วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2562

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้
STEM Education with Learning Management

ศิริพร ศรีจันทะ, พีรภัฏ รุ่งสัทธรรม และ ประดิษฐ์ วิชัย
Siriporn Srichantha[1], Peerapat Roongsattham[2] and Pradit Wichai[3]

บทคัดย่อ

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้การศึกษาเปลี่ยนแปลงไป ในทุกระดับชั้นเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในแสวงหาความรู้และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ที่ดีย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีด้วย ซึ่งผู้สอนนั้นจะเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผู้สอนที่สอนอย่างมีหลักการมีความรู้และ มีทักษะ ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายและคุณค่าต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์ คุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนต่อไปในชั้นสูงขึ้น เกิดการเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคต การเพิ่มมูลค่า และการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้

[1] อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
[2] อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
[1] Lecturer in Mathematics of Faculty of Education, Loei Rajabhat University
[2] Lecturer in Biology of Faculty of Science, Prince of Songkla University
[3] Assistant Professor of Mathematics of Faculty of Education, Loei Rajabhat University

Abstract

The development of science, technology influenced in educational change. All levels emphasized on their' higher order thinking skills, as well as developing students' communication skills using technology as a tool for inquiry and acquisition of social skills. Integration of all subjects and learning, both in classroom and real life, Learning good Inevitably cause learning well. The teacher is a person who has a role in the students learning. Teachers with the knowledge and skills, is the primary trend in education to make learning meaningful to students. As a result, students would realize the value of their studies and could apply their knowledge to their everyday life and their continuing study, which would enlarge more job opportunity in the future, add more value, and build more national economy.

Keywords: STEM Education, Learning Management

บทนำ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กำลังได้รับความสนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาเทคโนโลยี เข้าด้วยกันซึ่งรวมเรียกว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556ก; Lantz, 2009; Breiner et al., 2012) ซึ่งโดยที่วิชาทั้งสี่ในสะเต็มศึกษานี้ล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สังคมตั้งอยู่บนฐานของความรู้และเต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่นับวันยิ่งเจริญก้าวหน้าขึ้นไป (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556ข) เพราะในอดีตการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาเทคโนโลยี เป็นการเรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างอิสระเปรียบเสมือนกับขนม

ชั้นแต่ละชั้นจะเรียงกันเป็นชั้นๆ อย่างเป็นระเบียบแต่ก็ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ บทความนี้เขียนขึ้นโดยมุ่งนำเสนอสาระสำคัญ 11 ประเด็นคือ 1) ความหมายของสะเต็มศึกษา 2) องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา 3) ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 4) ข้อดีของสะเต็มศึกษา 5) ความหมายของการจัดการเรียนรู้ 6) ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ 7) สะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ 8) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 9) แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา 10) ประโยชน์จากสะเต็มศึกษา สู่การจัดการเรียนรู้ 11) ตัวอย่างของสะเต็มในชีวิตประจำวัน 12) มุมมองด้านคุณลักษณะ (Characteristic) ของบทเรียนแบบสะเต็ม

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทางานจริงหรือ ในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ (Dejarnette, 2012; Wayne, 2012; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012)

2. องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบของ STEM Educationดังนี้ (Dejarnette, 2012; Wayne.2012; Breiner et al., 2012; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่าง ศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

T : Technology

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

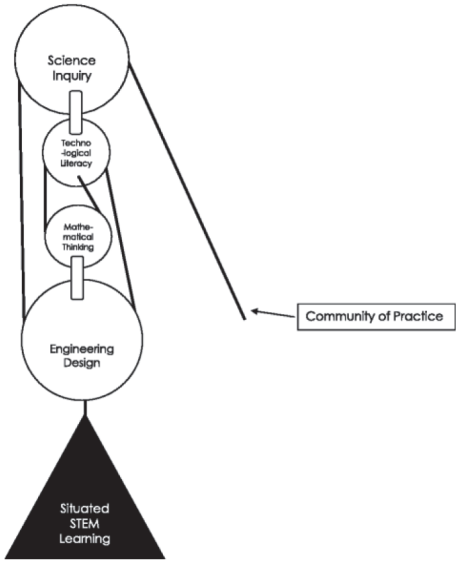
E : Engineering

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

M : Mathematics

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่าเล็กกว่า ใหญ่กว่า ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

