Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา*

The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students.

จำรัส อินทลาภาพร (Chamras Intalapaporn)**
มารุต พัฒผล (Marut Patphol)***
วิชัย วงษ์ใหญ่ (Wichai Wongyai)***
ศรีสมร พุ่มสะอาด (Srisamorn Pumsa-ard)***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1.ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2.จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

Abstract

The purposes of this research were to synthesize guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students. The process of the research consisted of two stages as follows 1.Studying concept and relevant literature of the STEM Education. 2. Focus group discussion to synthesize guidelines for learning management and

---

* บทความวิจัย

** นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร.084-1553626 e-mail address : chamras6651@gmail.com

*** อาจารย์ที่ปรึกษา (Advisor)

assessment of the STEM Education which consist of specialist in STEM Education two people , specialist in curriculum one people , specialist in learning management , measurement and assessment of the STEM Education two people.

The results of this research revealed that 1) Teachers should study concept of the integration of Science , Mathematics and Occupations and Technology and Engineering design process. 2) Teachers should prepare equipment and laboratory for learning actiivity of the STEM Education byself before teaching the student. 3) Teachers should learning management by Problem-based Learning. 4) Teachers should learning management by Project-based Learning. 5)Teachers should prepare learning activity by supporting teamwork group knowledge sharing and feedback to student for checking knowledge and comprehensive of the students 6) Teachers should measure and assess for learning of the students by authentic assessment

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งเห็นได้จากมีอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวก เช่น ไอแพด สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลสะดวกขึ้น ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารจำนวนมากและสามารถสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตนเองและสะดวกรวดเร็ว และได้ข้อมูลที่ทันสมัย ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้เป็นผู้โค้ช เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ประกอบด้วยทักษะด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ทักษะด้านสื่อ (Media Literacy) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information, Communications and Technology Literacy) เป็นต้น (วิจารณ์ พานิช.2555: 17 ; Partnership for 21st Century Skills ; Bellanca , J.and Brandt, R.2010)

ในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังกล่าว แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาคือสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) Engineering (วิศวกรรม) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียนคือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้า

กับชีวิตจริง (วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 136-137 ; ธีรชัย ปูรณโชติ.2544 : 1-2 ; สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์.2548 : 22-23 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2557 : 6)

สะเต็ม (STEM) เป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ส่วนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้สอนจะสอนแบบแยกเป็นรายวิชา โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมามีการสอนแบบบูรณาการ โดยเพิ่มวิชาวิศวกรรม และเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้สะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับ 4 วิชาดังกล่าว ในปัจจุบันสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้นความหมายของสะเต็มศึกษาในปัจจุบันจะครอบคลุมการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์ (Capraro , Capraro ,& Morgan.2013 ; Gonzalez & Kuenzi.2012 ; Zollman.2011) สำหรับประเทศไทย เมื่อศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาที่หมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการ ในที่นี้สะเต็มศึกษาหมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) การงานอาชีพและเทคโนโลยี (Occupations and Technology) เนื่องจากไม่มีสาระวิศวกรรม (Engineering) แต่จะใช้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เข้าไปใน 3 สาระดังกล่าว

จะเห็นได้ว่าแนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1.การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับชีวิตจริง เพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (theme) โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชาอื่นๆ ของ สะเต็ม (STEM) มาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน 2.การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกัน เพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (main concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง(theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน 3.การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง(theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) และกำหนดภาพรวมของโครงงานร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน 4.การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง(theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) โดยกำหนดเป็นโครงงานและสอนร่วมกันเป็นทีม (สสวท.2557 : 4 ; Vasquez , Joanne., Sneider, C. and Comer , M.2013 ; วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 133-136)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากต้องมีความรู้

พื้นฐาน และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้ คือ 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง 5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 6) ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา 7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น (Mehalik, Doppelt & Schunn,2005 ; Rece Herboldsheimer, Paige Gordon.2013 : 1-4 ; Meyrick.2012 ; Klem & Connell.2004 ; สสวท.2557: 5)

จากความสำคัญดังกล่าว ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ 2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกันโดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานเละประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน โดยผู้สอนมีบทบาทสำคัญ ดังนี้ (Clemm , 2012 ; Robert M. Capraro and Sunyoung Han.2014 : xvi ; Claymier , Bob.2014 : 40 ; Tara O'Neill, Lisa Yamagata , Justin Yamagata , and Susan Togioka.2012 : 40)

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นผู้โค้ช (Coach)

