วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต
Journal of Rangsit University: Teaching & Learning
ISSN 1905-7881 (Print)/ ISSN 2651-1584 (Online)
Available online at https://jrtl.rsu.ac.th

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563
Vol.14 No.1 January – June 2020

การส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์เพื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

Enhancing In-service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge for STEM Education Reflecting Sufficiency Economy

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ
Siriwan Chatmaneerungcharoen

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Department of General Science, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University
**Corresponding author, E-mail: drsiriwankief@pkru.ac.th, โทร. 089-9246880*
วันที่ส่งบทความ 26 กันยายน 2561 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 13 ตุลาคม 2561
วันที่ตอบรับบทความ 19 ตุลาคม 2561 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 2 มกราคม 2563

บทคัดย่อ

ทักษะในยุคศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการปรับตัว ทักษะการสื่อสาร ทักษะด้านเทคโนโลยี และทักษะการแก้ปัญหา เป็นประเด็นสำคัญในการกำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษา สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนไทยเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21ดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต ในบริบทของประเทศไทยที่น้อมรับแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางของการจัดการศึกษาเพื่อปลูกฝังพลเมืองไทยให้มีความพอเพียง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ให้เหมาะสมและพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูจากกระบวนการการหนุนนำอย่างต่อเนื่อง(Coaching System) ร่วมกับรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน(Co-teaching Model) เพื่อส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ท่านสามารถจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ ซึ่งครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีบทบาทเป็นครูพี่เลี้ยงทำงานร่วมกับอาจารย์นิเทศก์ (นักวิจัย) ในการดูแลนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยข้อมูลวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลจากการสะท้อนการเรียนรู้ของครู การสังเกตการเรียนการสอน การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบใช้สถานการณ์และจากการวิเคราะห์เอกสารการสอนต่างๆ งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงผสมผสาน(Mixed Methods Research) โดยใช้กรอบแนวคิดการตีความ(Interpretivist Framework) โดยมีการนำเสนอผลวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเมื่อครูวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในโครงการพัฒนาวิชาชีพครู (Co-TPACK) นี้พบว่าครูวิทยาศาสตร์พัฒนาความรู้ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อเนื้อหาวิทยาศาสตร์และวิธีการสอน โดยครูวิทยาศาสตร์มีการวางแผนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างชัดเจน โดยมีการระบุชัดด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในเป้าหมายการจัดการเรียนการสอน สะท้อนทักษะเหล่านี้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) โดยมีการสะท้อนถึงความพอเพียงตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยเฉพาะความพอเพียงในด้านเทคโนโลยี รูปแบบ

การพัฒนาวิชาชีพครู (Co-TPACK) ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติ ได้แก่ วงจรที่ 1 การเตรียมความพร้อมของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู วงจรที่ 2 การสร้างและพัฒนาครูพี่เลี้ยง และวงจรที่ 3 การทำงานร่วมกันสามเส้า ซึ่งทั้งสามวงจรการปฏิบัติจะใช้รูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (วางแผนร่วมกัน ร่วมกันสอน และประเมินผลการสอนร่วมกัน) และระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเน้นการศึกษาบทเรียน (Lesson Study) การสะท้อนการปฏิบัติ (After Action Reflection)ของการสร้างชุมชนการเรียนรู้ (Professional Learning Community) สนับสนุนให้ครูพี่เลี้ยงวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ผลการพัฒนาของครูวิทยาศาสตร์ด้าน TPACK นั้นส่งผลให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบบ่งชี้ถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ (Explicit Teaching) และการพัฒนาที่เกิดขึ้นกับครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีความยั่งยืนโดยเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในระยะเวลา 4 ปี ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป นักวิจัยและนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาควรมีการศึกษาเพิ่มเติมประเด็นของความเชื่อมั่นความสามารถของตนเองกับความรู้ประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: *ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี, สะเต็มศึกษา ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพ*

Abstract

An emerging body of "21st century skills"--such as adaptability, complex communication skills, technology skills and the ability to solve non-routine problems--are significantly valuable across a wide range of teaching and learning goals in the national education system. A creative approach to educational innovation for the 21st Century is STEM. Supporting quality of STEM education for all children and youth is vital to the country of Thailand's prosperity, and policymakers are paying attention to encourage Thai teachers teaching STEM in their classrooms. The 21st century students can apply their knowledge for solving problems or building new innovations, including Thai context which is also focused on Philosophy of Sufficiency Economy. Thai science education has advocated infusing 21st century skills and the Philosophy of Sufficiency Economy into the school curriculum and several educational levels have launched with such efforts. Therefore, developing science teachers that are engaged to have proper knowledge is the most important factor in succeeding these goals. The purposes of this study were to develop 40 Cooperative Science teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and to develop Professional Development Model integrated with Coaching System and Co-teaching Model (Co-TPACK) participated by Cooperative Science teachers and University supervisor. Data sources throughout the research project consisted of teacher reflection, classroom observations, Semi- structure interviews, Situation interview and document analysis. Interpretivist framework was used to analyze the data. Quantitative and qualitative data were used to present the research result. Findings indicate that when the Co-TPACK was in progress, the teachers could blend appropriate technologies, science content and their teaching methods. Their planning of student's

assessment and evaluation methods are a clear indication in their lesson plans and practices. Especially, the teachers identify the 21st century skills as their goals of teaching and learning science through STEM activities focusing on Engineering design process which encouraged their students to reflect on the explicit Philosophy of Sufficiency Economy in aspect of the use of technology. Co-TPACK consists of 3 cycles (Student Teachers' Preparation Cycle, Cooperative Science Teachers Cycle, Collaboration cycle (Co-teaching, Co-planning, Co-Evaluating and Coaching System). The 3rd cycle focuses on lesson study, after action reflection, and professional learning community. The development of teachers' understanding and practice is presented in their lesson plans that are produced during Co-TPACK PD. Moreover, the study also indicates the importance of co-workers between cooperative science teachers and university supervisors in lesson preparation through coaching and mentoring. Their TPACK development help them to create STEM lessons which used more in Phuket context-integrated lessons, technology- integrated teaching and learning that can use the explicit Philosophy of Sufficiency Economy. Their sustained development is shown in their lesson plans and teaching practices for 4 years. Implication for further research, science educators should focus on teacher self-efficiency and teacher's background in technology knowledge which has factors to support or obstruct science teachers to develop their STEM practices.