ทั้ง 4 ศาสตร์ที่กล่าวมาจะนำมาบูรณาการ ซึ่งจะแสดงให้เห็นกรอบแนวคิดสำหรับการบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 conceptual framework for integrated STEM education (Kelley and Knowles, 2016)

3. ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

ทฤษฎี Constructionism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ ซีมัวร์ เพเพอร์ท (Seymour Papert) อาจารย์สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology)

แนวความคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของ

ตนเอง ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี และยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ขวัญใจ เชิดชู, 2557)

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้าง สติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสองของผู้เรียนอยู่แล้ว (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการ เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียน การสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจ เรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่ 2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน 3) ผู้สอนควรใช้ Advance Organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน 4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการจัดเรียบเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ 5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่ๆ

ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และ การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริม

ความคิด สร้างสรรค์ของผู้เรียน 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน 6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

4. ข้อดีของสะเต็มศึกษา

ในการรวมศาสตร์ทั้ง 4 เข้าด้วยกัน (STEM Integration)

1) ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning)

2) ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้นผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3) ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดี

4) ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ข้ามศาสตร์ได้

5) ผู้เรียนเห็นความสำคัญของ “วิศวกรรมศาสตร์” มากยิ่งขึ้น

5. ความหมายของการจัดการเรียนรู้

กู๊ด (Good, 1975) ได้อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้คือ การกระทำอันเป็นการอบรมสั่งสอนผู้เรียนในสถาบันการศึกษา

วิชัย ประสิทธ์วุฒิเวชช์ (2542) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบระเบียบคลอบคลุมการคำเนินการ ตั้งแต่การวางแผน การจัดการเรียนรู้ จนถึงการประเมินผล

สุมน อมรวิวัฒน์ (2533) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่มีสิ่งต่อไปนี้เกิดขึ้น ได้แก่ มีความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้น ระหว่างผู้สอนกับ ผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์และการมีปฏิสัมพันธ์ก่อให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ใหม่นั้นไปใช้ได้

ฮิลล์ (Hills, 1982) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าการจัดการเรียนรู้คือกระบวนการให้การศึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

ฮู และ ดันแคน (Hough and Duncan, 1970) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า กิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์เพื่อสนับสนุน

ให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่างๆ 4 ด้านดังนี้

การจัดการหลักสูตร (Curriculum)

การจัดการเรียนการสอน (Instruction)

การวัดผล (Measuring)

การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation) หลังการเรียนการสอน

สรุปความหมายของการจัดการการเรียนรู้ไว้ว่าการจัดการการเรียนรู้หมายถึง การเรียนรู้ที่สร้างประสบการณ์เพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องหรือการพัฒนาเรียนในทุกด้านซึ่งต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และนำไปใช้ได้

6. ลักษณะของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งหมายความว่าการจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านความรู้ความคิด หรือด้านพุทธพิสัย

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ หรือด้านทักษะพิสัย

2.3 ด้านเจตคติหรือด้านจิตพิสัย

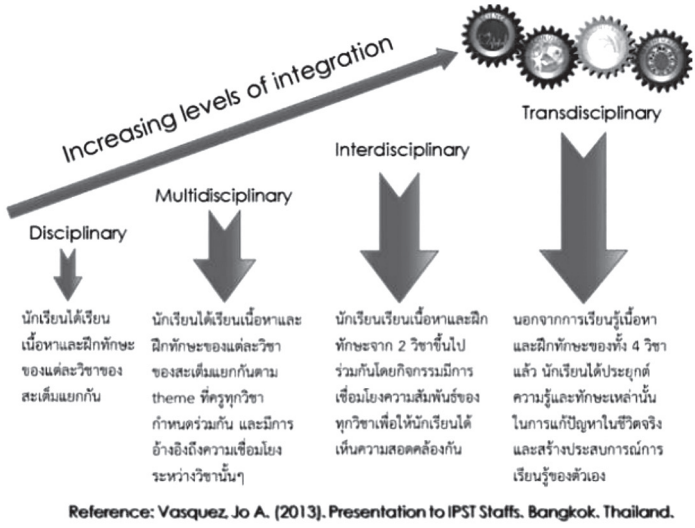
3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอนซึ่งหมายความว่าการจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ หรือไม่นั้นต้องอาศัยความรู้ความสามารถของผู้สอนทั้งด้านวิชาการ (ศาสตร์) ทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) เป็นสำคัญ

7. สะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาก็ยังได้มีบูรณาการศาสตร์อื่นประกอบเพื่อให้การจัดการศึกษา สะเต็มศึกษานั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา สะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ทำให้ทำให้

ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์และความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555 อ้างถึงใน พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยวคุณธรรม จริยธรรม ที่เป็นองค์ประกอบส่วนสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี

สะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการเพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ ทั้งนี้ ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ disciplinary, multidisciplinary integration, interdisciplinary integration และ transdisciplinary integration ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Increasing levels of integration
ที่มา: Vasquez, J. A., Snelder, C. & Comer, M. (2013)

การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระติบข้าว โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น เมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ theme ของปัญหากว้างๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของนักเรียนการจัดการเรียนรู้แบบ problem/ project based learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาแบบนี้ หากพิจารณาการใช้กระติบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษาครูสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาโดยกำหนดกรอบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพของกระติบข้าวโดยกำหนดเป็นสถานการณ์ เช่น การใช้กระติบข้าว

ในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระติบข้าวเพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระติบมีผลให้ทำความสะอาดยาก และผู้เรียนต้องออกแบบกระติบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระติบข้าวมีคุณสมบัติการลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแก่ผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา *(Problem* Identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ แนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการ แก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนา วิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

9. แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึง ความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางการวัดและ ประเมินผลมีดังนี้ (สสวท. 2558) 1) การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียน แสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้อง กับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียนได้ 2) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของผู้เรียน ประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียง กับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจาก กระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนการประเมิน ความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

10. ประโยชน์จากสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้

เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มศึกษา

จะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558; กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, 2559) มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

11. ตัวอย่างของสะเต็มในชีวิตประจำวัน

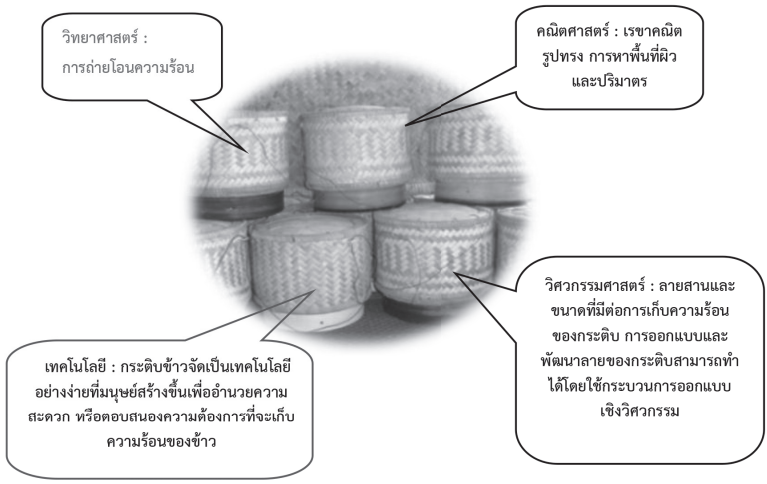
- กระติบข้าว
- สบู่สมุนไพรแฟนตาซี
- ปั้นข้าวจี่ ฝีมือหนู

สะเต็มในชีวิตประจำวัน : กระติบข้าว

STEM in daily life : bamboo rice container

Interdisciplinary: กระติบข้าว

- วิทยาศาสตร์ - เรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน
- คณิตศาสตร์ - เรียนเรื่องการหาพื้นทีและปริมาตรของรูปทรงต่างๆ
- วิทยาศาสตร์ - นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระติบข้าว (ทดลองและเก็บข้อมูล)
- คณิตศาสตร์ - นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลอง
- เทคโนโลยี - ทดลองออกแบบและสร้างลายสานที่เก็บความร้อนได้นาน
- วิศวกรรม - ออกแบบรูปทรงของกระติบที่เก็บความร้อนได้นาน



ภาพที่ 3 สะเต็มในชีวิตประจำวัน

ที่มา : http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/05/STEM-Education2.pdf

