบูรณาการสะเต็มในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับปฐมวัย แนวคิดการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ แนวคิดการพัฒนาศักยภาพร่วมกัน หรือ lesson study และการออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวคิดการบูรณาการสะเต็มในระดับปฐมวัย

สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ที่เป็นการบูรณาการทั้งความรู้และทักษะของศาสตร์แต่ละศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่นำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าสิ่งต่างๆ การสร้างหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในโลกปัจจุบัน หรือที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในชื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษา เป็นการเตรียมพร้อมนักเรียนใน 5 ด้านสำคัญ คือ (1) การเข้าใจเนื้อหาที่เป็นแกนหลักทางวิชาการ (2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (3) การทำงานเป็นกลุ่ม (4) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และ (5) การเป็นผู้ริเริ่ม และรับคำวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะที่ต้องการ เข้าใจเนื้อหาสาระและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (Turner, 2013)

จากความหมายของสะเต็มศึกษา พบว่า ครูปฐมวัยส่วนใหญ่จะมีความคุ้นเคยกับแนวคิดของการจัดประสบการณ์แบบบูรณาการอยู่แล้ว เนื่องจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัยเป็นการจัดแบบบูรณาการเน้นการพัฒนาในองค์รวม เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของ 4 วิชา ของสะเต็ม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์กับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับปฐมวัย พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูปฐมวัยมีความคุ้นเคยและมีโอกาสได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่พัฒนาแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาบ้างแล้ว แต่ครูปฐมวัยอาจไม่คุ้นเคยกับการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันในการจัดกิจกรรม ประกอบกับ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่ครูมีความคิดว่าเป็นวิชาใหม่สำหรับครูในการจัดกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะวิศวกรรมศาสตร์ นอกจากนี้ครูปฐมวัยมักขาดความมั่นใจและเกิดความวิตกกังวลในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง (Moomaw, 2013)

อย่างไรก็ตามการบูรณาการทั้ง 4 สาระวิชาเข้าไว้ด้วยกันในการจัดประสบการณ์ไม่ใช่เรื่องยากนักสำหรับครูปฐมวัย เพียงแต่ครูจะต้องทำให้การจัดกิจกรรมบูรณาการมีความชัดเจนเห็นความเชื่อมโยงของทั้ง 4 สาระวิชาในการจัดกิจกรรมและเห็นความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สาระวิชากับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย

1.1 สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย

สาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 สำหรับเด็กอายุ 3-5 ปี ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ประสบการณ์สำคัญและสาระที่ควรเรียนรู้ ทั้งสองส่วนใช้เป็นสื่อกลางในการจัดประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทุกด้านทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา (อรุณี หรดา, 2555)

1) ประสบการณ์สำคัญจะช่วยอธิบายให้ผู้สอนเข้าใจว่า เด็กปฐมวัยต้องทำอะไร เรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างไร และทุกประสบการณ์มีความสำคัญต่อพัฒนาการของเด็ก ช่วยแนะผู้สอนในการสังเกต สนับสนุน และวางแผนการจัดกิจกรรมให้เด็ก ประสบการณ์สำคัญที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น เด็กสามารถทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ผ่านประสบการณ์สำคัญในรูปการเล่นและทำงานร่วมกับผู้อื่น ประสบการณ์สำคัญสำหรับเด็กอายุ 3-5 ปี ครอบคลุมพัฒนาการทั้ง 4 ด้าน สรุปได้ ดังนี้

(1) ประสบการณ์สำคัญที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านร่างกาย เป็นการสนับสนุนให้เด็กได้มีโอกาสดูแลสุขภาพและสุขอนามัย การรักษาความปลอดภัย พัฒนากล้ามเนื้อใหญ่และกล้ามเนื้อเล็ก และการทรงตัวกับการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อใหญ่ และกล้ามเนื้อเล็ก

(2) ประสบการณ์สำคัญที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านอารมณ์และจิตใจ เป็นการสนับสนุนให้เด็กได้แสดงออกทางอารมณ์และความรู้สึกที่เหมาะสมกับวัย มีความสุข ร่าเริงแจ่มใส ได้พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมสุนทรียภาพ ความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเองขณะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ

(3) ประสบการณ์สำคัญที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านสังคม เป็นการส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อมรอบตัวจากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ผ่านการเรียนรู้ทางสังคม เช่น การเล่นเกมการทำงานร่วมกับผู้อื่น การปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน การแก้ปัญหาข้อขัดแย้งต่างๆ เป็นต้น

(4) ประสบการณ์สำคัญที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านสติปัญญา เป็นการสนับสนุนให้เด็กได้รับรู้เรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า ผ่านการคิด การใช้ภาษา การสังเกต การจำแนกและเปรียบเทียบจำนวน มิติสัมพันธ์ (พื้นที่/ระยะ) และเวลา

2) สาระที่ควรเรียนรู้ สาระในส่วนนี้กำหนดเฉพาะหัวข้อไม่มีรายละเอียด ทั้งนี้เพื่อให้ครูปฐมวัยสามารถกำหนดรายละเอียดขึ้นเองให้สอดคล้องกับวัย ความต้องการ ความสนใจของเด็ก อาจยืดหยุ่นเนื้อหาได้เองโดยคำนึงถึงประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงของเด็ก ผู้สอนสามารถนำสาระที่ควรเรียนรู้มาบูรณาการจัด

ประสบการณ์ต่างๆ ให้ง่ายต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้ได้ประสงค์ให้เด็กท่องจำเนื้อหา แต่ต้องการให้เด็กเกิดแนวคิด หลังจากนำเสนอสาระที่ควรเรียนรู้นั้นๆ มาจัดประสบการณ์ให้เด็ก เพื่อให้บรรลุจุดหมายที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ สาระที่ควรเรียนรู้อย่างใช้เป็นแนวทางช่วยผู้สอนกำหนดรายละเอียด และความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับพัฒนาการเด็ก สาระที่ควรเรียนรู้ประกอบด้วย

(1) เรื่องราวเกี่ยวกับตัวเด็ก ครอบคลุมสาระเกี่ยวกับตนเอง เช่น ชื่อ นามสกุล รูปร่างหน้าตา อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย ความคิด อารมณ์และความรู้สึก การรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ การเรียนรู้ข้อตกลงในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

(2) เรื่องราวเกี่ยวกับบุคคลและสถานที่แวดล้อมเด็ก ครอบคลุมสาระเกี่ยวกับครอบครัว สถานศึกษา ชุมชน รวมทั้งบุคคลต่างๆ ที่เด็กต้องเกี่ยวข้องกับ เช่น สมาชิกในครอบครัว ชื่อสถานศึกษาและบุคคลต่างๆ ที่อยู่สถานศึกษา สถานที่สำคัญและบุคคลต่างๆ ในชุมชน ขนบธรรมเนียมประเพณี และความเป็นไทย เป็นต้น