Keywords*: Technological Pedagogical Content Knowledge, STEM Education, Philosophy of Sufficiency Economy, Professional Development Model*

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 (the 21st Century)การจัดการเรียนการสอนไม่สามารถมุ่งเน้นเพียงเนื้อหาความรู้เท่านั้นเพราะความเจริญก้าวหน้าทางสื่อเทคโนโลยีที่เพิ่มโอกาสให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีความแตกต่างจากในอดีตทั้งด้านสื่อ แหล่งเรียนรู้ และวิธีสอน บทบาทหน้าที่ของครูจึงเปลี่ยนแปลงจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เชิงบรรยายมาเป็นผู้กระตุ้น และผู้อำนวยความสะดวก ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพเหมาะสมกับยุคสมัย จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้การผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์.ให้เชี่ยวชาญนั้นต้องมีการปรับวิธีการ กระบวนการพัฒนาให้เหมาะสมและยั่งยืน การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อให้กระบวนการผลิตและพัฒนาครูมีศักยภาพเพิ่ม มากขึ้น ส่งเสริมความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญสอดคล้องกับแนว พระราโชบายของรัชกาลที่ 10 ที่เน้นการศึกษา คือ ความมั่นคงของประเทศ โดยการเร่งการสร้างความมั่นคงของชาติในด้านการพัฒนาคุณภาพของครูและพัฒนาโรงเรียนในท้องถิ่นจากการวิเคราะห์ปัญหาที่มีอยู่จริง การที่ครูจะจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเกิดสัมฤทธิ์ผลต่อนักเรียนนั้นครูจำเป็นจะต้องมีการปรับตัวและมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ การพัฒนาครูให้เป็นไปอย่างสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงจะต้องส่งเสริมให้ครูสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดขึ้นใหม่ มี

ความเป็นผู้นำทางวิชาการ ตื่นตัวสร้างสรรค์และเข้าใจในทฤษฎีและปรัชญาพื้นฐานของหลักสูตรและวิธีการสอน เพื่อที่จะนำไปสู่การปฏิบัติให้มีศักยภาพที่สามารถทำการสอนได้อย่างมีประสิทธิผลมากขึ้น การส่งเสริมให้ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้สามารถสร้างนักเรียนผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบนพื้นฐานหลักคิดเชิงระบบเหตุผล ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สนองพระบรมราโชวาทที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนความรู้ หัดทำการงาน และทำความดีจากโรงเรียนคุณภาพและโรงเรียนคุณธรรม

ปัญหาความไม่พร้อมในด้านความรู้ของครูและการไม่ได้รับการสนับสนุนการพัฒนาวิชาชีพจากรูปแบบ และวิธีการที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการนำความรู้ที่ได้รับการพัฒนาไปใช้ในห้องเรียนจริงยังเป็นปัญหาในปัจจุบัน ครูวิทยาศาสตร์แสดงถึงการเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถนำเสนอความรู้ในเนื้อหาที่ตนเองมีอยู่ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้ ส่งผลให้การเรียนการสอนในเนื้อหาดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ขึ้น ซึ่งมีความสำคัญและครูควรได้รับ การพัฒนาให้เกิดขึ้นทั้งครูก่อนประจำการและครูประจำการเพราะ PCK ช่วยให้ครูสามารถนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการสอนด้วยวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนรู้แบบต่างๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา กรอบแนวคิดนี้นำเสนอโดย Shulman (1986) ซึ่งความรู้เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจและการปฏิบัติการสอนให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับนักการศึกษาในวิชาชีพนั้น (Abbitt, 2011) ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพียงอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอนในยุคสมัยที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้นทุกวินาที การพัฒนาองค์ความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กรอบแนวคิดเรื่องความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) จึงถูกนำเสนอต่อยอดโดย Koehler and Mishra (2005) ซึ่งได้กล่าวถึงการพัฒนาครูด้านการออกแบบเทคโนโลยีการศึกษาที่ต้องพัฒนา TPACK ของครูกลุ่มนี้ ต่อมา Mishra and Koehler (2006) ได้ใช้ TPACK เป็นกรอบในการพัฒนาความรู้ของครู ซึ่งเป็นกรอบการพัฒนาที่สอดคล้องกับการศึกษาไทยในปัจจุบัน เพราะการจัดการศึกษาทุกระดับในยุคนี้ต้องเน้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณญาณ ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรมีความสามารถที่จะจัดห้องเรียนที่เน้นการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน เพราะการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีการเน้นการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่ยั่งยืนสำหรับการใช้ชีวิตในโลกอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจสังคม และเทคโนโลยีการศึกษาเป็นการสร้างชีวิตของมนุษย์ให้มีศักยภาพในการดำรงชีวิตและเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในการพัฒนาประเทศต่อไป สอดคล้องกับเป้าหมายของการประเมินระดับนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ของ OECD (Organization for the Economic Cooperation and Development) แนวการศึกษาที่จะเหมาะสมกับโลกปัจจุบันและโลกอนาคตที่กำลังเป็นที่สนใจทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ สิงค์โปร์ และประเทศไทย คือการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics: STEM) ซึ่งเป็นการพัฒนาการวิธีสอนแบบบูรณาการในกลุ่ม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้วัฒนธรรมเชิงสังคม การเรียนรู้แบบลงมือกระทำ การแก้ปัญหาการหาข้อมูล การทำโครงงาน การคิดสร้างสรรค์ สะเต็มศึกษาเป็นการศึกษาที่ช่วยพัฒนาคนในอนาคต ทำให้

นักเรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง เปลี่ยนการเรียนแบบท่องจำเป็นการเรียนรู้แบบการลงมือกระทำ การทดลอง สืบค้นและใช้อุปกรณ์เป็นการพัฒนานักเรียนให้ฝึกคิด มีความสามารถ สนุก และสนใจในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ประกอบกับสภาพสังคมในปัจจุบันได้ละเลยความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ และภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงทำให้ประชาชนขาดความตระหนักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติในประเทศของตน ผลของการพัฒนาประเทศที่ขาดความสมดุลกับการพัฒนาคุณภาพประชากรทั้งทางด้านจิตใจ คุณธรรม จริยธรรม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต การศึกษาในประเทศไทยจึงควรต้องนำหลักการของปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นกรอบแนวคิดเสริมในการกำหนดเป้าหมายของการสอนและการออกแบบกิจกรรมด้วย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความพอดีด้านจิตใจ เข้มแข็ง พึ่งตนเองได้ มีจิตสำนึกที่ดี เอื้ออาทร ประนีประนอม คำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวมความพอดีด้านสังคม มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน สร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชน

การพัฒนารูปแบบวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนำไปสู่ความยั่งยืนของการปฏิบัติการสอนจึงเป็นเสมือนเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประสบความสำเร็จได้ รูปแบบการร่วมมือกันในการสอนระหว่างครูวิทยาศาสตร์ (Co-Teaching Model) จึงเป็นแนวทางเลือกใหม่สำหรับการแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ของครูแต่ละท่าน (Fattig and Taylor, 2008) และระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Coaching System) ที่เป็นระบบที่สร้างและส่งเสริมให้ครูสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่เป็นครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโครงการวิจัยนี้เพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผ่านบริบทชุมชนท้องถิ่น เล็งเห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครู (Co-TPACK Model) ที่เน้นความร่วมมือและสร้างเครือข่ายเชิงพื้นที่ในเขตจังหวัดภูเก็ตเพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเรียนรู้ของครูระดับประถมศึกษา โดยงานวิจัยนี้ยังเน้นการส่งเสริมให้โรงเรียนเป็นศูนย์กลางของการลงปฏิบัติการสอนของครู (School-based Practicum) เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและสร้างเครือข่ายหรือชุมชนนักปฏิบัติระหว่างสถานศึกษาและสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์(Professional Learning Community) อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีโดยใช้รูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-Teaching Model) และการหนุนนำต่อเนื่อง (Coaching System)

2) เพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์ในความรู้แต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้เนื้อหา หลักสูตร นักเรียนและการเรียนรู้ วิธีการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เทคโนโลยี และบริบทของโรงเรียน ส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้

นิยามศัพท์

1. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง องค์ประกอบของความรู้ในแต่ละด้านของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในงานวิจัยนี้มีองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการสอน 2) หลักสูตร 3) นักเรียนและการเรียนรู้ 4) วิธีการสอนการวัดและประเมินการเรียนรู้ 5)การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ 6) บริบทของโรงเรียนและนักเรียน ซึ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีจะแสดงในการปฏิบัติการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู

2. สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆได้แก่วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่างๆในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี หรือ การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร

3. รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development Program) เป็นรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่สร้างและพัฒนาจากแนวคิดระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Teacher Coaching) และรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) โดยเน้นกระบวนการพัฒนาและการปฏิบัติจริงที่เกิดขึ้นที่โรงเรียน (School-based Practicum) ซึ่งระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่องจะเกิดจากความร่วมมือของ โรงเรียนและสถานศึกษา ผู้บริหาร ครู โดยมีการบูรณาการวิธีการสอนแบบร่วมมือ (Co-teaching Model) เข้าร่วมกับการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้(Lesson Study) พัฒนาสู่ระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง ประกอบของขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การร่วมกันวางแผน (Co-Planning) การร่วมมือกันสอน (Co-Teaching) และ การร่วมกันประเมิน (Co-Evaluating) รวมทั้งยังสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือและให้คำแนะนำซึ่งกันและกันในทีมของการสอนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกลไกเบื้องต้นที่อาจนำไปสู่การรวมกลุ่มความรู้ (Community of Knowledge)

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้ เป็นกลุ่มครูระดับประถมศึกษาจำนวน 40 ท่าน ในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ตที่ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การเลือก ได้แก่ 1) เป็นโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต 2) มีครูวิทยาศาสตร์ที่มีความต้องการและสมัครใจเข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพ 3) ผู้บริหารสถานศึกษามีความสมัครใจ 4) เป็นโรงเรียนที่มีนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปฝึกปฏิบัติการสอน จากเกณฑ์ดังกล่าวได้กลุ่มที่ศึกษาเป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 40 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาที่ใช้จากผู้ทรงคุณวุฒิสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษาที่มีลักษณะเดียวกันกับกลุ่มที่ศึกษาจริง แล้วนำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่นำไปใช้จริงต่อไป โดยเครื่องมือที่ได้พัฒนา ได้แก่ 1) แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความรู้ที่ต้องการพัฒนาของครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันก่อนเข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพ 2) แบบสำรวจความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง 3) แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ 4) แบบบันทึกการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน 5) แบบสัมภาษณ์การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีระหว่างการเข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ 6) แบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จำลองเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และ 7) แบบการสะท้อนความคิดและการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือทั้ง 7 ฉบับนี้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ เน้นการใช้เทคนิควิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (Quantitative and Qualitative Method as Technique) มาร่วมกันศึกษาหาคำตอบของงานวิจัยนี้

