ความท้าทายของครูคณิตศาสตร์ในการเรียนการสอนตามแนวทางสอนสะเต็มศึกษา

Challenges of Mathematics Teacher in STEM Instruction

Received: June 4, 2019
Revised: September 10, 2019
Accepted: September 16, 2019

วุฒิชัย ภูดี (Wuttichai Phoodee)*
รุจิรา วงศ์ชัย (Rujira Wongchai)**
วราภรณ์ ปรีชาพร (Warabhorn Preechaporn)***

บทคัดย่อ

บทความนี้มีความมุ่งหมายเพื่อนำเสนอการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้เข้ากับชีวิตจริง ด้วยทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้จนนำไปสู่การสร้างสรรค์ คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์เชิงปริมาณ จำนวน ปริภูมิ และสัญลักษณ์ต่างๆรวมไปถึงตรรกศาสตร์กับการใช้เหตุผล ผู้สอนมีบทบาทจัดบรรยากาศให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนและออกแบบกิจกรรมที่ท้าทายสิ่งเดิมที่มีอยู่และทำหน้าที่เป็นผู้แนะแนวทาง ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อส่งเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา ความท้าทาย ผู้แนะแนวทาง ผู้อำนวยความสะดวก การส่งเสริมการเรียนรู้

* ครูชำนาญการ โรงเรียนชุมชนบ้านคำพอกท่าดอกแก้ว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
Professional Level Teachers, Chumchonbankhumpockthagek School, Office of the Basic Education Commission. , W.phoodee@gmail.com.

** ครูชำนาญการ โรงเรียนวัดเชิงกระบือ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
Professional Level Teachers, Watcherngkrabue School, Office of the Basic Education Commission. , everlasting.me.me@gmail.com

*** ผู้เชี่ยวชาญ (คณิตศาสตร์ศึกษา) ดร. องค์การการศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ประเทศมาเลเซีย
Specialist (Mathematics Education), Dr., Southeast Asian Ministers of Education Organization Regional Centre for Education in Science and Mathematics Malaysia., Warabhorn@recsam.edu.my

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 - 3431

Abstract

The article aims to present teaching and learning through STEM education. Focusing on allowing learners to integrate knowledge into real life with thinking skill, problem solving skill and collaboration to create creativity. Mathematics is one that describes patterns, relationships among quantities, numbers, spaces and symbols, including claims are justified through logical argument. Teacher contributes to the setting of an environment that is conducive to learning and designing challenge activities from the development of prototypes. Teachers act as guide/coach, facilitator, and helper by using learning by doing.

Keywords: STEM education, challenge, guide, coach, facilitator, scaffolding

บทนำ

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในสถานศึกษาจำเป็นต้องปรับหลักคิดและหลักการปฏิบัติในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ทักษะด้านชีวิตและอาชีพและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา ทั้งนี้ในทักษะ 4 ดังกล่าวทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมจะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเพื่อการเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ (Panit, W. 2012) โดยผู้สอนต้องมุ่งส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อรู้ (Learning to Know)เน้นองค์ความรู้ การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติจริง(Learning to Do)เพื่อเน้นการพัฒนาทักษะ พัฒนาสมรรถนะและศักยภาพผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้เพื่อชีวิต(Learning to Be) เป็นการเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน (Learning to Live Together) เป็นการเรียนรู้ที่จะเปลี่ยนแปลง(Learning to Change)และจะกลายเป็นการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน (Learning for Sustainable)ที่จะสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองได้อย่างเหมาะสม (Suwitida, J. 2018) และเป็นการพัฒนาทักษะชีวิตอย่างเป็นองค์รวมและทำให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

สะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายวิชา และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่สามารถดึงเอาความสำคัญของคณิตศาสตร์ขึ้นมาร่วมกับการบูรณาการณ์กับแนวคิดของวิชาอื่นได้ โดยสะเต็มศึกษาได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 แต่มีครูจำนวนมากที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง ดังนั้นความท้าทายของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ว่าจะทำอย่างไรให้วิชาคณิตศาสตร์จะสามารถเชื่อมต่อกับวิชาอื่นได้และคณิตศาสตร์จะกลับมามีชีวิตจริงและใช้งานได้ในโลกจริงทันที ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การออกแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการที่สามารถทำได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาใช้ พบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน(Project-based Learning), แบบใช้เป็นหาเป็นฐาน(Problem-based Learning), แบบใช้การออกแบบเป็นฐาน(Design-based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถคิดสร้างสรรค์และสามารถพัฒนาชิ้นงานได้ดี ยังพบว่าถ้าครูผู้สอนสามารถใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน(Preschool)ด้วย ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสิ่งที่พึงระวังอย่างยิ่งคือ ผู้สอนควรมีความพร้อมในด้านเนื้อหาความรู้และรูปแบบการสอนต่างๆ เพราะหากครูไม่พร้อมหรือไม่เข้าใจถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาก็อาจไม่สามารถจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายได้ (Micah S, Tamara J. Moore & Gillian H., 2012) ดังนั้นผู้สอนควรที่จะเข้าใจถึงธรรมชาติขององค์ประกอบวิชาทั้ง 4 วิชาของสะเต็มศึกษาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาบูรณาการกันอย่างลงตัว (Dejarnette, 2012) กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เป็นวิชาที่เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา ทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ โดยครูผู้สอนอาจใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Learning) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem-based Learning) ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์และปรับเปลี่ยนธรรมชาติเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT เพียงอย่างเดียวตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ แต่เทคโลยีคือสิ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มาออกแบบหรือสร้างชิ้นงาน เช่น โครงสร้าง โมเดล ผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบต่างๆ เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆในการแก้ปัญหาซึ่งจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(Engineering Design Process)เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดในการลงมือปฏิบัติ

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่รวมถึงกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่มการ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ และหมายถึงภาษาคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น รวมไปถึงการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking)เช่นการคิดเชิง

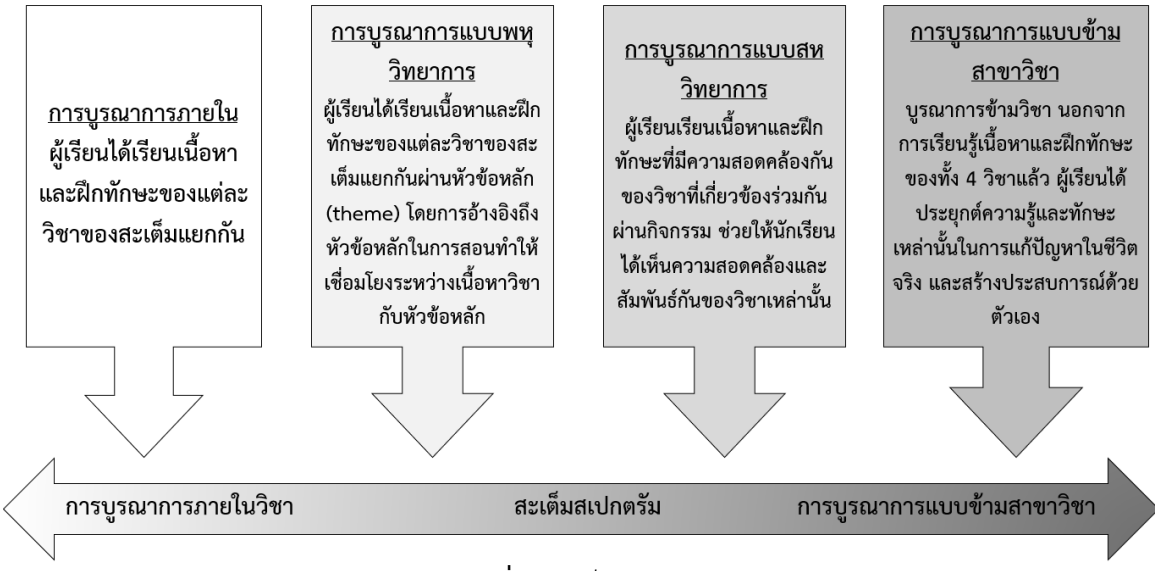
ตรรกะ การคิดเชิงระบบ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ดังตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา (Wanintorn, S. 2018) ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