(3) ธรรมชาติรอบตัว ครอบคลุมสาระเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่อยู่รอบตัว ความเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติและโลกที่แวดล้อมตัวเด็ก เช่น การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันของสิ่งมีชีวิตและธรรมชาติ ลักษณะอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาที่มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิต ความจำเป็นของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

(4) สิ่งต่างๆ รอบตัวเด็ก ครอบคลุมสาระเกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ ยานพาหนะ และการสื่อสารต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเด็ก เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ในบ้าน ยานพาหนะในการเดินทางและข้อควรระวังในการเดินทางทั้งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ จำนวนและตัวเลข การชั่ง ตวง และวัด เป็นต้น

1.2 องค์ประกอบของสะเต็มในระดับปฐมวัย

จากหลักสูตรปฐมวัยดังกล่าวข้างต้น จะสามารถเชื่อมโยงระหว่างสาระสำคัญที่ควรเรียนในระดับปฐมวัยกับแนวคิดและกระบวนการของแต่ละวิชาในสะเต็ม ได้ดังนี้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; ชลาธิป สมาหิโต, 2558; Moomaw, 2013; Turner, 2013)

1) **วิทยาศาสตร์** ในระดับปฐมวัยวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมีทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์อยู่รอบตัวเด็กและเป็นแนวคิดที่เด็กเรียนรู้ได้ง่ายในชีวิตประจำวัน สำหรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในระดับปฐมวัย ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ (1) วิทยาศาสตร์กายภาพ เช่น กลางวันกลางคืน แสงเงา เสียง สี ความแข็ง การจม การลอย สถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส เป็นต้น (2) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เช่น ร่างกายของเรา อวัยวะต่างๆ พืช สัตว์ สิ่งมีชีวิตรอบตัว กระบวนการดำรงชีวิต เช่น การกิน การขับถ่าย เป็นต้น และ (3) วิทยาศาสตร์โลก เช่น ดวงดาว พระอาทิตย์ หิน สมบัติของวัตถุ ปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ฝนตก พายุ ลมพายุ เมฆ เป็นต้น สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับปฐมวัยส่วนใหญ่เป็นทักษะที่ครูใช้ในการจัดประสบการณ์ เช่น การสังเกต สำรวจสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติใกล้ตัวที่เป็นรูปธรรม เรื่องราวเกี่ยวกับตัวเด็ก รวมทั้งการรับรู้ การใช้ประสาทสัมผัสที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตาม ครูปฐมวัยควรเน้นและกระตุ้นให้เด็กได้มีโอกาสตั้งคำถาม จากการสังเกตสิ่งต่างๆ แล้วทำการสำรวจ ตรวจสอบ ทดสอบเพิ่มเติมในสิ่งที่เด็กๆ

สนใจ จากนั้นนำมาลงสรุปและสื่อสารผ่านการพูดคุย การเขียน การวาดหรือการแสดงบทบาทสมมติ ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

2) เทคโนโลยี ในระดับปฐมวัยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมีทั้งแนวคิดและกระบวนการทางเทคโนโลยี โดยแนวคิดของเทคโนโลยี คือ การใช้ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ข้อดีข้อเสียของการใช้เทคโนโลยี โดยการใช้เทคโนโลยีมีได้ 2 ลักษณะ คือ การใช้เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกและการใช้เพื่อการสืบเสาะหาความรู้ สร้างสรรค์ชิ้นงาน เช่น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต สำหรับการใช้เอื้ออำนวยความสะดวกในรูปของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ทางเทคโนโลยีที่ไม่ได้จำกัดแค่ เทคโนโลยีดิจิทัลเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการใช้เครื่องมือ สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในระดับปฐมวัยเทคโนโลยีอาจเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์และ/หรือวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ไม้บรรทัด สายวัดหรือตลับเมตรในการวัด การใช้เครื่องชั่ง เรือร่น้ำหนัก การใช้เทอร์โมมิเตอร์ ในเรื่องอุณหภูมิ การใช้แว่นขยายเป็นเครื่องมือช่วยในการสังเกต การใช้กล้องส่องทางไกลหรือกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น บางครั้งเทคโนโลยีอาจจะอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกอย่างง่าย หรือในรูปของเล่นที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์และวิศวกรรมศาสตร์ เช่น ล้อรถ รอก เพล่า ไม้บล็อก บานประตู คัน โม่บาย จรวดกระดาษ เป็นต้น ซึ่งจะสอดคล้องกับทางด้านวิศวกรรมการออกแบบด้วย ในส่วนของกระบวนการทางเทคโนโลยีในระดับปฐมวัย อาจจะเป็นทักษะ การคิด การริเริ่ม การสร้างสรรค์ เป็นต้น

3) วิศวกรรมศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ และสามารถใช่วิธีการได้อย่างหลากหลายในการพัฒนานวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ เป้าหมายของการเรียนรู้วิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษา คือการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ และเรียนรู้ว่าจะออกแบบอย่างไร แนวคิดทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ชัดเจนในระดับปฐมวัย คือ กระบวนการออกแบบรูปทรง รูปร่าง เช่น การต่อบล็อก หรือ เลโก้ ที่เด็กเล็กๆ จะออกแบบวางต่อตามความคิดและจินตนาการของเด็ก รวมทั้งเรื่องของวัสดุศาสตร์ เช่น วัสดุที่มีสมบัติทำให้วัตถุสองชนิดติดกัน เช่น การใช้กาว การใช้ลวดเย็บ การใช้เชือก การใช้เทปกาว ในการยึดติดวัตถุสองชิ้น เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วน of กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย

4) คณิตศาสตร์ ในระดับปฐมวัยเป็นเรื่องของจำนวน กระบวนการ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ปริมาณ ปริมาตร น้ำหนักเกี่ยวกับสิ่งของต่างๆ ใกล้ตัว ความซับซ้อนของเนื้อหาขึ้นอยู่กับระดับของพัฒนาการทั้งทางร่างกายและสติปัญญาตามวัยของเด็กแต่ละวัย จุดเน้นที่มักจะละเลยหรือไม่ได้ให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในโลกแห่งความเป็นจริงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่จะมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่เป็นตัวเลข การคำนวณ ปริมาณ ปริมาตร และเวลา

จากองค์ประกอบของแต่ละวิชาของสะเต็ม จะพบว่าเนื้อหาสาระทั้ง 4 วิชามีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน และวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสาระที่ควรเรียนรู้ในหลักสูตรมากกว่า

เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ที่ครอบคลุมถึงเครื่องมือและกระบวนการซึ่งอาจจะปรากฏน้อยกว่าในหลักสูตรปฐมวัย แต่ทั้ง 4 สาขาวิชาสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตประจำวันและสิ่งใกล้ตัวสำหรับเด็กปฐมวัยได้

ในการพัฒนาเด็กปฐมวัยตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ครูต้องวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมประสบการณ์สำคัญและสาระที่ควรเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยที่จะช่วยพัฒนาให้เด็กปฐมวัยมีความพร้อมตามเป้าหมายของสะเต็มศึกษา โดยมีแนวทางในการวิเคราะห์กว้างๆ คือ พิจารณาประสบการณ์สำคัญที่จะช่วยพัฒนาคุณลักษณะเด็กปฐมวัยให้มีความพร้อมที่จะทำให้เด็กมีทักษะสำคัญตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยให้ครอบคลุมพัฒนาการทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา ในการกำหนดสาระที่ควรเรียนรู้ ผู้สอนอาจกำหนดรายละเอียดขึ้นเองในรูปของหน่วยการสอนแบบบูรณาการ หรือโครงการ/กิจกรรมในลักษณะอื่นๆ หรืออาจสอดแทรก/บูรณาการกับสาระที่ควรเรียนรู้ที่หลักสูตรกำหนดไว้ให้แล้วก็ได้ การบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นไปตามหลักการบูรณาการและการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับศักยภาพและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับปฐมวัย

1.3 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับปฐมวัย ควรมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย จากสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรปฐมวัย และสาระสำคัญของ 4 วิชาในสะเต็ม เด็กๆ จะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูปฐมวัยต้องมีการวางแผนและออกแบบแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีเป้าหมายที่ชัดเจน มีจุดประสงค์เพื่อเน้นการสร้างความรู้รอบตัว และประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องมีเข้าใจว่าแต่ละกิจกรรมเชื่อมโยงสอดคล้องกับองค์ประกอบใดของสะเต็ม

2) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีลักษณะของการส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากเด็กเล็กๆ มีความสงสัยอยู่ตลอดเวลาตามธรรมชาติ สอดคล้องกับรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การตั้งคำถาม และการสำรวจเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ทุกแขนง การสงสัย การตั้งคำถาม และการสำรวจ ล้วนเป็นเครื่องมือของการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นของเด็ก การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ควรเกิดขึ้นในช่วงเวลาวิทยาศาสตร์ แต่ควรบูรณาการในทุกกิจกรรมการเล่นของเด็กอย่างเป็นรูปธรรม เด็กต้องได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ให้มากที่สุด ยิ่งเด็กเล็กๆ การจัดประสบการณ์ต้องง่าย สัมผัสได้ และเป็นรูปธรรมให้มากขึ้น ในระดับปฐมวัยนั้น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อครูจัดเตรียมสิ่งแวดล้อม กิจกรรมประจำวัน และสื่ออุปกรณ์ และให้ความเอาใจใส่ต่อการดำเนินการเรียนรู้และใช้สื่อต่างๆ ครูเป็นผู้จัดหาโอกาส เวลา สื่ออุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ให้แก่เด็ก เพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะต่างๆ ด้วยตนเอง ครูฟังเด็ก บันทึก และใช้คำถามปลายเปิดช่วยให้เด็กคิด หากคำตอบและแก้ปัญหาได้ตามวัย ทั้งนี้การเรียนรู้ต้องเป็นไปอย่างบูรณาการตามความสนใจของเด็กๆ และคำนึงถึงความแตกต่างของเด็กแต่ละคน อีกทั้งต้องเป็นไปเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ใกล้ตัวจับต้องได้มากที่สุด

ในทำนองเดียวกันการสืบเสาะหาความรู้ควรเป็นแรงผลักดันและนำทางในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่นเดียวกัน เมื่อเด็กๆ มีปฏิสัมพันธ์กับวัสดุต่างๆ เด็กๆ ก็สามารถที่จะสร้างความสัมพันธ์ จำแนก เปรียบเทียบวัสดุเหล่านั้น เช่น การแยกสี แบ่งขนาดใหญ่เล็ก ขอบเขตหรืออาณาเขตของวัสดุต่างๆ การจัดเรียง การจัดวาง ตำแหน่ง รูปทรง รูปร่าง สิ่งต่างๆ เหล่านี้สามารถนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างบูรณาการ

3) การเชื่อมโยงเพิ่มเติมเข้าสู่การพัฒนาการเพื่อเสริมสร้างสติปัญญา การเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างปัญญาเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล การตั้งสมมติฐาน การคาดคะเนทำนาย การใช้ทฤษฎีหรือกำหนดทฤษฎีเป็นต้น และสิ่งเหล่านี้เป็นธรรมชาติของการเรียนรู้ของเด็กซึ่งสอดคล้องกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น วิธีที่เราควรจัดการเรียนรู้ให้เด็กคือ การให้เด็กเรียนรู้วิชาการหรือเนื้อหาสาระที่เสริมสร้างปัญญาตามธรรมชาติของเด็ก เช่น เมื่อเด็กมาบอกว่า ทำให้หนูหน่อยว่าวัดยังไง หรือจะเขียนบอกอย่างนั้นอย่างนี้อย่างไร เพราะเด็กได้ทำการสำรวจสืบค้นมาอันเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของเด็ก แล้วครูแนะนำเด็กให้ทำตามต้องการ เช่น บอกให้ช่วยกันวัด หรือเขียนตามคำบอกของเด็กที่ต้องการบันทึกสิ่งที่ค้นพบ สิ่งสร้างสรรค์หรือเขียนตามที่เด็กบอก ต้องการเขียน แล้วให้เด็กลอกตาม ก็จะเป็นการสอนด้านวิชาการผ่านการเรียนรู้โดยใช้ธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กที่ใช้สติปัญญา

4) การออกแบบการจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการเทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้สอนควรคำนึงถึงศักยภาพและระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน และอาจมีการปรับขั้นตอนต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม เช่น ในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา ครูสามารถบูรณาการแนวคิดหรือความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หรือประยุกต์ใช้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนในบริบทหนึ่งมาสู่การประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ครูควรช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถรวบรวมข้อมูล เช่น ส่งเสริมให้เด็กได้สำรวจตรวจสอบโดยครูเป็นผู้กำหนดกรอบ แนะนำ และซักถาม และในขั้นของการออกแบบ เด็กในระดับปฐมวัยอาจยังไม่สามารถร่างภาพหรือเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเป็นลำดับขั้นได้ด้วยตนเอง ผู้สอนอาจใช้วิธีการให้เด็กวาดภาพอย่างง่ายที่เด็กสามารถทำได้หรือพูดคุยเพื่อช่วยเหลือเด็กในการลำดับความคิดหรือขั้นตอนในการปฏิบัติ เมื่อเด็กได้ลงมือปฏิบัติเสร็จ ครูควรให้เด็กได้ประเมินผลงานของตนเองว่าตรงกับสิ่งที่ต้องการหรือไม่ นอกจากนั้น ครูควรมุ่งส่งเสริมการพัฒนาจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในระหว่างทำกิจกรรมและควรส่งเสริมการรู้จักใช้ผลผลิตของเทคโนโลยี เช่น สิ่งของเครื่องใช้ ซึ่งพบเห็นในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย

2. แนวคิดของการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ

การพัฒนาวิชาชีพครู (Professional development) หมายถึง กระบวนการหรือกิจกรรมที่มีเป้าหมายเพื่อให้ครูมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง ความรู้ ทักษะด้านการจัดการเรียนการสอน (pedagogical skills) รวมทั้งเจตคติและความเชื่อของครู ที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสุดท้ายสำคัญ (Guskey, 2000) การพัฒนาวิชาชีพครู ยังเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของครูอย่างต่อเนื่องและนำไปสู่การปฏิบัติของครู (Lieberman & Miller, 1992) การพัฒนาวิชาชีพครูครอบคลุมทั้งกิจกรรมการพัฒนาระหว่างการปฏิบัติงานของครูประจำการ (in-service teacher) และการพัฒนาในช่วงฝึกหัดครู (pre-service teacher) และเป็นการพัฒนาตลอดอายุการทำงานในวิชาชีพครู โดยทั่วไปการพัฒนาวิชาชีพครู สำหรับครูประจำการนั้นเป็นกระบวนการยกระดับความรู้แนวคิด ศักยภาพที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของครูให้เป็นครูที่มีศักยภาพในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง รูปแบบและวิธีการพัฒนาวิชาชีพครู อาจมีหลายวิธี ได้แก่ การฝึกอบรม การศึกษาต่อการเรียนผ่านเครือข่าย และการสร้างเครือข่ายครู เป็นต้น การพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้รูปแบบการอบรมทั้งแบบอบรมให้ความรู้และการอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นรูปแบบที่ผู้จัดการอบรมมีความคาดหวังว่าผู้เข้ารับการอบรมจะ

สามารถนำความรู้จากการอบรมและการได้ลงมือปฏิบัติในการอบรมไปประยุกต์ใช้จริงในโรงเรียนของตนเองได้ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าการพัฒนาวิชาชีพครูในรูปแบบดังกล่าวยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (Guskey, 2000) สะท้อนจากปัญหาของการจัดการเรียนการสอนที่ยังคงมีอยู่หลายประการ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ครูนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในห้องเรียนจริงเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากครูยังคงต้องการความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา และ ข้อเสนอแนะในขณะที่มีการปฏิบัติการสอนในโรงเรียน

รูปแบบของการพัฒนาวิชาชีพครูที่จะช่วยให้ครูสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากการอบรมทั้งการอบรมให้ความรู้และการอบรมเชิงปฏิบัติการนำไปสู่ในการพัฒนาครูอย่างแท้จริง จึงควรเพิ่มการมีส่วนร่วมของครูในการที่จะพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่องในการปฏิบัติจริง ที่เรียกว่า การพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ (Collaborative professional development) การพัฒนาครูในรูปแบบที่มีความร่วมมือในลักษณะต่างๆ เป็นการพัฒนาครูที่นอกจากการอบรมให้ความรู้หรืออบรมเชิงปฏิบัติการตามแบบปกติแล้ว หลังจากการอบรมจะมีการติดตามช่วยเหลือครูในลักษณะของการทำงานเป็นทีมอย่างต่อเนื่อง ครูจะได้รับการแนะนำและการให้ความช่วยเหลือในเรื่องของการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการนำไปปฏิบัติจริง รวมทั้งกระตุ้นให้ครูสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีและเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในโรงเรียนและนอกโรงเรียน ซึ่งเป็นจุดเน้นของการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ ซึ่งการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเหมาะสำหรับการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ๆ

กระบวนการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือที่มีประสิทธิภาพจะมีช่วงเวลาหรือขั้นตอนของการสนับสนุนช่วยเหลือครูอย่างจริงจังในระหว่างที่ครูนำความรู้ใหม่หรือการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ไปใช้ในห้องเรียนจริง ที่เรียกว่า การชี้แนะ (Coaching) เป็นกระบวนการทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ชี้แนะและผู้ถูกชี้แนะ โดยผู้ชี้แนะใช้วิธีการต่างๆ ที่ช่วยหนุนนำอย่างต่อเนื่อง เสริมพลัง และกระตุ้นระบบการจัดการความคิดของผู้ถูกชี้แนะ เพื่อสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่หรือที่ได้รับผ่านการอบรม มาใช้ปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการทำงานที่ตั้งไว้ รวมถึงพัฒนาการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเพิ่มพูนศักยภาพในตนเอง (ชนิพรรณ จาติเสถียร, 2557) นับว่าเป็นการสนับสนุนและช่วยเหลือนับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการให้เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น Truesdale (2003) ศึกษาความแตกต่างระหว่างครูที่เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการกับครูที่เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการแล้วตามด้วยการชี้แนะในระหว่างการนำไปใช้ พบว่า การชี้แนะครูมีผลดีต่อการนำไปปฏิบัติของครูที่อบรมเชิงปฏิบัติการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถนำสิ่งที่อบรมไปสู่การปฏิบัติจริง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Cornett & Knight (2009) ที่ศึกษาจากครู 50 คนที่ได้รับการชี้แนะต่อจากการอบรมเชิงปฏิบัติการมีการใช้วิธีการสอนใหม่ในห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าที่อบรมเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ หลักการจัดโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูควรมีระยะเวลายาวนานและเพียงพอสำหรับครูในการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่เป็นห้องเรียนจริง ระยะเวลาของการพัฒนาวิชาชีพมีความสำคัญมากต่อผลสำเร็จที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียน จากผลงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาวิชาชีพครู โดยเปรียบเทียบเวลาของการพัฒนา กับผลสำเร็จของการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนของครู พบว่า การพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้เวลามากกว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของครูที่นำไปสู่การเรียนของนักเรียนมากกว่าการพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้เวลาน้อยกว่า

(Gulamhussein, 2013) ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาวิจัยของ French (1997) สรุปว่า ครูต้องการเวลาในการพัฒนาวิชาชีพในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นเวลา 50 ชั่วโมงในการเรียนการสอน