Transdisciplinary : กระติบข้าว

ปัญหา

ปัจจุบันในร้านอาหารอีสานหรือเหนือมีการใช้กระติบข้าวเป็นภาชนะใส่ข้าวเหนียว โดยใส่ข้าวเหนียวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระติบข้าวเพื่อไม่ให้ข้าวเหนี่ยวติดค้างที่กระติบซึ่งทำความสะอาดยาก แต่หน่วยงานต่างๆ กำลังรณรงค์การลดปริมาณถุงพลาสติกลงเพราะปัญหาขยะพลาสติกนับวันยิ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม จากปัญหานี้เราจึงต้องการออกแบบกระติบข้าวหรือหาวิธีการที่จะทำให้ ข้าวเหนียวไม่ติดกระติบข้าวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก

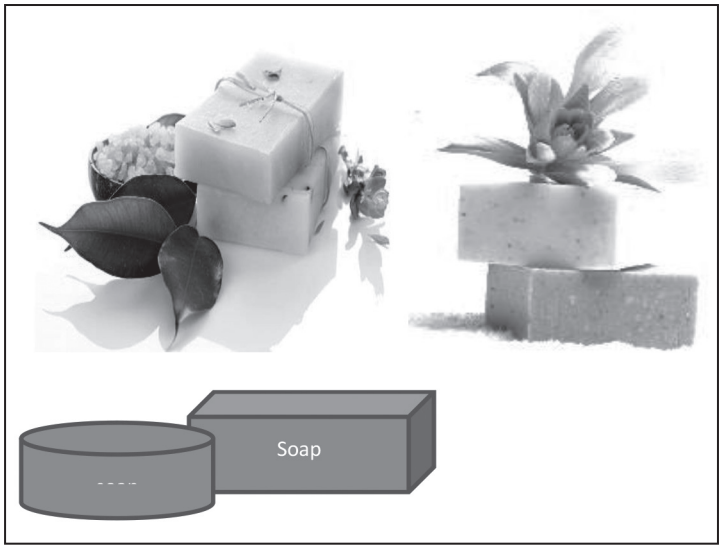
สะเต็มในชีวิตประจำวัน: สบู่สมุนไพรแฟนตาซี

จุดประสงค์

1. อธิบายถึงประโยชน์ของพืชสมุนไพรท้องถิ่น
2. ออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพร

ระดับชั้น ม.1
เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง
เนื้อหาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

วิทย์-พืช สารละลาย
คณิตศาสตร์-อัตราส่วน รูปทรงเรขาคณิต
การงาน-การออกแบบเทคโนโลยี งานประดิษฐ์ งานอาชีพ
ภาษาไทย-การรายงาน การนำเสนอ



ภาพที่ 4 สบู่สมุนไพรแฟนตาซี
ที่มา: https://soap291.files.wordpress.com/2016/04/b61.jpg

สะเต็มในชีวิตประจำวัน: ข้าวจี่

โครงงาน ปั้นข้าวจี่ ฝีมือหนู (โดย อาจารย์กษมาพร เข็มสันเทียะ) ช่วงเดือนสาม ภาคอีสานของเรามีประเพณีบุญข้าวจี่ กิจกรรมนี้ขึ้นเพื่อให้เด็กเรียนรู้สิ่งรอบตัวให้ลึกซึ้งขึ้น

กิจกรรมนำเข้าสู่โครงงาน

ระยะแรกเชิญวิทยากรภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเล่าตำนานบุญข้าวจี่ให้เด็กฟัง จากนั้นให้เด็กๆ ตั้งคำถามที่อยากรู้เพื่อนำไปทำหัวข้อโครงงาน

ระยะสองเป็นกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ครูกระตุ้นให้เด็กวางแผนเรียนรู้ด้วยตัวเอง ให้เด็กๆ แบ่งกลุ่มตามความสนใจกลุ่มที่หนึ่ง ข้าวจี่ใส่อะไรบ้าง กลุ่มที่สอง ข้าวจี่มีประโยชน์อย่างไร กลุ่มที่สาม ข้าวจี่ทำอย่างไร