ชั้น	ชื่อกิจกรรม	ความท้าทาย	ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร
อนุบาล	ตัวการ์ตูน หัวไข่โดดลงผนัง อย่างปลอดภัย	การทำให้ไข่ตกในระยะ 1 เมตรโดยไม่แตก	การวัดความสูง
ป.1	หอคอย LEGO	การต่อเลโก้ที่มีความสูง 50-60 ซม.โดยรูปสีต่างกัน ที่ทนต่อแรงลมพัด	- แบบรูป - การวัดความสูง
ป.2	เครื่องหย่อนลูกหิน	การปล่อยลูกหินให้กลิ้งให้เปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างน้อย 3 ทิศทาง และมีความสูงที่ปล่อยอย่างน้อย 1 เมตร	- การวัดความสูง - มุม - การบอกเวลา
ป.3	แสงเลเซอร์วกวน	- แสงเดินทางจากเลเซอร์ไปยังเป้าหมาย - แสงสะท้อนอย่างน้อย 3 ครั้ง	- การวัดความสูง - การวัดมุม
ป.4	รถ 4 ล้อ	รถที่เคลื่อนที่ด้วยวงยางและพลังงาน	- การวัดระยะทาง - การบอกระยะทาง - การวัดความเร็ว
ป.5	สะพาน	- สะพานที่ทนต่อแรง 5 นิวตัน - ความคุ้มค่า	- วัดความแรง - การวิเคราะห์ราคาต้นทุน
ป.6	แผนที่บ้าน	แผนที่บ้านภายในกระดาษ A4	- การบอกตำแหน่งโดยใช้ทิศทาง - มาตราส่วน
ม.1	ศรลมชวนคิด	ศรลมที่หมุนได้คล่อง	การหาพื้นที่รูปเรขาคณิตสองมิติ
ม.2	กลไกช่วยได้	รถจำลองที่แล่นบนทางเรียบด้วยระบบเฟือง	อัตราส่วน
ม.3	พลังงานน้ำ	แบบจำลองกังหันน้ำโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้	การนำเสนอข้อมูลแบบตาราง แบบกราฟเส้น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม

ชั้น	ชื่อกิจกรรม	ความท้าทาย	ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร
ม.4	บันจีจั้มป์	บันจีจั้มป์ที่ตกใกล้พื้นที่ที่กำหนดมากที่สุดโดยไม่ตกกระทบพื้น	อัตราส่วนตรีโกณมิติ
ม.5	ถุงประคบร้อน	เลือกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำถุงประคบร้อนและพิจารณาถงประคบร้อนให้มีความร้อนนานที่สุด	- เรขาคณิตในการออกแบบ - วิเคราะห์ราคาต้นทุน
ม.6	สัญญาณกันขโมย	ออกแบบอุปกรณ์สัญญาณกันขโมยเป็นภาพวาดหรือภาพร่าง 3 มิติ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด	- การหาค่าความจริงของประพจน์ - วิเคราะห์ราคาต้นทุน

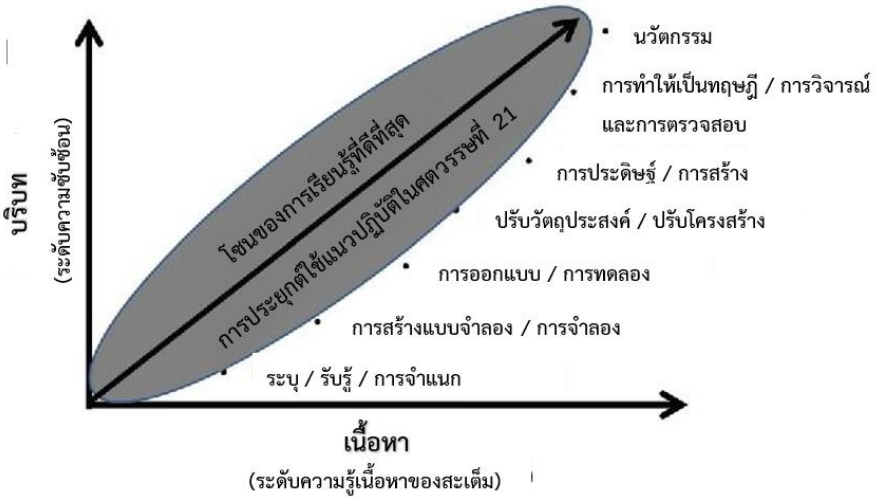
การที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้นั้น นอกจากผู้สอนจะเข้าใจในธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชาแล้วนั้น ผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบท (Context) ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเอง และด้านเนื้อหา (Content) คือ สาระ ข้อมูล แนวคิด หลักการ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังผู้เรียน ซึ่งเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning) (Saengpromsri, P. Nuangchalerm, P. Piyanete, P. 2015) ซึ่งสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ เมื่อครูผู้สอนได้มีการสร้างกิจกรรมการสอนแล้ว ให้การพิจารณาว่าเป็นการบูรณาการในระดับใดจากสะเต็มสเปกตรัม (The STEM Spectrum) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สะเต็มสเปกตรัม