ขั้นตอนการการสร้างและพัฒนาเครื่องมือใช้ในการเก็บรวบรวม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจับได้พัฒนาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. นักวิจัยกำหนดกรอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้ง 7 ฉบับโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ผู้วิจัยได้เชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตครูวิทยาศาสตร์ ประชุมพิจารณาเครื่องมือทั้ง 7 ฉบับ โดยนำข้อเสนอแนะจากการประชุมมาปรับแก้ไขจนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพที่เป็นเอกฉันท์ ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มวิจัยที่ศึกษา

3 สำหรับเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ 2 ฉบับ ลักษณะของข้อมูลที่ได้เป็นคำบรรยายตอบคำถาม นักวิจัยไปสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายตามที่ระบุนั้น โดยมีการประชุมกับทีมผู้ช่วยวิจัยเพื่อทำความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติการสัมภาษณ์เพื่อความมั่นใจและได้ข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม 2559

4 สำหรับเครื่องมือสำรวจ แบบสอบถาม และแบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ 5 ฉบับ ลักษณะของข้อมูลที่ได้เป็นการเลือกตอบคำถามที่มีตัวเลือก การเลือกตอบว่าปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติและความบ่อยครั้งในการปฏิบัติ การบรรยายคำถาม และการบรรยายสถานการณ์ นักวิจัยไปสำรวจ สอบถามกลุ่มเป้าหมายตามที่ระบุนั้น รวบรวมแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยแบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักวิจัยมีการประชุมกับทีมผู้ช่วยวิจัยเพื่อทำความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือวิจัยไปในทิศทางเดียวกัน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม 2559

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556–กรกฎาคม พ.ศ. 2559 ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) การวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis)

และการวิเคราะห์เชิงสถิติ ผู้วิจัยได้นำคำตอบของครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกองค์ประกอบนั้นมารับการตรวจความถูกต้องอีกครั้งโดยผู้ทรงคุณวุฒิสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน

ผลการศึกษา

ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาเป็นหลัก ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ในองค์ความรู้แต่ละด้านที่เป็นองค์ประกอบของ TPACK พบว่าครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มี TPACK ที่ไม่สมบูรณ์ จึงส่งผลต่อการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา ครูวิทยาศาสตร์เน้นการบรรยายและการทดสอบด้วยข้อสอบเป็นหลัก และเน้นการให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม หรือหนังสือเรียน การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของครูกลุ่มวิจัยนี้เน้นบทบาทของครูเป็นหลัก โดยที่นักเรียนไม่ได้รับโอกาสในการมีส่วนร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู กิจกรรมการสอนเน้นให้นักเรียนจดจำข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎี เท่านั้น โดยทำการทดลองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน สำหรับการใช้เทคโนโลยีร่วมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่าครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ละเลย และมีความเข้าใจประเด็นเดียวคือเทคโนโลยี หมายถึง เครื่องคอมพิวเตอร์

จากการสำรวจ ติดตาม ในระยะแรกของโครงการวิจัย ผลวิจัยด้านปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคือ ครูวิทยาศาสตร์สะท้อนถึงปัญหาในด้านการกำหนดเป้าหมายการสอน การเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการสอนเชิงบูรณาการ เช่น สะเต็มศึกษา การวัดและประเมินผลโดยเฉพาะการวัดและประเมินผลที่เน้นการวัดทักษะตามแนวทางของ โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) และการใช้เทคโนโลยีร่วมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าผลวิจัยแสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 แก่นักเรียนแล้วแต่ความรู้ ความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์มีเพียงความหมาย การนิยามถึงสะเต็มศึกษา ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการที่ครูวิทยาศาสตร์มี TPACK ที่ยังไม่สมบูรณ์ ความไม่พร้อมในด้านความรู้แต่ละองค์ที่รวมกัน ครูวิทยาศาสตร์จึงย้อนกลับไปสอนด้วยการเน้นบทบาทของครูเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นที่ครูวิทยาศาสตร์ที่ได้ระบุให้ผู้วิจัยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน มีดังนี้ 1) การวางแผน การจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 2) การเขียนแนวคิดหลักที่สอดคล้องต่อจุดประสงค์การเรียนรู้ การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ควรบ่งบอกพฤติกรรม และการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สะท้อนกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 3) การบูรณาการใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนและเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผลที่ต้องเขียนให้ชัดเจนถึงสิ่งที่ต้องการวัด วิธีการวัด การสร้างเครื่องมือในการวัดและเกณฑ์การประเมิน ดังนั้นผลวิจัยในระยะที่ 1 ด้านปัญหาและความต้องการด้านการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้จึงถูกใช้เป็นกรอบในการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู (Co-TPACK) โดยทีมการทำงานนั้นเกิดจากความร่วมมือระหว่างครูวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทเป็นครูพี่เลี้ยง นักศึกษา และอาจารย์นิเทศก์ขั้นตอน และรูปแบบการทำงานร่วมกันของ Co-TPACK ผ่านรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) และการหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Coaching System) ซึ่งเป็นการพัฒนาความร่วมมือเชิงรูปธรรมและสอดคล้องกับบริบทการทำงานระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตกับโรงเรียนในเครือข่ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยผู้วิจัยได้ใช้กรอบความรู้ของ TPACK เป็นเป้าหมายของการพัฒนาครูเพื่อส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการได้จากการรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลมาตลอดระยะเวลา 3 ปี