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่นั้น ผู้สอนควรวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1.ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ 1.2 การปฏิบัติการทดลอง 1.3 การรายงานผลการทดลอง 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง 2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ 2.1 การระดมความคิด 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และ 2.3 การทำงานเป็นทีม (Edward M. Reeve.2013 : 12-15) ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ในการจัดการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้สอนควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน

ในบริบทของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้สอนในระดับประถมศึกษาจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง จากการสัมภาษณ์ผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพระปฐมเจดีย์ (มหินทรศึกษาคาร) ที่สอนใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน คณิตศาสตร์ จำนวน 3

คน การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 3 คน เกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนในระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา

ประโยชน์ที่ได้รับ

ผลการวิจัยทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา โดยการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 1.2 กำหนดลักษณะ ประเภทและแหล่งของเอกสารที่ต้องการ 1.3 สืบค้น คัดเลือก และจัดหาเอกสาร ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดคำสำคัญหรือคำค้น 2) การสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกจากวรรณคดีที่มีฐานข้อมูลอยู่ในคอมพิวเตอร์ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่ใช้ในการวิจัย 4 ข้อ ได้แก่ 2.1 ความจริง (authenticity) หมายถึงการคัดเลือกเอกสารที่เป็นเอกสารที่แท้จริงโดยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ไม่มีความคลาดเคลื่อนหรือบิดเบือนจากความจริง 2.3 การเป็นตัวแทน (representativeness) หมายถึงการคัดเลือกเอกสารที่มีความเป็นตัวแทนเอกสารประเภทเดียวกันได้ และข้อมูลในเอกสารที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนของประชากร 2.4 ความหมาย (meaning) หมายถึง การคัดเลือกเอกสารที่มีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย 3) ปฏิบัติการสืบค้น ผู้วิจัยสืบค้นเอกสารและงานวิจัยด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ Search Engine ต่าง ๆ อาทิ Google.com หรือ Yahoo.com ฯลฯ เป็นต้น ในการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลต่าง ๆ และกำหนดช่วงปีให้คอมพิวเตอร์สืบค้นเอกสารและงานวิจัยตามที่ต้องการ 1.4 การอ่านเอกสารและงานวิจัยอย่างพินิจพิเคราะห์และจดบันทึก 1.5 การสังเคราะห์ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และ 1.6 การเขียนรายงานผลการสังเคราะห์ที่ได้จากการศึกษา (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2543 : 421-426 ; Scott, J.1990 : 1-2 ; Jashim Uddin Ahmed.2010 : 3-5)

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

2. จัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งในการจัดประชุมสนทนากลุ่มประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน มีคุณสมบัติคือจบการศึกษาระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์ทำงานด้านสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน มีคุณสมบัติคือจบการศึกษาระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์การทำงานด้านหลักสูตร และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน มีคุณสมบัติคือจบการศึกษาระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์ทำงานด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูระดับประถมศึกษา
2. แบบสอบถามประเด็นการสนทนากลุ่ม
3. แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม
4. แบบสัมภาษณ์ผู้สอน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และส่วนที่ 2 ผลการจัดประชุมสนทนากลุ่มเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ส่วนที่ 1 ผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา พบว่ามีประเด็นต่างๆ ดังนี้คือ

1. สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในบริบทของต่างประเทศ หมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในปัจจุบันความหมายของสะเต็มศึกษาครอบคลุมถึงการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์ (Capraro , Capraro ,& Morgan.2013 ; Gonzalez & Kuenzi.2012 ; Zollman.2011) ส่วนสะเต็มศึกษาในบริบทของประเทศไทย หมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) การงานอาชีพและเทคโนโลยี (Occupations and Technology) เนื่องจากไม่มีสาระวิศวกรรม (Engineering) แต่จะใช้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เข้าไปใน 3 สาระดังกล่าว
2. สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อครูและผู้เรียน ดังนี้

2.1 ความสำคัญต่อผู้สอน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสร้างเป็นหน่วยการเรียนรู้เดียวกัน ซึ่งช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาในแต่ละสาระและลดเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 136 ; พิมพันธ์ เดชะคุปต์.2550 : 17)

2.2 ความสำคัญต่อผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ 2) ทักษะการแก้ปัญหา 3) ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6) ทักษะการสร้างนวัตกรรม 7) ทักษะการออกแบบ (สสวท.2557 : 5 ; Mehalik, Doppelt & Schunn,2005 ; Rece Herboldsheimer ; Paige Gordon.2013 : 1-4)

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึงการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าไปใน 3 สาระดังกล่าว ระดับของการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1.การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) 2.การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) 3.การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) 4.การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) (สสวท.2557 : 4 ; Vasquez , Joanne., Sneider, C. and Comer , M.2013 ; วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 133-136)