ภาพที่ 5 การทำข้าวจี่
ที่มา: https://oomnoyoslo.wordpress.com/tag/วิธีทำข้าวจี่/

กิจกรรมระยะสาม คือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้สื่อสารเด็กจะนำเสนอความรู้ที่ค้นพบซึ่งผ่านการลองผิดลองถูกมาหลายครั้ง เช่น ใส่เกลือเยอะไป ใส่ไข่เยอะไป เป็นอย่างไร นักเรียนจะรู้ปัญหาแล้วสามารถแก้ไขปรับปรุงผลงานของเขา

การประเมินผล

สังเกตจากกิจกรรมที่เด็กทำการบันทึกคำถาม คำตอบ บันทึกภาพผลงานหรือสิ่งต่างๆ สามารถแสดงบทบาทสมมุติได้ นำเสนอผลงานเป็นนิทรรศการ และได้เชิญผู้ปกครอง เพื่อนๆ มาชิมข้าวจี่ฝีมือเขาเอง

บูรณาการหลายศาสตร์

เด็กได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากรูปทรงของข้าวจี่ ปั้นเป็นรูปวงกลม สามเหลี่ยม หัวใจ การออกแบบเป็นศาสตร์ด้านวิศวกรรม ส่วนด้านวิทยาศาสตร์คือกระบวนการ

ทำงานทั้งหมด การตั้งคำถาม การสืบเสาะหาความรู้ การสังเกตการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอผลงาน ด้านเทคโนโลยีเน้นการนำสิ่งใหม่ๆ เข้ามาใช้ เช่น การนำเตาปิ้งไฟฟ้ามาใช้แทนเตาถ่านเพื่อลดเขม่าควันและควบคุมความร้อน นอกจากนั้นคือเรื่องคุณธรรมจริยธรรม เด็กๆ รู้จักแบ่งปันข้าวจี่กับเพื่อนๆ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันจากการทำงาน รู้จักแบ่งหน้าที่ ที่สำคัญเราเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่ห้องเรียน

12. มุมมองด้านคุณลักษณะ (Characteristic) ของบทเรียนแบบสะเต็ม ซึ่งได้เสนอแนวคิดไว้ 6 ประการ (Jolly, 2014) คือ

1. บทเรียน STEM มุ่งเน้นในประเด็นที่เป็นปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน (Real-worldissues and Problems) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในประเด็นนี้ กระบวนการแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นหัวใจสำคัญ โดยการกำหนดให้ผู้เรียนได้ออกแบบการแก้ปัญหาที่ยกตัวอย่างจากประเด็นที่เกิดขึ้นจริง เช่นปัญหา ขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค จากการเกิดปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นอยู่ในขณะนี้

2. บทเรียน STEM มีกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นแนวทางหลักของการดำเนินกิจกรรม โดยทั่วๆ ไป ได้แก่ ขั้นตอนกำหนดปัญหา หาที่มา พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาวิธีต่างๆ พัฒนาและสร้างต้นแบบทดสอบและประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

3. บทเรียน STEM ให้ความสำคัญหรือเน้นไปที่การได้ลงมือปฏิบัติของนักเรียนในการสืบเสาะ ค้นหารายละเอียด และการสำรวจอย่างเปิดกว้าง หัวใจสำคัญของการเรียนรู้ อยู่ที่การเปิดกว้างทางความคิดในการแก้ปัญหา ภายใต้ข้อจำกัด เช่น การมีวัสดุที่จำกัด สถานการณ์จำกัดเป็นต้น นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง อยู่บนฐานของการทำงานแบบร่วมมือร่วมใจ การตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่นักเรียนกำหนดไว้ นักเรียนจะต้องสื่อสาร แบ่งปันความคิด และออกแบบต้นแบบที่จำเป็น

4. บทเรียน STEM จะเกี่ยวข้องการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิผลของนักเรียนเพื่อการสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

5. บทเรียน STEM จะต้องนำเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาเชื่อมต่อและบูรณาการเพื่อการแก้ปัญหาในโจทย์ที่ได้รับ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรมีการวางแผนที่จะทำงานร่วมกัน กับทั้งคณิตศาสตร์และ/หรือวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้รับข้อมูลเชิงลึก ว่าวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสามารถผสมผสานกันในบท

เรียนที่ได้รับ จากนั้นจะทำให้นักเรียนได้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไม่ได้แยกจากชีวิตจริง แต่จะทำงานร่วมกันในการแก้ปัญหาเป็นต้น