ผ่านเครื่องมือวิจัยที่หลากหลาย ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการศึกษา พบว่า ในขณะที่รูปแบบ Co-TPACK มีการดำเนินการไปนั้นครูวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาTPACK ในแต่ละด้านอย่างชัดเจนโดยเฉพาะความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผลนั้นมีการปรับเปลี่ยนมากขึ้น ครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีการวางแผนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนการสอน โดยมีการกำหนดหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์ (Evidences of Understanding) ได้แก่ ชิ้นงานหรือภาระงาน ตัวอย่างชิ้นงาน ภาพวาด กราฟ งานประดิษฐ์ จากผลวิจัย สามารถจำแนกครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ได้เป็น 3 ประเภท คือ กลุ่มที่คิดแบบนักประเมิน กลุ่มที่คิดแบบนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และกลุ่มที่คิดแบบนักประเมินและออกแบบการเรียนรู้ โดยลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่คิดแบบนักประเมิน จะเน้นการหาหลักฐาน/ร่องรอยที่แสดงความเข้าใจของนักเรียน การปฏิบัติหรือภาระงานในงานการเรียนการสอนของนักเรียน หาวิธีการเพื่อแยกแยะนักเรียนที่เข้าใจจริงและยังไม่เข้าใจจริงในแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน กำหนดเกณฑ์ที่ควรใช้ในการประเมินเพื่อแยกแยะผลงานของนักเรียน และตรวจสอบหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งในกลุ่มของครูวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่คิดแบบนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีลักษณะหากิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและทำให้นักเรียนผูกพันกับการเรียนหัวข้อนี้ จัดหาแหล่งเรียนรู้และสื่อวัสดุที่มีและสามารถนำมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์วางแผนให้นักเรียนควรทำกิจกรรมทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ออกแบบวิธีประเมินผลและให้ระดับคะแนนแก่นักเรียนเพื่อรายงานผลการเรียนให้ผู้ปกครองรับรู้ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ออกแบบว่าควรมีการปรับปรุงอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น เมื่อทั้งสามกลุ่มนักคิดได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการประชุมกลุ่มย่อย และการประชุมส่วนกลาง ทำให้เกิดการแบ่งปัน แลกเปลี่ยน ประสบการณ์และแหล่งข้อมูลสำหรับการเรียนการสอนมากขึ้น นอกจากนี้กระบวนการศึกษาบทเรียน และการทบทวนบทเรียน โดยมีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละศาสตร์เข้าร่วม สนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์มีการเรียนรู้ในด้านการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกวิธีสอนได้เหมาะสม มีการติดตามประเมินผลการเรียนรู้ตลอดช่วงเวลา ห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิจัยนี้มีการปรับเข้าสู่การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี (Technology-based Learning) มากขึ้น โดยเฉพาะในการออกแบบและปฏิบัติการสอนโดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนามากกว่าการตัดสินใจ เมื่อครูวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในโครงการ Co-TPACK การใช้เทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีความครอบคลุมวิธีการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบได้แก่การเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์ (Computer-based Learning) การเรียนรู้บนเว็บ (Web-based Learning) ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classrooms) ความร่วมมือดิจิตอล (Digital Collaboration) เป็นต้น การให้นิยามเรื่องเทคโนโลยีมิใช่แค่ด้านอุปกรณ์เท่านั้นแต่ครูวิทยาศาสตร์ยังมีการพัฒนาความเข้าใจของคำว่า “เทคโนโลยี”ที่เป็นกระบวนการสอน การออกแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและคำนึงถึงค่าใช้จ่ายกับประสิทธิภาพ โดยครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์และตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดนิ่งของเทคโนโลยี การทำงานระหว่างทีม Co-TPACK ที่เกิดขึ้นตามกำหนดเวลาที่ชัดเจนนั้นปลูกฝังคุณลักษณะความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์มากขึ้น ครูวิทยาศาสตร์มีการศึกษาหาความรู้และเตรียมพร้อมตนเองเสมอ การจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิจัยนี้มีการปรับเปลี่ยนอย่างชัดเจนในประเด็นของการออกแบบเลือกใช้เทคโนโลยีตามทรัพยากรที่มีอยู่จริงในโรงเรียน การทำงานร่วมกันเกิดขึ้นทั้งภายในโรงเรียน และระหว่างครูวิทยาศาสตร์นอกโรงเรียน รวมทั้งทีมผู้ให้การหนุนนำอย่างต่อเนื่องระดับโรงเรียนและระดับส่วนกลาง ซึ่งสามารถทำให้เกิดชุมชนการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนจากผลวิจัยที่แสดงการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์นั้น สรุปได้ว่า การร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในทีม Co-TPACK