ที่มา: Vasquez, 2013

ผู้สอนควรมีการบูรณาการและความเชื่อมโยงระหว่างสะเต็มศึกษาให้สอดคล้องกับแนวทางการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้เกิดทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Collaboration) และการสื่อสาร (Communication) และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา จึงจะเรียกว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดโดยจะเกิดได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความรู้ของเนื้อหา(Content) กับบริบท(Context) ซึ่งระดับความรู้ของเนื้อหาของสะเต็มศึกษากับการประยุกต์ใช้แนวปฏิบัติในศตวรรษที่ 21 จะแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ได้แก่ 1)ระบุ/รับรู้/การจำแนก 2)การสร้างแบบจำลอง/การจำลอง 3) การออกแบบ/การทดลอง 4)ปรับวัตถุประสงค์/ปรับโครงสร้าง 5) การประดิษฐ์/การสร้าง 6) การทำให้เป็นทฤษฎี/การวิจารณ์และการตรวจสอบ 7) นวัตกรรม และบริบท (Context) คือสิ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยต้องใช้สถานการณ์ในโลกความจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาผู้สอนควรมีการวางแผน วิเคราะห์และจำแนกเนื้อหาความรู้และบริบทสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดและเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังภาพที่2



ภาพที่ 2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและบริบทของพื้นที่การเรียนรู้ที่ดีที่สุด
ที่มา: Louis S. Nadelson & Anne L. Seifert, 2017

ความท้าทายของการบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการของคณิตศาสตร์ผสมผสานกับทั้ง 3 วิชาของสะเต็มได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้เป็นผู้รู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Literate) และต้องให้ผู้เรียนได้ทักษะต่างๆในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองโดยทักษะที่สำคัญนั้นได้แก่ ทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบไปด้วย ทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยี ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะทางการสื่อสาร ปัจจุบันทุกโรงเรียนมีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แต่สำหรับครูคณิตศาสตร์ก็พยายามจัดกิจกรรมให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาโดยการมุ่ง

บูรณาการกับสาขาวิชาอื่นจึงทำให้เกิดความผิดพลาดจากแนวคิดที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ไปจนได้ใช้แค่แนวคิดพื้นฐานในคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณและการหารเท่านั้น(Wanintorn, S. 2018) ในการสอนสะเต็มศึกษาผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท (Context) ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยต้องใช้สถานการณ์ในโลกความจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ในด้านที่สองคือด้านเนื้อหา (Content) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้หลักของสะเต็มศึกษา (Nuangchalerm, P. 2018) ซึ่งเป็นความท้าทายที่เกิดขึ้นกับผู้สอนว่าจะออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอย่างไรที่จะทำให้องค์ประกอบทั้ง 2 ด้านนี้มีความแปรผันตรงต่อกันดังภาพ 2 ซึ่งต้องประกอบด้วยปัจัยสำคัญหลายอย่าง เช่น ความซับซ้อนของบริบท ความท้าทาย(Challenges)ในการออกแบบกิจกรรมกับบริท และบทบาทของผู้สอน เป็นต้น โดยต้องคำนึงให้ผู้เรียนสามารถแสงดศักยภาพในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์มาใช้ในบริบทของชีวิตจริงได้ เมื่อผู้เรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ออกมาใช้งานในบริบทของชีวิตจริงจะทำให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุมีผล สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน วิเคราะห์คำตอบให้มีความหลากหลาย และสื่อสารถึงแนวความคิดที่สัมพันธ์กันคำตอบจนเกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์(Mathematic habit mind) นั้นคือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

การออกแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะบูรณาการการสอนโดยผ่านวิธีการสอนต่างๆ เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-Base Learning), การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Base Learning)และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning)เป็นต้น โดยจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(Engineering Design Process)เป็นตัวหลักในการขับเคลื่อนซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมปัญหาและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนการดำเนินงาน 5)การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงาน 6) การนำเสนอและแก้ไขปัญหาผลการแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ สสวท. ได้ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในปัจจุบัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016

แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนในประเทศไทยได้สอนตามแนวทางของสะเต็มศึกษาแต่ไม่มีการบูรณาการให้ผู้เรียนพัฒนานวัตกรรม/ชิ้นงาน บางครั้งใช้บริบทของสถานการณ์ที่ไกลตัวผู้เรียนมากเกินไปจึงทำให้ผู้เรียนสับสนและไม่เข้าใจ หรือผู้สอนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ในการสอนสะเต็มศึกษาเช่น มีการทำงานช่วยผู้เรียน ไม่มีการสังเกตผู้เรียน ไม่เข้าใจเนื้อหาที่สอน เป็นต้นและยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการวัดผลประเมินผลซึ่งในการวัดผล เช่น มีการประเมินผลหลังเรียนด้วยแบบสอบเท่านั้น ซึ่งทำให้ไม่สามารถวัดทักษะกระบวนการที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ครบถ้วน ดังนั้นองค์การการศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Southeast Asian Ministers of Education Organization Regional Centre for Education in Science and Mathematics : SEAMEO RECSAM) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มในคณิตศาสตร์ (Organize your STEM lessons in Mathematics : A proposed guide) เพื่อให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมในภูมิภาคซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 Free Play คือ การแนะนำหรือให้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือแนวคิดที่เคยมีมาแล้ว(Prototype)และการใช้คำถามของการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระยะที่ 2 Pre Designing คือ การปรึกษาหารือเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแนวความคิดหลัก (คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์) เพื่อตอบคำถามในการออกแบบเชิงวิศวกรรม และศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยี

ระยะที่ 3 Designing Challenge คือ ออกแบบแผน, ตรวจสอบการออกแบบ ด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรม, นำเสนอและอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุมีผล และซักถามปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น

ระยะที่ 4 Post Designing คือ การเสริมสร้างการเรียนรู้ของแนวความคิดหลัก(คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มในคณิตศาสตร์
ที่มา Gan Teck H, 2019

โดยแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มในคณิตศาสตร์ (Organize your STEM lessons in Mathematics : A proposed guide) จะอยู่บนฐานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)และต้องมีความท้าทาย(Challenge) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้น รู้สึกสนุก เกิดความพอใจอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นและทำให้ค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างแท้จริงไม่ใช่แค่การท่องจำเพียงอย่างเดียวเท่านั้นและยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งครูผู้สอนต้องเปลี่ยนแปลงตัวเองจากที่เป็นผู้ที่ให้ความรู้ ต้องแปลสภาพตัวเองให้เป็น ผู้แนะแนวทางหรือโค๊ช(Guide/Coach) ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) และมีการส่งเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม (Questioning Techniques) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิด และเกิดทักษะที่ต้องการในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องเป็นการประเมินผู้เรียนตามภาพจริง (Authentic Assessment) โดยใช้เทคนิคที่กลมกลืนกับวิธีการจัดการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียน(Authentic assessment) โดยเฉพาะการวัดประเมินจะไม่รบกวนสภาพการณ์ปกติ(Unobtrusive assessment) ซึ่งสามารถทำได้หลากหลายวิธี ได้แก่ การสัมภาษณ์ การแสดงชิ้นงาน บันทึกพฤติกรรมผู้เรียน การทำงานเป็นทีม แฟ้มสะสมงาน การนำเสนอผลงานและการทดสอบ (Intalapaporn , C. Patphol, M. Wongyai, W. and Pumsa-ard, S., 2015) และต้องมีการออกแบบเครื่องมือในการวัดผลและประเมินผลให้คลอบคลุมและใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ได้แก่ แบบตรวจสอบรายงาน (Check list), มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scales), เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค(Scoring Rubric) , การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test), แบบทดสอบข้อเขียน(Written Test) แบบบันทึกพฤติกรรม เป็นต้น โดยใช้การประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน (Micah S, Tamara J, Gillian H. 2012) ซึ่งในการวัดผลประเมินผลของการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษามี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. วัดความรู้ ในส่วนนี้จะเป็นการวัดในส่วนของเนื้อหา (Content) ซึ่งสามารถวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้จากการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาตามที่ผู้สอนได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ โดยอาจใช้เครื่องมือในการวัดได้แก่ การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test), แบบทดสอบข้อเขียน (Written Test) เป็นต้น