กระบวนการร่วมมือของครูในกระบวนการพัฒนาวิชาชีพที่มีการชี้แนะ การแลกเปลี่ยน การให้ผลสะท้อนกลับระหว่างปฏิบัติงานจะส่งผลต่อการรับรู้ของครูและการนำความรู้ใหม่หรือแนวทางการสอนใหม่ๆ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโรงเรียน ดังที่ Gottesman (2000) ได้เปรียบเทียบวิธีการพัฒนาครู 5 วิธี คือ การให้ความรู้ การสาธิต การเป็นแบบอย่างและแนะนำวิธีปฏิบัติ การให้ปฏิบัติและรับข้อมูลป้อนกลับ และการชี้แนะ ที่มีผลต่อระดับการรู้ ที่เรียกว่าเป็นความจำระยะสั้นและระดับการประยุกต์หรือการรู้ในระยะยาว พบว่าในการถ่ายโยงทักษะใหม่หรือความรู้ใหม่ (Transfer/Internalization of new skills) เมื่อใช้การชี้แนะ ระดับการรู้ที่เรียกว่าเป็นความจำระยะสั้น สามารถจำได้ถึงร้อยละ 90 และแม้ว่าเวลาผ่านไปจะเป็นระดับการนำไปประยุกต์ใช้ที่เป็นความจำระยะยาวก็ยังคงเป็นร้อยละ 90 ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการพัฒนาครูในแต่ละวิธีกับร้อยละของการรับรู้ระยะสั้นและระยะยาว

วิธีการพัฒนา	ระดับการรับรู้ หรือ การรู้ระยะสั้น (Knowledge level or short term)	ระดับการประยุกต์ใช้ หรือการรู้ใน ระยะยาว (Application level or long term)
1. ให้ความรู้เชิงทฤษฎี (theory)	20%	5%
2. การสาธิต (demonstration)	35%	10%
3. การเป็นแบบอย่าง และแนะนำวิธีปฏิบัติ (modeling and guided practice)	70%	20%
4. การให้ปฏิบัติและรับข้อมูลป้อนกลับ (feedback)	80%	25%
5. การชี้แนะ (coaching)	90%	90%

Gottesman, B. (2000). *Peer Coaching for Educators*. Lantham, MD: Rowman and Littlefield Publishing.

แนวทางการพัฒนาครูแบบร่วมมือดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มในระดับปฐมวัย จำนวน 3 ท่าน และครูที่ผ่านการอบรมเรื่องสะเต็มศึกษา และมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มระดับปฐมวัยในห้องเรียนจริง จำนวน 2 ท่าน จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาครูปฐมวัยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพควรเป็นอย่างไร สามารถวิเคราะห์และสรุปแนวคิดของการพัฒนาครูปฐมวัยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ดังนี้

1. การพัฒนาครูปฐมวัย เรื่องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรเน้นที่การกระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจให้ครูปฐมวัยสามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้จริงในโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่ใช้การพัฒนาครูโดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีเป้าหมายให้ครูปฐมวัยเห็นความสำคัญของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. การพัฒนาครูปฐมวัยควรมีเป้าหมายเพื่อสร้างความเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจนของแต่ละเนื้อหาของสาระเต็มโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ คุณสมบัติของครูปฐมวัยที่จะสามารถออกแบบและจัดกิจกรรมตามแนวคิดสาระเต็มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นครูที่มีความเข้าใจในเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของ 4 สาระวิชาเป็นอย่างดี จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า เนื้อหา แนวคิดที่ครูปฐมวัยมักจะคลาดเคลื่อน หรือขาดความเข้าใจ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาที่ใหม่สำหรับครูปฐมวัย คือ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ที่ไม่ชัดเจนและไม่เคยมีระบุในหลักสูตรปฐมวัยมาก่อนเลย นอกจากนี้ครูปฐมวัยควรมีความสามารถในการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการได้เป็นอย่างดี เพราะแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มเป็นแบบบูรณาการ

3. ระยะเวลาในการอบรมเชิงปฏิบัติการต้องมีมากพอ เพื่อให้ครูมีความรู้ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การอบรมเชิงปฏิบัติการควรมีเวลามากพอที่จะทำให้ครูปฐมวัยมีความเข้าใจสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้แต่ละรายวิชา และการบูรณาการการเรียนการสอน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. ลักษณะของกิจกรรมเพื่อการพัฒนาความเข้าใจที่เหมาะสมสำหรับครูปฐมวัย คือ การนำเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับปฐมวัยที่เป็นรูปธรรม จะทำให้ครูปฐมวัยมองเห็นแนวทางนำไปปรับใช้กับการจัดการเรียนรู้ของตนเอง

5. การให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และการปรึกษาหารือจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตลอดช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นของการออกแบบแผนการจัดประสบการณ์และการนำไปใช้ในห้องเรียนมีความสำคัญมาก เนื่องจากครูส่วนใหญ่จะขาดความมั่นใจในการจัดการเรียนการสอนแนวใหม่และมักจะไม่นำการเรียนการสอนแนวใหม่ไปใช้หรือบางครั้งจะกลับไปใช้วิธีการสอนแบบเดิม เมื่อเกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ ๆ

3. การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน (Lesson study)

การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน (Lesson study) เป็นแนวทางการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลามากกว่าร้อยปี และปัจจุบันการพัฒนาบทเรียนร่วมกันนับว่าเป็นแนวทางที่นักการศึกษาในหลายประเทศยอมรับในวงกว้างว่าเป็นการพัฒนาตนเองของครูได้อย่างยั่งยืน (Hunter & Back, 2011) ทั้งนี้คำว่า บทเรียนตามแนวคิดของการพัฒนาบทเรียนร่วมกันครอบคลุมความหมาย 3 ประการคือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนของครูตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ รวมถึงการใช้สื่อ และองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนของครู และ (3) การเรียนรู้ของนักเรียน เช่น มโนคติ ความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ (ชาริณี ศรีวรวิญญู, 2552)

การพัฒนาบทเรียนร่วมกันเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันของครูโดยมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านต่างๆ โดยกลุ่มครูมาร่วมกันศึกษา พัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กระบวนการทำงานร่วมกันเช่นนี้นอกจากเป็นการพัฒนานักเรียนอย่างมีเป้าหมายแล้ว ยังส่งผลต่อการพัฒนาตนเองของครู และการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูอีกด้วย กระบวนการทำงานร่วมกันของครูมี

ลักษณะของกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบมีความต่อเนื่องในระยะยาวโดยอาศัยบริบทของการปฏิบัติการสอนจริงของครูเป็นฐาน (Fernandez & Yoshida, 2004) กระบวนการโดยทั่วไปของการพัฒนาบทเรียนมี 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนบทเรียนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีเป้าหมายที่ชัดเจน 2) การสังเกตการสอนขณะที่มีการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ และ 3) การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และการอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป (ชาลินี ตรีวิทย์, 2552)