4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งสามารถใช้วิธีการวัดและประเมินผลได้หลายวิธี ได้แก่ 1.การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน 2.การสัมภาษณ์ 3.การแสดงผลงาน 4.การบันทึกของผู้เรียน 5.การรายงานตนเอง 6.การประเมินผลภาคปฏิบัติ 7.การประเมินความสามารถ 8.การใช้แฟ้มสะสมผลงาน 9.การทดสอบ 10. การสอบถาม ในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำได้ 2 วิธี คือ 1.ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนสาระวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ 1.2 การปฏิบัติการทดลอง 1.3 การรายงานผลการทดลอง 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง 2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ 2.1 การระดมความคิด 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และ 2.3 การทำงานเป็นทีม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.2554 : 104-110 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2557: 18-20 ; Edward M. Reeve.2013 : 12-15)

ส่วนที่ 2 ผลการจัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 เวลา 09.00 -12.00 น. ณ ห้องประชุมสุขุม ศรีธัญรัตน์ ตึกอำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบ

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้ คือ 1.สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในบริบทของต่างประเทศ และประเทศไทยมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทย ผู้สอนควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะสาระสำคัญในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีที่มีความแตกต่างกัน 2.สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้สอนและผู้เรียน 3.การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีระดับของการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) 2)การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) 3) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) 4) การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) (สสวท.2557 : 4 ; Vasquez , Joanne., Sneider, C. and Comer , M.2013 ; วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 133-136) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับดังกล่าวให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนทั้ง 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีควรวางแผนในการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน 4.การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและวัดหลายครั้ง

การอภิปรายผล

1. ผลการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีดังนี้ คือ 1.1 ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ เพราะในแต่ละสาระมีสาระสำคัญที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจสาระสำคัญดังกล่าว รวมทั้งสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการเข้าไปใน 3 สาระ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เป็นการทดลองนำร่องก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้จริงให้แก่ผู้เรียน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของผลการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว (สถาบันส่งเสริมการ

สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2552 : 18-20 ; ทิศนา แขมมณี.2556 :141 ; Bruce R. Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun : 215-216) ดังนั้นผู้สอนจึงต้องเตรียมการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลการทดลองเกิดขึ้นจริงก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) และ 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเกิดความสงสัยและร่วมกันค้นหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายต่อผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับสาระในสะเต็ม (STEM) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการตัดสินใจ รวมทั้งสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งเก็บไว้ในความทรงจำได้ยาวนาน และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่.2554 : 139 ; ทิศนา แขมมณี.2555 : 137-140 ; Glazewski &Ertmer.2010 ; Mergendoller ; Maxwell, & Bellisimo.2006 ; Murray & Savin-Baden.2000) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน และผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (Ausubel) ที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย ได้แก่ 1.การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน 2.การสัมภาษณ์ 3.การแสดงผลงาน 4.การบันทึกของผู้เรียน 5.การรายงานตนเอง 6.การประเมินผลภาคปฏิบัติ 7.การประเมินความสามารถ 8.การใช้แฟ้มสะสมผลงาน 9.การทดสอบ 10. การสอบถาม ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ทำได้ 2 วิธี คือ 1.ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนสาระวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ 1.2 การปฏิบัติการทดลอง 1.3 การรายงานผลการทดลอง 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง 2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกิจกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ 2.1 การระดมความคิด 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และ 2.3 การทำงานเป็นทีม จะเห็นได้ว่าในการวัดและประเมินผลดังกล่าวเป็นการประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2555 : 78-80 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2557 : 18-20 ; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.2554 : 101-102 ; Edward M. Reeve.2013 : 12-15)

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากข้อค้นพบของการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

1. การนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาไปใช้นั้นควรศึกษาและทำความเข้าใจสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง

2. ควรศึกษาแนวคิดของสะเต็มศึกษา ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของผู้สอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา
2. ควรมีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา

เอกสารอ้างอิง

Bellanca,J.and Brandt, R.(2010). **21st Century Skills, Rethinking How Students learn.** Bloomington, IN: Solution Tree.

Bruce R. Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun.(2015). **Models of Teaching**.Ninth Edition. Pearson Education , Inc.

Capraro , R. M., Capraro ,M. M., & Morgan , J.R.(2013).**STEM project-based learning** : An integrated science , technology , engineering , and mathematics(STEM) approach. Rotterdam , The Netherlands : Sense.

Dechakoop, Pimpan. (2550). **Journal of learning method change Scientific Teaching Method to classroom of notion.** Bangkok : Institute of Academic **Development.**

Chairat Sutthirat.(2554). **Authentic Learning.** Bangkok : Sahamitprinting and Publishing Co.Ltd.