6. บทเรียน STEM อนุญาตให้มีคำตอบที่ถูกได้หลายอย่าง และการแก้ไขความผิดพลาด/ล้มเหลวเป็นส่วนที่จำเป็นของการเรียนรู้ ซึ่งในกระบวนการทดลองหรือการทำงานอาจเป็นการยื่นยัน หรือหักล้าง

บทสรุป

สังคมโลกในขณะนี้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเทคโนโลยี ด้านการสื่อสารซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายทอดข้อมูลใหม่ๆ หมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด วิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการค้าที่แข่งขันกันทั่วโลก และทางด้านการจัดการศึกษา เช่นกันที่เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยีการสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชาความท้าทาย และความสร้างสรรค์

เอกสารอ้างอิง

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 18*(4).

Klomim, Kamolchart. (2016). Learning Management Based on STEM Education for Student Teachers. *Journal of Education Naresuan University, 18*(4).

ขวัญใจ เชิดชู. (2557). *นวัตกรรมทางการศึกษา STEM Education.* สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2556. จาก http://kwanjaicherdchoo.blogspot.com/2014_09_01 archive.html

Cherdchoo, Kwanjai. (2014). *Educational InnovationSTEM Education.* Retrieved September 15, 2016, from http://kwanjaicherdchoo.blogspot.com/2014_09_01_archive.html

ทรูปลูกปัญญา. (2557). *ปั้นข้าวจี่ ฝีมือหนู*. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2559 จากhttp://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/news/19493

Trueplookpanya. (2557). *Pun khao jee Fee mu nu*. Retrieved September 25, 2016, from http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/news/19493

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร, 33*(2).

Siriphatthachai, Porntip. (2013). STEM Education and 21st Century Skills Development. *Executive Journal, 33*(2).

พลศักดิ์ แสงพรมศร. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาสารคาม. 9* (ฉบับพิเศษ).

Sangpomsorn, Pollasuk. (2015). 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, 9*(Special Edition).

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556ก). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education.* สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2556 จาก http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary

Thananuwong, Ruksapol. (2013a). *Report Workshop of STEM Education.* Retrieved September 15, 2013, from http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556ข). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 41*(182).

Thananuwong, Raksapol.(2556ข). Learning Global Warming by integration STEM Education. *The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 41*(182).

วารุณี หนองห้าง. (2553). *ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองห้างพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติของ บรูเนอร์.* (การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

วิชัย ประสิทธ์วุฒิเวชช์ (2542). *การพัฒนาหลักสูตรสานต่อที่ท้องถิ่น.* กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟ เพรส.

Prasitwutthiwat, Wichai. (1999). *The curriculum development the local on carry*. Bangkok: loveandlip press

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.

National STEM Education Center. (2015). *Manual network STEM Education.* Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. Ministry of Education. (in Thai)

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Sumalee Chaijaroen. (2008). *Instructional design: Principles and theories to practice*. Khon Kaen : KhonKaen University.

สุมน อมรวิวัฒน์ (2533). สมบัติทิพย์ของการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Sumul Amornwiwat. (2533).

Breiner, J.M., Carla, C.J., Harkness, S. S., & Koehler, C.M. (2012). “What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships”. School Science and Mathematics, 112 (1).

Dejarnette. (2012). “America’s children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives”. *Education, 133*(1), 77-84.

Good, C.V. (1975). *Dictionary of Education*. New York: McGraw- Hill Book.

Hills, P.J. A .(1982). *Dictionary of Education.* London: Routledge & Kegan Payi.

Hough,John B. and Duncan, Jam'es K. 1970. *Teaching description and analysis*. Addison-Westlu.

Jolly, A. (June 17, 2014). Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week Teacher,* Retrieved September 19, 2016, from http://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_ jolly_ stem.html?intc=mvs%20

Lantz, H. B. (2009). *Sicence, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?*. Retrieved on March 12, 2014, from https://dornsife.usc.edu /assets/ sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf

Todd R. Kelleyand J. Geoff Knowles. (2016).A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal ofSTEM Education*, Retrieved September 25, 2016, from https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0046-z

Vasquez, J. A., Snelder, C. & Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Grades 3-8.

Wayne, C. (2012). *What is S.T.E.M. and why do I need to know?*. Retrieved September 20, 2016, from https://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1