องค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน คือ การพัฒนาบทเรียนของครูเป็นการทำงานร่วมกันของครูเป็นกลุ่ม หรือทีมด้วยความสมัครใจ ครูทุกคนในกลุ่มมีบทบาทการทำงานการตัดสินใจเท่าเทียมกัน และมีเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกันในการพัฒนาบทเรียน การกำหนดประเด็นหรือเป้าหมายของการพัฒนาบทเรียนต้องมาจากบริบทจริงในห้องเรียนและมุ่งเน้นพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ในขณะที่มีการสังเกตการสอนของเพื่อนครูในกลุ่มขณะที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ร่วมกันพัฒนา คือ การสังเกตการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นมากกว่าพฤติกรรมการสอนของครู การให้ผลสะท้อนและการอภิปรายผลการปฏิบัติงาน คือ การที่ครูและผู้มีส่วนร่วมในการศึกษาผ่านบทเรียนดำเนินการอภิปรายร่วมกันในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน เช่น การอภิปรายเพื่อกำหนดเป้าหมายการอภิปรายและสะท้อนความคิดเพื่อวางแผนการสอน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ สิ่งจำเป็นที่ต้องมีในการอภิปราย คือ การสืบสอบ (inquiry) ผลการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการอภิปรายและสะท้อนความคิดภายหลังการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน การดำเนินงานทั้งกระบวนการพัฒนาบทเรียนต้องสอดคล้องกับบริบทการทำงานจริงของครูและเป็นการดำเนินงานในระยะยาว นอกจากนี้ในกรณีที่มีผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาบทเรียนร่วมกับครูนั้น อาจจะเข้ามามีส่วนร่วมตลอดระยะเวลาการพัฒนาบทเรียน หรือบางขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการพัฒนาบทเรียนร่วมกันก็ได้ (ชาลินี ตรีวิทย์, 2552)

4. การออกแบบโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย

จากแนวคิดการบูรณาการสะเต็มในระดับปฐมวัย แนวคิดของการพัฒนาศาสตร์ครูแบบร่วมมือ และการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน นำมาสู่การออกแบบโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย มีขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูฯ กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนของโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูฯ มีผลต่อการออกแบบและผลสัมฤทธิ์ของโปรแกรมในที่สุด การกำหนดเป้าหมายเป็นไปตามทักษะของทฤษฎีการกำหนดจุดหมาย (goal-setting theory) (Bartol et al, 1998) โปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูฯ นี้มุ่งไปสู่การปฏิบัติจริงในห้องเรียน การกำหนดเป้าหมายของโปรแกรมจึงเป็นลักษณะของการพัฒนาศาสตร์ที่มุ่งให้เกิดผลลัพธ์ที่คาดหวังต่อการประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติ จึงกำหนดเป้าหมายไว้ดังนี้

“ครูปฐมวัยที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ครูฯ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องสะเต็มในระดับปฐมวัย และสามารถนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริงที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน”

2. กำหนดผลการเรียนรู้ (Learning Outcome: LO) จากเป้าหมายที่กำหนดนำมาสู่การผลการเรียนรู้สำหรับครูที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ดังนี้

- 1) อธิบายการจัดการศึกษาตามแนว STEM ได้
- 2) อธิบายแนวคิดสำคัญที่เป็นจุดเน้นของแต่ละวิชาในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทาง STEM สำหรับเด็กปฐมวัยได้
- 3) ออกแบบกิจกรรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ได้
- 4) วิเคราะห์การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการในระดับปฐมวัยได้
- 5) ระบุแนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวคิดของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ในระดับปฐมวัยได้
- 6) ออกแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทาง STEM สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้
- 7) ปฏิบัติการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้

3. กำหนดเนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ จากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และแนวทางการนำเสนอเนื้อหาของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูต้องเป็นแบบเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาของสาระวิชาและ/หรือ เฉพาะเจาะจงในระดับการสอนของครูมากกว่าการนำเสนอเนื้อหาแบบทั่วไป แม้ว่าหลักการ แนวคิด ทฤษฎีจะเป็นหลักการแบบทั่วไป แต่ในการพัฒนาวิชาชีพครูในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ถ้าสามารถเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาสาระของวิชาที่สอนที่แตกต่างกันไปตามวิชาที่ครูสอนหรือระดับชั้นของครูที่เข้ารับการพัฒนามีผลดีมากกว่าต่อการนำกลับไปปฏิบัติจริงในห้องเรียน สอดคล้องกับความคิดเห็นของครูส่วนใหญ่ให้ความสนใจและจะเลือกเข้ารับการพัฒนาด้านวิชาชีพในโปรแกรมที่เฉพาะเจาะจงกับวิชาและระดับชั้นที่ตนเองสอนมากกว่าโปรแกรมที่เปิดรับสำหรับครูทั่วไป ดังนั้นจึงกำหนดเนื้อหาสาระหลักสำหรับการอบรมเชิงปฏิบัติการ จัดกลุ่มเนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับครูปฐมวัย แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- 1) เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา
- 2) เนื้อหาสาระของรายวิชาทั้ง 4 วิชาของสะเต็มในระดับปฐมวัย
- 3) เนื้อหาสาระด้านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับปฐมวัย

4. กำหนดขั้นตอนและกิจกรรม จากผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นำมากำหนดกิจกรรม และจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครู ที่เห็นพ้องต้องกันว่าการพัฒนาครูควรเป็นกระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีระยะเวลาในการพัฒนาที่ยาวนานเพียงพอสำหรับครูในการเรียนรู้ยุทธวิธีใหม่และเผชิญปัญหาเมื่อนำไปใช้จริงในห้องเรียน (Guskey, 2002) ครูควรมีโอกาสในการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา จะต้องมีการแสดงผลของสิ่งที่ครูกำลังทำอยู่หรือกำลังปรับเปลี่ยน มีการประเมินถึงสภาพปฏิบัติงาน เพื่อการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง (Guskey, 2000; Gulamhussein, 2013) ดังนั้น เมื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เนื้อหา และการทบทวนวรรณกรรม โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้จึงแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนกับผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 9 กิจกรรมหลัก ระยะเวลา 36 ชั่วโมง กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือกระทำมากกว่าการฟังบรรยายจากทีมวิทยากร โดยในแต่ละกิจกรรมของการอบรมเชิงปฏิบัติการ เริ่มต้นจากกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ให้ครูวิเคราะห์ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถของตนเอง ทำให้วิทยากรการอบรมเข้าใจพื้นฐานความรู้เดิมของครูสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ได้ ส่งผลให้ครูสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระที่กำหนดกิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิมในการอบรมเชิงปฏิบัติการของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การพูดคุยซักถาม เกี่ยวกับแนวคิดของเรื่องที่จะอบรม การทำแบบทดสอบก่อนอบรม กิจกรรมสำรวจตนเอง ที่ครูได้วิเคราะห์ตนเองว่าเป็นครูลักษณะใด สอดคล้องกับการสอนแบบสะเต็มหรือไม่