ผ่านกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (Hand on Activity) การศึกษาบทเรียน (Lesson Study) การทบทวนบทเรียนและการปฏิบัติ (After Action Review) และการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง (Self-reflection) นั้นสามารถช่วยเหลือให้ครูมีการพัฒนาองค์ความรู้ในแต่ละด้านของTPACK และยังเพิ่มความมั่นใจในการนำความรู้เหล่านี้สู่การสอนจริงในห้องเรียนที่มีผู้หนุนนำช่วยเหลือทำให้การปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้จริงและเป็นธรรมชาติแบบยั่งยืน การพัฒนาTPACK ที่เพิ่มขึ้นยังส่งเสริมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ ในประเด็นดังต่อไปนี้ความหมาย นิยาม ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงเรื่อง 3R*7C การออกแบบและวางแผนเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเชิงบูรณาการในระดับต่างๆกัน การออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ท้าทายนักเรียน การกระตุ้นการประยุกต์ใช้ชิ้นงานที่สำเร็จในการดำรงชีวิต และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาปฏิบัติการสอนที่แสดงในแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เห็นถึงการพัฒนาด้านความรู้ ความเข้าใจ และการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นครูวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้โดยมีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นผู้ช่วยเหลือ และมีอาจารย์นิเทศก์ ผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษา การทำงานระหว่างสมาชิกในทีมอยู่บนพื้นฐานการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจนว่าต้องการพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติการสอนสะเต็มศึกษา กิจกรรมที่ร่วมกันทำในขั้นของการเตรียมความพร้อมเพื่อส่งเสริมการตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงความต้องการของตลาดแรงงานของโลก การเข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพครู Co-TPACK เปิดโอกาสให้ทีมทำงานได้วิเคราะห์ตัวอย่างบทเรียนสะเต็มศึกษา (STEM Education Lesson Study) และการร่วมมือกันในการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เข้าร่วมโครงการสะท้อนถึงการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษาและสามารถระบุแนวทางการบูรณาการใช้ในห้องเรียนได้ ซึ่งครูวิทยาศาสตร์มีการทำงานร่วมกับครูวิทยาศาสตร์ท่านอื่นทั้งที่อยู่ในโรงเรียนเดียวกัน ระหว่างโรงเรียน และทำงานร่วมกับครูสาระการเรียนรู้อื่นเพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา ซึ่งการทำงานร่วมกันในลักษณะนี้เป็นการเปิดเวทีให้ครูได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนคิด วิเคราะห์ถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ จากบทสรุปของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ณ ที่โรงเรียน สามารถแบ่งแนวทางจัดการเรียนรู้ได้ 3 รูปแบบของการบูรณาการ คือ แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มในระดับการบูรณาการแบบพหุวิทยาการ โดยครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 75 เริ่มต้นจากการการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกับวิชาอื่นเพื่อกำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูสะท้อนว่าสามารถช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนทั้ง 4 วิชากำหนดร่วมกันจะใช้ถุงพลาสติกเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำถุงพ ลาสติกโดยแนะนำว่าเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะใช้ใน การบรรจุของ ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างพลาสติกเพื่อสอนเรื่องความหยืดหยุ่น และครูคณิตศาสตร์ใช้ถุงพลาสติกสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของถุงพลาสติกนั้น แนวทางที่ 2 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 10 มีการจัดการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้วิทยาศาสตร์และครูวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่

ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนเรื่องความหยืดหยุ่น ครูวิทยาศาสตร์กำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหยืดหยุ่นของถุงพลาสติก โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น เมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์ แนวคิดที่ 3 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ ครูวิทยาศาสตร์มีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูวิทยาศาสตร์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูวิทยาศาสตร์อาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆ ให้นักเรียนและสะท้อนถึงปัญหา ข้อคำถามที่สนใจที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับ การเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ Problem/ Project Based Learning เป็น กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาการใช้ถุงพลาสติกเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาโดยเริ่มจากการกำหนดกรอบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพของถุงพลาสติกโดยกำหนดเป็นสถานการณ์ เช่น ทำอย่างไรให้ถุงพลาสติกมีความหยืดหยุ่นสูงแต่ย่อยสลายง่ายและนักเรียนต้องออกแบบถุงพลาสติกหรือวิธีการที่จะทำให้ถุงพลาสติกมีคุณสมบัติหยืดหยุ่นและย่อยสลายง่ายเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ครูวิทยาศาสตร์นำเสนอปัญหาดังกล่าวแก่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ชัดเจน โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์สะท้อนระหว่างการสัมภาษณ์ สรุปเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอนหลัก คือ การระบุปัญหา (Identify a Challenge) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) จากผลวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากกิจกรรมสะเต็มศึกษา ลักษณะการประเมินของครูวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาเป็นแบบนักประเมินและนักออกแบบกิจกรรม การพัฒนาองค์ความรู้ด้านนี้แสดงชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้ ครอบคลุมทักษะศตวรรษที่ 21 มีการใช้เครื่องมือ วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เน้นการประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าการประเมินเพื่อคะแนน ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 98 ของจำนวนครูทั้งหมดแสดงถึงแนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษาที่เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง ที่ประเมินจากสิ่งที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึงความรู้ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งในการประชุมแลกเปลี่ยนได้มีการนำเสนอจุดเด่นของการประเมินแบบนี้เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการประเมินที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เน้น

กระบวนการคิดระดับสูงกระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ โดยการนำวิธีการวัดและประเมินตามสภาพจริงไปใช้นั้น ครูวิทยาศาสตร์มีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ยังได้นำเสนอถึงการวัดและประเมินผลด้านความสามารถของนักเรียนที่ประเมินจากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง โดยครูวิทยาศาสตร์ได้สร้างกรอบตัวชี้วัดเพื่อการประเมินที่เน้นกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ซึ่งผลสรุปจากการข้อมูลวิจัยนั้น พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีการประเมินประเด็น ดังต่อไปนี้ การกำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีการควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน โดยผลสรุปจากการประชุมอภิปรายกลุ่มย่อยและการทบทวนบทเรียน ครูวิทยาศาสตร์สะท้อนถึงองค์ความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่พัฒนาอย่างมาก แตกต่างจากเมื่อเริ่มแรกของการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ โดยประเด็นที่ครูวิทยาศาสตร์ได้ กล่าวถึง สรุปได้ดังนี้การวัดและประเมินด้านความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนสามารถทำได้หลายแนวทางทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน การออกแบบการประเมินชิ้นงานของนักเรียนนั้น ต้องดูความสัมพันธ์ของชิ้นงานนั้นกับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้งการกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นการประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานกระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงานจากการสะท้อนของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 40 ท่าน พบว่า แนวทางการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมชุมนุม รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติมของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในการดำเนินงานวิจัยตลอดระยะเวลา 3 ปีนั้น รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์Co-TPACK มีการพัฒนา และปรับปรุงให้เหมาะสมกับบริบทและปัญหา อุปสรรค ที่ผู้วิจัยและกลุ่มวิจัยได้เผชิญ ตลอดช่วงเวลาของการดำเนินงาน ซึ่งรายละเอียดของของการพัฒนารูปแบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน สรุปได้ดังนี้ รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู Co-TPACK เริ่มต้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัย เอกสารวิชาการด้านการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการพัฒนาความรู้ของครูเพื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากรอบการผลิตครูวิทยาศาสตร์ที่มีการออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพทำงานร่วมกับครูพี่เลี้ยงที่คอยเป็นผู้ช่วยเหลือและแนะนำ การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู Co-TPACK นี้ใช้ผลวิจัยเป็นข้อมูลย้อนกลับในการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบ Co-TPACK ประกอบด้วย 3ระยะ คือระยะที่ 1 วงจรการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (Student Teachers' Preparation Cycle) ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาได้เรียนในระดับชั้นปีที่ 4 ระยะที่ 2 วงจรการสร้างครูพี่เลี้ยง (Cooperative Teachers Cycle) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ Exploration, Preparation, Co-planning, Co-teaching, Self-reflection ซึ่งในขั้นของการเตรียมความพร้อมครูพี่เลี้ยงวิทยาศาสตร์นั้น (Preparation) เน้นกระบวนการศึกษาบทเรียน (Lesson Study) ร่วมกับการอบรมเชิงปฏิบัติการกิจกรรมสะเต็มศึกษา และ ระยะที่ 3 วงจรการทำงานร่วมกันสามเส้า (Collaboration Cycle) ระหว่างครูพี่เลี้ยง นักศึกษา และอาจารย์นิเทศก์ผ่านรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) และระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Coaching System) โดยการทำงานระหว่างครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาจะเริ่มจากการร่วมมือกันในการสอนแบบ Lead and Support และ

ปรับเปลี่ยนเป็น Station Teaching จนสุดท้ายเป็น Team Teaching โดยมีอาจารย์นิเทศก์ทำหน้าที่ช่วยเหลือ สะท้อนคิด เติมเต็ม (Reflective Facilitator) และการเป็นผู้นำการทบทวนบทเรียนและการปฏิบัติ (Leader of After Action Review) เพื่อปรับปรุงกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้เหมาะสม และมีการเรียงลำดับขั้นตอนการสอน การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดย่อยหลายแนวคิดสู่แนวคิดหลักของกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ ในระยะนี้การพัฒนาจะเกิดขึ้นที่โรงเรียน (School-based Professional Development) และนำผลการเรียนรู้จากนักเรียนทำงานร่วมกับสังคม (Society Contribution) โดยในการทำงานระยะที่ 3 ของวงจรการทำงานร่วมกันสามเส้าเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์และนักศึกษาฝึกประสบการณ์เพื่อพัฒนาบทเรียน กิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน STEMed- PD Plan, STEMed-PD improve และ STEMed - PD assess

การอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยแสดงถึงรูปแบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์นี้ที่ส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถมีบทบาทเป็นพี่เลี้ยงด้านจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้นั้นควรประกอบด้วย ระบบการส่งเสริมบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการพัฒนาความรู้และการปฏิบัติ การให้ความรู้และการปฏิบัติด้านสะเต็มศึกษาที่ทันสมัย และการมีรูปแบบการทำงานที่ชัดเจนระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตครู ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย การพัฒนาให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาได้นั้นต้องมีบรรยากาศของการเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โรงเรียนต้องมีการวางนโยบายและเป้าหมายของการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ไปในทิศทางเดียวกัน การมีส่วนร่วมของผู้บริหารซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jerald (2007) ที่กล่าวว่า การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาให้แก่ผู้บริหารสามารถส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของครูในโรงเรียนได้นอกจากนี้โรงเรียนต้องมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่หาง่ายและเหมาะสมต่อกิจกรรมแก่ครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างสรรค์กิจกรรมใหม่ ครูวิทยาศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมให้มีส่วนร่วมกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงความรู้ด้านสะเต็มศึกษากับบริบทในชีวิตจริง วิเคราะห์องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมจากปัญหาหรือสถานการณ์จริงในชีวิต เลือกกิจกรรมหรือบริบทที่เหมาะสมมาปรับเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาในห้องเรียน (STEM Thinking) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพครูจะมีความสามารถในการพัฒนากิจกรรมสะเต็มที่แตกต่างกัน เนื่องจาก ความแตกต่างด้านความคิดสร้างสรรค์ ประสบการณ์ของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและประสบการณ์ด้านเทคโนโลยี แต่ปัญหานี้ได้รับการแก้ไขและพัฒนาผ่านกระบวนการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของครูท่านอื่น ผู้บริหาร อาจารย์พี่เลี้ยง ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีการแบ่งปันความรู้ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนประสบการณ์ มีการปฏิบัติงานกลุ่ม แสดงผลงานและสะท้อนความคิดเห็นต่อการปฏิบัติการสอน ซึ่งการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ดี แนวทางปฏิบัติที่ดีและยอมรับความสามารถที่แตกต่าง สอดคล้องกับ Bandura (1997) ที่กล่าวว่า การเน้นชี้ถึงตัวอย่างที่ดีจากความสำเร็จของแต่ละคน แต่ละกลุ่ม มีการพัฒนางานไปตามขั้นตอน ที่ละขั้นจากพื้นฐานความรู้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งกิจกรรมลักษณะนี้ช่วยสร้างประสบการณ์ที่ดีจากความสำเร็จของตนเอง เกิดจากการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ดีของกันหัวใจสำคัญของความสำเร็จของรูปแบบ Co-TPACK นั้นเกิดจากการที่รูปแบบนี้ถูกสร้างและพัฒนาจากสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์กลุ่มวิจัยนี้ขาดและมีความต้องการที่จะเติมเต็ม จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า รูปแบบ Co-TPACK สามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ของครูวิทยาศาสตร์ในความรู้แต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้เนื้อหา หลักสูตร นักเรียนและการเรียนรู้ วิธีการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยี จากการเข้าร่วมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู Co-TPACK

สนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการข้ามสาระวิชาเชื่อมโยงกับการนำไปใช้จริง ประยุกต์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยจากผลวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนการสอน ครอบคลุมการจัดการเรียนการสอน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผนการสอน 2) ด้านวิธีการสอน 3) ด้านสื่อการสอน 4) ด้านกิจกรรมสนับสนุน 5) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน และ6) ด้านการใช้เทคโนโลยีครูวิทยาศาสตร์ออกแบบกิจกรรมดำเนินการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์บนพื้นฐานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนถูกกระตุ้นและท้าทายด้วยปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนต้องหาวิธีการแก้ไข ซึ่งนำไปสู่การออกแบบ สร้าง และทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม มีการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการสืบค้นและสร้างสรรค์นวัตกรรมนั้น โดยในบทเรียนของครูวิทยาศาสตร์มีการกระตุ้นนักเรียนด้วยการถามคำถามเพื่อสะท้อนถึงการเชื่อมโยงกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ในหลักของการพึ่งพาตนเอง 5 ประการ คือความพอดีด้านจิตใจ ความพอดีด้านสังคม ความพอดีด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมความพอดีด้านเทคโนโลยี และความพอดีด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะความพอดีด้านเทคโนโลยีที่ครูวิทยาศาสตร์มีการกล่าวถึงอย่างมาก ซึ่งการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมสะเต็มศึกษานี้จะเน้นการบ่งชี้ถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (Explicit Teaching) ซึ่งการพัฒนาที่เกิดขึ้นกับครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีความยั่งยืนโดยเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในระยะเวลา 4 ปี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

จากผลวิจัยได้สร้างรูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นลักษณะผสมผสานกับกระบวนการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ซึ่งการรายงานผลวิจัยนี้เน้นในด้านครูวิทยาศาสตร์ประจำการเป็นหลัก ดังนั้นในการวิจัยต่อไปควรมีการนำเสนอถึงการพัฒนารูปแบบการนิเทศ การเป็นผู้ชี้แนะ และพี่เลี้ยง (Coaching and Mentoring) ให้กับนักศึกษาฝึกประสบการณ์ และการวิจัยในด้านการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่มีความสอดคล้องต่อเนื่อง การพัฒนาระบบวัดประเมินผลที่ชัดเจน รวมทั้งการสร้างชุมชนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เกิดจากความร่วมมือหลายภาคส่วนทั้งภาครัฐและ เอกชน การร่วมมือระหว่างชุมชน และสถาบันอุดมศึกษา สำหรับการวิจัยในอนาคต จากผลวิจัยแสดงถึงการพัฒนา TPACK ที่ส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แต่ผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเชิงลึกในด้านระดับความเชื่อมั่นและการยอมรับในความสามารถของตนเองที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต เพื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา 4 ปี (พ.ศ. 2556-พ.ศ. 2559) ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากความร่วมมือจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง สำนักงานคณะกรรมการวิจัย (วช.) มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต สถานศึกษา และสำนักงานเขตพื้นที่การประถมศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ช่วยกันทุ่มเทแรงกาย แรงใจ เสียสละเวลาส่วนตัว เพื่อช่วยในการพัฒนาทั้งครูและนักเรียนในจังหวัดภูเก็ต

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6.* กรุงเทพฯ: องค์การค้าของ สกสค.

Abbitt, J.T. (2011). An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 27*(4), 134-143. Retrieved October 18, 2018 from https://www.learntechlib.org/p/54211/.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy and health behaviour. In A. Baum, S. Newman, J. Wienman, R. West, & C. McManus (Eds.), *Cambridge handbook of psychology, health and medicine* (pp. 160-162). Cambridge: Cambridge University Press.

Fatting, I.L., & Taylor, M.T. (2008). *Co-teaching in the Differentiated and Classroom Management*. San Francisco: Jossey-Bass.

Jerald, C. D. (2007). *Believing and Achieving (Issue Brief).* Washington DC.: Center for Comprehensive School Reform and Improvement.

Koehler, M., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research, 32*(2), 131-152.

----------. (2007). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(1), 60-70.

Mishra, P., & Koehler, M. (2006). TPACK: A framework for teacher knowledge. *Teachers* **College Record***, 108*(6), 1017-1054.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14.

Translated Thai Reference

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2015**).** *Grade 4-6 STEM Education Teacher Handbook.* Bangkok: Office of Welfare Promotion Commission for Teachers and Educational Personnel.