2. วัดกระบวนการทำงาน ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะสื่อสาร ควรใช้แบบวัดทักษะต่างๆ ได้แก่ แบบตรวจสอบรายงาน (Check list), มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scales), เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric), แบบบันทึกพฤติกรรม เป็นต้น

3. วัดชิ้นงาน ในส่วนนี้จะเป็นการวัด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หรือวัดองค์ประกอบต่างของชิ้นงาน ซึ่งจะใช้เครื่องมือเป็นแบบประเมินได้แก่ แบบตรวจสอบรายงาน (Check list), มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scales), เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) เป็นต้น

ซึ่งวิธีการประเมินเป็นการประเมินตามสภาพจริง ควรใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายให้เหมาะสมกับสิ่งที่ประเมิน เพื่อนำผลการประเมินมาเป็นแนวทางพัฒนาผู้เรียนต่อไป

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้การบูรณาการณ์สะเต็มศึกษาคือการบรูณาการการจัดการเรียนรู้ใน 4 ได้แก่ โดยใช้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นแนวคิดหลักในการแก้ไขปัญหา และต้องใช้เทคโนโลยีมาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานหรือสิ่งที่ผลิตออกมานั้นคือเทคโนโลยี โดยต้องผ่านกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) โดยการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงอยู่ 3 ประการ คือ 1) สิ่งที่มีอยู่เดิม (Prototype) นั้นก็คือความรู้เดิมของนักเรียนหรือสิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้ว 2)ความท้าทายในในการออกแบบกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสนใจอยากเรียนรู้ และ 3) การวัดและประเมินผลต้องเป็นการประเมินผู้เรียนตามภาพจริง (Authentic Assessment) และครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะแนวทาง (Guide/coach) ผู้อำนวยความสะดวก(Facilitator)เพื่อส่งเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้เองด้วยการปฏิบัติจริง (Learning by doing) และนักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง

References

Dejarnette. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. Education, 133(1), 77–84.

Gan Teck .H. (2019). Enhancing Primary Mathematics Learning in the STEM Environment. Regional Centre for Education in Science and Mathematics. Penang, Malaysia.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). Handbook for STEM Education in primary and secondary Education Level. Bangkok: BOWT print House.

Intalapaporn , C. Patphol, M. Wongyai, W. and Pumsa-ard, S. (2015). " kān̄čhatkān̄ rīan kān̄soṇ tām̄ nǣothāng sa tem suksā̄" [The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students]. E-Journal Silpakorn University. 8,1 (January - April) : 62-74.

Louis S. Nadelson & Anne L. Seifert (2017) Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future, The Journal of Educational Research.

Micah S, Tamara J, Gillian H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. Journal of ore-College Engineering Education Research. Vol.2 :Iss.1, Article4.

Nuangchalerm, .P (2018). "satem suksā̄ kap satai kān̄ rīanrū tām̄ nǣokhit Kolb" [STEM education and Kolb's learning styles]. Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences), [S.l.], v.11,n.2, p.11-17

Panit, W. (2012). "withī sāng kān̄ rīanrū phūa sit nai satawat thī yīsip ̒et" [A way to create learning for students in the 21st century], Bangkok: Mu nnithisotsi -salittwong.

Saengpromsri P, Nuangchalerm P, Piyanete P.(2015). "kān̄prīapthīap phon thān̄gkān̄ rīan thaksa krabūankān̄ thāng witthayāsāt khan sūng læ čhētakhati to ̣ kān̄ rīan khemī khoṇg nakrīan chan matthayommasuksā̄ pī thī hā̄ thī dai rap kān̄čhatkān̄ rīanrū sa tem suksā̄ kap kān̄ rīan bǣp pakati" [Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods]. Journal of Education, Mahasarakham University. Volume 9.p 401-418.

Suwitida, J. (2018). "thaksa kān̄ rīanrū nai satawat thī yīsip ̒et"[The Twenty-Fist Century Skills]. Faculty of Education, Chulalongkorn University.Thailand. Online: http://www.trueplookpanya.com/blog/content/66054/-teaartedu-teaart-teaarttea

Vasquez, Jo A. (2013). Presentation to IPST Staffs. Bangkok. Thailand

Wanintorn, S. (2018). “kān̄chatkān rianrū khanittasāt tām nǣothāng sa tem suksā : withīkān khwām wang læ khwām thāthāi”[Mathematic Learning Based on STEM Education: Approach, Expectation, and Challenge]. Journal of Education Naresuan University,Vol.20 No.4,302-315