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมกับผลการเรียนรู้ของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูฯ

กิจกรรม	เวลา	ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome: LO)						
		1	2	3	4	5	6	7
ขั้นตอนที่ 1 อบรมเชิงปฏิบัติการ								
วิทยาศาสตร์สำหรับครูปฐมวัย	6 ช.ม.		☐				☐	
การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	6 ช.ม.		☐	☐			☐	
คณิตศาสตร์สำหรับครูปฐมวัย	3 ช.ม.		☐				☐	
แนวทางการจัดประสบการณ์คณิตศาสตร์	3 ช.ม.		☐				☐	
เทคโนโลยีและการออกแบบสำหรับครูปฐมวัย	3 ช.ม.		☐				☐	
การจัดกิจกรรมแบบบูรณาการสำหรับเด็กปฐมวัย	3 ช.ม.				☐		☐	
การวัดและประเมินผล สำหรับครูปฐมวัย	3 ช.ม.					☐	☐	
แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม	3 ช.ม.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
การออกแบบและการเขียนแผนการจัดประสบการณ์	6 ช.ม.						☐	
การเรียนรู้แบบสะเต็ม								
รวมระยะเวลา	36 ช.ม.							
ขั้นตอนที่ 2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม (จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้)								
วางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็ม (ระยะเวลาแผน 1 หน่วย 1 สัปดาห์)	2 สัปดาห์						☐	
ปฏิบัติการสอนและสังเกตการสอน	1 สัปดาห์							☐
แลกเปลี่ยนและสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน	1 สัปดาห์							☐
รวมระยะเวลา	1 เดือน							

หมายเหตุ: ในการปฏิบัติตามแต่ละกิจกรรมจะดำเนินเป็นลำดับและใช้เวลาตามจำนวนที่กำหนด แต่ในแต่ละกิจกรรมอาจจะจะเป็นวันเดียวกัน หรือวันที่ติดต่อกัน หรือไม่ติดต่อกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำหนัดวันในการปฏิบัติให้สอดคล้องกับบริบทของครูและ โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแบบสะเต็มสำหรับครูปฐมวัย เป็นลักษณะของการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน หรือ Lesson study กระบวนการพัฒนาบทเรียนร่วมกันนั้นมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละบริบท รูปแบบกลุ่มพัฒนาบทเรียนร่วมกันจึงมีหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามเป้าหมายของกลุ่ม ลักษณะของสมาชิก และบริบทในการดำเนินงาน โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ เลือกกระบวนการพัฒนาบทเรียนร่วมกันที่เป็นกระบวนการสำหรับใช้พัฒนาวิชาชีพของผู้เข้ารับการศึกษาปฏิบัติ โดยเกิดจากการร่วมมือ แบ่งปันประสบการณ์ และการทำงานร่วมกันของผู้เข้ารับการศึกษาปฏิบัติ หรือระหว่างผู้เข้ารับการศึกษาปฏิบัติกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ 1) การวางแผน (Planning) 2) การนำไปใช้และการสังเกต (Implementing and observing) และ 3) การอภิปรายและสะท้อนผลบทเรียน (Discussing and reflecting) (ชาวิณี ศรีวิญญู, 2557)

กิจกรรมของขั้นตอนที่ 2 ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลักของการทำงานเป็นทีมของครูในโรงเรียนเดียวกัน โดยใช้ระยะเวลา 1 เดือน ต่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ 1 หน่วยการเรียนรู้ ในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ กำหนดการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของแต่ละขั้นตอนของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูฯ กับผลการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ความร่วมมือในขั้นตอนที่ 2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีลักษณะดังนี้

1. การร่วมมือกันระหว่างครูในการพัฒนาวิชาชีพครู เป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูในโรงเรียนเดียวกัน เป็นการร่วมมือกันเพื่อให้ครูเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติการสอน ครูจะช่วยกันเพื่อการพัฒนาตนเองและเพื่อนในด้านต่างๆ ถือเป็นการพัฒนาแบบมีส่วนร่วม สมาชิกในกลุ่มมีเป้าหมายการทำงานร่วมกัน คือให้ทุกคนในกลุ่มได้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกัน

2. การร่วมมือกันระหว่างครูควรให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และต้องอาศัยการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองของครู เพื่อช่วยและสนับสนุนให้ครูเกิดการเรียนรู้และช่วยเหลือกันตลอดเวลา ดังนั้นครูในกลุ่มจะต้องมีช่วงเวลาของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ เป็นการสร้างบรรยากาศของการร่วมมือเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนครู ครูแต่ละคนควรเปิดใจ ประเมินตนเองและบอกความต้องการการได้รับความช่วยเหลือทั้งจากเพื่อนครูและจากวิทยากรในบริบทของการปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน เพื่อการพัฒนาตนเองและบรรลุเป้าหมายด้วยกัน กำหนดการดำเนินกิจกรรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็ม จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ เป็นไปดังตารางที่ 3 (เป็นการขยายรายละเอียดจาก 3 กิจกรรมหลักของขั้นตอนที่ 2 ในตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 กำหนดเวลาในการทำงานร่วมกันในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม 1 หน่วยการเรียนรู้ใช้เวลา 1 เดือนต่อ 1 หน่วยการเรียนรู้ โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ กำหนดพัฒนาหน่วยการเรียนรู้จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้

กิจกรรม	สัปดาห์ที่								ผู้เกี่ยวข้อง
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. ระดมสมองวางแผนการจัดการเรียนรู้	↔				↔				ทีมครู
2. ประชุมปรับแผนการจัดการเรียนรู้		↔				↔			ทีมครู และทีม วิทยากร
3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และเตรียมสื่อการสอนที่เกี่ยวข้อง		↔				↔			ทีมครู
4. ปฏิบัติการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้			↔				↔		ครูตัวแทน
5. สังเกตการสอน			↔				↔		ทีมครูและทีมผู้ วิทยากร
6. ประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนและสะท้อนผลการ ปฏิบัติการสอน				↔				↔	ทีมครูและทีมผู้ วิทยากร
7. แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครู โรงเรียนอื่น								↔	ทีมครูและทีมผู้ วิทยากร