Claymier, Bob.(2014).Integrating STEM into the Elementary Curriculum, March 2014. *(Message from the Children's Council President)*

Clemm, D. (2012.). Maryland State Department of Education : **Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education**. *Retrieved from www. Marylandpublicschools.org/MSDE/programs/stem*

Commission on Higher Education, Office of the Basic Education Commission (2552). **Document for Primary Science Teacher the third Curriculum.** Bangkok : : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Edward M. Reeve.(2013).**Implementing Science , Technology , Mathematics , and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN**. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Glazewski , K.D.,& Ertmer , P.A.(2010).Foster socio-scientific reasoning in problem-based Learning : Examining teacher practice.**International Journal of Learning**. 16(12), 269-282.

Gonzalez , H.B. , & Kuenzi , J. J.(2012).**Science , technology , engineering , and mathematics (STEM) education** : *A primer* .Congressional Research Service , Library of Congress. Retrieved from http : //fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf

Jashim Uddin Ahmed. (2010). **Documentary Research Method: New Dimensions.** Indus Journal of Management and Social Sciences. 4(1), 1-14.

Kammanee, Tidsana. (2002). **Science of Teaching: Body of Knowledge for Efficient Learning Process Management.** Bangkok: Chulalongkorn University.

Klem , A. M., & Connell , J.P.(2004). Relationships matter : Linking teacher support to student engagement and achievement.**Journal of School Health,** *74(7), 262-273.*

Mehalik, M. M., Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2005). Addressing performance of a design-based, systems approach for teaching science in eighth grade, *National Association of Research in Science Teaching (NARST)*, Dallas, TX.

Mergendoller,J.R., Maxwel , N., & Bellisimo , Y.(2006). The effectiveness of problem-based Instruction : A comparative study of instructional methods and student characteristics. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, 1(2) , 49-69.http : //dx.doi.org/10.7771/15415015.1026

Meyrick , K.M.(2012). **How STEM education improves student learning**. *Meridian , 14(1).* Retrieved from http : //www.ced.ncsu.edu/meridian/index.php/meridian/article/ viewFile/6/

Ministry of Education. (2557).**Basic Knowledge of STEM .**Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Ministry of Education. (2555). **Assesement of Science.** Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Murray, I. & Savin-Baden, M.(2000).***Staff development in problem-based learning***.Teaching In Higher Education ,5(1), 107-120. http : //dx.doi.org/10.1080/135625100114993.

Nonglak Wiratchai.(2543). **Knowledge Frontier aspect in Research and Statistics** academic article of **Dr.** Nonglak Wiratchai. Chonburi : Graduate School of Public Administration, Burapha Univdersity.

Partnership for 21st Century Skills. **P21 Framework Definitions.** (online) Available from http://www.p21.org/storage/documents/P21-Framework -Definitions.pdf. (November 18 , 2012)

Rece Herboldsheimer, Paige Gordon.(2013). Curriculum Development Course at a Glance Planning For STEM. Sample Curriculum – Posted: February 15, 2013

Robert M. Capraro & Sunyoung Han.(2014).STEM The Education Frontier to Meet 21st Century Challenges. **Middle Grades Research Journal** ,9(3),xv-xvi.

Scott, J. 1990. **A matter of record: Documentary sources in social research**. Polity press: Cambridge.

Siripat Jetsadawiroj. (2548).**Integrated Instruction**. The second print. Bangkok : Bookpoint Co,ltd.

Tara O'Neill, Lisa Yamagata , Justin Yamagata , and Susan Togioka.(2012).*Teaching STEM Means teacher learning.***Kappan** , 94(1) , 36-40.

Teerachai Pooranachot. (2544). **"Integrated Learning Management,"** in the Proceedings of the 9th Conference on Science and Technology for Youths: 2014 : Innovation for Science and Technology learning , p 1-13. Bangkok : Science and Educational Technology Society with Dhurarakij Pundit University : January 20-21, 2544.

Vasquez, J., Sneider, C., and Comer, M. 2013. **STEM Lesson Essentials Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics.** Portsmouth, NH: Heinemann.

Wijarn Panich (2555). **Learning for student in the 21st Century**. Bangkok : Tathata Publication Co., Ltd.

Wichai Wongyai. (2554). **Curriculum Innovation and learning to Citizenship**.Bangkok : R and Print Co.Ltd.

Zollman, A., Smith. M.C. & Reisdorf , P. (2011).**Identity development : Critical components For learning in mathematics.** In D. Brahier (Ed).*Motivation and disposition : Pathways to learning mathematics. Seventy-third National Council of Teachers of Mathematics yearbook (pp.43-53).*Reston,VA : Author.