รายละเอียดของการดำเนินการในแต่ละกิจกรรมตามตารางที่ 3 มีดังนี้

1. กิจกรรมระดมสมองวางแผนการจัดการเรียนรู้: ทีมครูในโรงเรียนทำการเลือกหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่จะร่วมกันออกแบบและวางแผนการสอนร่วมกันทั้ง 2 หน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งเลือกครูผู้สอนของแต่ละระดับชั้นที่จะปฏิบัติการสอนแบบสะเต็ม เกณฑ์ในการเลือกให้ครูและหน่วยการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของครูที่เป็นตัวแทนในการสอน และการตกลงร่วมกันของแต่ละโรงเรียน
2. การประชุมปรับแผนการจัดการเรียนรู้: เป็นกิจกรรมที่ทีมครูจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกัน โดยมีทีมผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำทั้งแบบเป็นทางการคือ การประชุมร่วมกัน 1 ครั้ง และอย่างไม่เป็นทางการ คือ ผ่านสื่อออนไลน์ต่างๆ ได้แก่ ไลน์กลุ่ม facebook และ e-mail เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูลซึ่งกันและกัน ในระหว่างการประชุมปรับแผนการจัดการเรียนรู้และการเตรียมสื่อการสอน
3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และเตรียมสื่อการสอนที่เกี่ยวข้อง: ทีมครูจะร่วมกันเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องร่วมกันหลังจากประชุมและได้ข้อเสนอแนะจากทีมวิทยากร
4. การปฏิบัติการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้: เป็นกิจกรรมของครูที่เป็นตัวแทนของทีมปฏิบัติการสอนตามหน่วยเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ ครูที่เป็นตัวแทนสอนจะเขียนอนุทินสะท้อนการสอนของตนเองหลังจาก

การสอนแต่ละวัน ในประเด็นความสำเร็จจากการสอน ปัญหาและอุปสรรค โดยส่งในไลน์กลุ่มเพื่อให้เพื่อนในทีม และทีมวิทยากร ได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้

5. การสังเกตการสอน: ใน 1 สัปดาห์ของการสอนตามหน่วยการเรียนรู้สะสมเต็ม ทีมครูจะเลือก 1 วันที่จะให้เพื่อนครูในทีมและทีมวิทยากรเข้าสังเกตการสอนในขณะสอน หลังจากการสอนจะมีการสะท้อนผลการสอนร่วมกัน

6. ประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนและสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน: หลังการสอน 1 หน่วยการเรียนรู้ จะมีการประชุมรวมของทีมครูเพื่อสะท้อน แลกเปลี่ยนผลการสอนร่วมกัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ที่ได้สอนไปแล้ว

7. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครู โรงเรียนอื่น: เป็นกิจกรรมการประชุมสุดท้ายของครูที่เข้าโปรแกรม ทุกท่านจากแต่ละ โรงเรียน ได้มีโอกาสมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะสมเต็มร่วมกัน

บทสรุป

การสร้างความเข้าใจและการพัฒนาความสามารถในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะสมเต็มศึกษาของครูปฐมวัยเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่อง STEM สำหรับครูปฐมวัย ประกอบด้วยการพัฒนาครู 2 ขั้นตอน คือ 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวแนวทางสะสมเต็มศึกษา และ 2) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะสมเต็ม ซึ่งเป็นการพัฒนาบทเรียนสะสมเต็มร่วมกันของครูเป็นทีมในโรงเรียนเดียวกัน เพื่อให้ครูได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากการอบรมเชิงปฏิบัติในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะสมเต็ม โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีการพัฒนามาจากแนวคิดการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นแนวทางที่นักการศึกษายอมรับและมีงานวิจัยมากมายที่สนับสนุนว่าเป็นแนวทางการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีประสิทธิภาพแนวทางหนึ่งในการพัฒนาครูอย่างยั่งยืน เนื่องจากแนวคิดการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือและการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน เป็นการพัฒนาครูในบริบทของโรงเรียน มีโรงเรียนเป็นฐานของการพัฒนา รวมทั้งเป็นการพัฒนาที่เกิดจากการร่วมมือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนผลการจัดการเรียนการสอน และให้การช่วยเหลือกันทางวิชาการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

- ชนิพรรณ จาคีเสถียร. (2557). การชี้แนะทางปัญญาเพื่อการพัฒนาครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 7(2), 28-35.
- ชลธิป สมานิติ. (2558). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะสมเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 30(2), 102-111.
- ชาลินี ตรีวิธัญญ. (2552). การศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson Study): ทางเลือกใหม่เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. *วารสารครุศาสตร์*, 37(3), 131-149.
- พรทิพย์ ศิริภทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 32(2), 49-56.

- อรุณี หรดาณ. (2555). หน่วยที่ 2 แนวการจัดประสบการณ์เพื่อพัฒนาเด็กปฐมวัย. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัย หน่วยที่ 1 – 6*. (พิมพ์ครั้งที่ 4, น. 1-50) นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Bartol, K., Martin, D., Tein, M., & Matthews, G. (1998). *Management A pacific RIM focus*. Sydney: McGraw-Hill.
- Cornett, J., & Knight, J. (2009). *Research on coaching*. In J. Knight (Ed.). *Coaching: Approaches and perspectives* (pp. 192-216).
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- French, V.W. (1997). Teachers Must be Learners, Too: Professional Development and National Teaching Standards. *NASSP Bulletin*, 81(585), 38-44.
- Gottesman, B. (2000). *Peer coaching for educators*. Maryland: Rowman and Littlefield Publishing.
- Gulamhussein, A. (2013). *Teaching the teachers: Effective professional development in an era of high stakes accountability*. www.centerforpubliceducation.org
- Guskey, T. (2000). *Evaluating professional development*. California: Corwin Press.
- Guskey, T. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381-391.
- Hunter, J. and Back, J. (2011). Facilitating Sustainable Professional Development through Lesson Study. *Mathematics Teacher Education and Development*, 13(1), 94-114.
- Howarth, S., & Scott, L. (2014). *Success with STEM: Ideas for the classroom, STEM clubs and beyond*. London: Routledge.
- Lewis, C. (2009). What is the nature of knowledge development in lesson study? *Educational Action Research*, 17(1), 95-110.
- Lieberman, A., & Miller, L. (1992). *Teacher development in professional practice schools*. . In A. Lieberman (Ed.). *Professional development and restructuring*. New York: Teachers College Press.
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. . (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Minnesota: Redleaf Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academic Press.

- Truesdale, W. T. (2003). The implementation of peer coaching on the transferability of staff development to classroom practice in two selected Chicago public elementary schools. *Dissertation Abstracts International*, 64(11), 3923.
- Turner, K. (2013). *Northeast Tennessee educators' perception of STEM education implementation*. Electronic Theses and Dissertations.