การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
Learning Management by using STEM Education to Promote Creative Problem - Solving Thinking

อารยา แก้วบัวดี[1] และจินตนา ศิริธัญญารัตน์[2]

[1]โรงเรียนบ้านหนองกระดี่ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
[2]อาจารย์ ดร., กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
yuyeeyuriyui@gmail.com and s_nujin@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยสังเคราะห์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนสืบเสาะหาความรู้ (5Es) 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) การจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นระบุปัญหาและค้นหาแนวทาง 3) ขั้นวางแผน ออกแบบและดำเนินการ 4) ขั้นสรุปผลและขยายความรู้ และ 5) ขั้นนำเสนอและประเมินผล นำเสนอตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Abstract

This article presents the concept of learning management by using STEM education to promote creative problem- solving thinking. By synthesis the process of learning 3 process 1) Inquiry -Based Learning 2) Problem based Learning 3) Engineering Learning Management. There were 5 stage present the learning management by using STEM education, 1) Create interest 2) Identify problems and find solutions 3) Plan, Design and Implement 4) Summary stage and expanding knowledge and 5) Presentation and evaluation. The examples of science-based learning activities to promote creative problem- solving thinking.

Keywords: learning management, STEM education, creative problem-solving thinking

1. บทนำ

มิติแห่งการเรียนในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมและสังคมของมนุษย์ จึงทำให้แนวคิดในการจัดการศึกษานั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมและพัฒนาทักษะพื้นฐาน สำหรับผู้เรียนได้มีทักษะ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งทักษะหนึ่งที่ควรเกิดกับผู้เรียนจากการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (21st student outcome) คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ 1) การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา 2) การสื่อสาร 3) การร่วมมือ และ การคิดสร้างสรรค์ (The Partnership for 21st Century Skills, 2009) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในช่วงที่ผ่านมายังไม่เอื้อต่อการเรียนรู้มากนัก ในปัจจุบันจึงมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติจริง จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เข้าสู่สังคมในโลกแห่งอนาคตที่ต้องการทั้งคนที่มีความรู้ ความสามารถและมีทักษะที่สำคัญในการปฏิบัติงาน โดยในส่วนของผู้ปฏิบัติการเช่นครูอาจารย์ก็มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนสอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนและให้ผู้เรียนมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ครูผู้สอนได้นำวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นี้

แนวคิดสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เพื่อให้การจัดการศึกษาตามแนวสะเต็มศึกษาพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน จึงมีการบูรณาการศิลปะ (Art: A) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมากยิ่งขึ้น (Dajarnette, 2012; Breiner, Harkness & Koehler, 2012) และจากนโยบายตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ที่มุ่งเน้นการใช้ฐานความรู้และระบบคิดใน 5 ศาสตร์สำคัญที่ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาระบบการเรียนรู้เป็นเชิงบูรณาการที่เน้นการลงมือปฏิบัติ มีการสะท้อนความคิด ทบทวนไตร่ตรอง (Reflection) มีการใช้และพัฒนาเทคโนโลยีผสมผสานในการเรียน (สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ปัจจุบันนี้ความสำคัญของสถานการณ์สะเต็มศึกษาในประเทศไทยเริ่มเข้ามามีบทบาท โดยสถาบันทางการศึกษาได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเข้ามาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เห็นความสำคัญและศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาให้ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 ได้ โดยเฉพาะทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะของผู้เรียนที่สำคัญ เพราะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ละเอียดซับซ้อน ใช้กระบวนการหลาย ๆ ประเภทผสมผสานกัน (Johnson, 2009) ในการจัดการเรียนรู้ทุกระดับ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ เป็นทักษะที่ใช้ในการค้นคว้าการแก้ปัญหาและการผลิตชิ้นงานเชิงสร้างสรรค์ สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ สร้างผลผลิตที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต และเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศอย่างมั่นคงในศตวรรษที่ 21 ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2557) ซึ่งการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ สามารถทำให้คนและเยาวชนเป็นคนเก่งขึ้นมาได้ด้วยกระบวนการนี้ (Parnes, 1992) ในบทความนี้จึงมุ่งนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยนำเสนอตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางสำหรับพัฒนาผู้เรียนระดับประถมศึกษา

2. การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem-solving) นับเป็นการแก้ปัญหาอีกลักษณะหนึ่งซึ่งเกิดจากความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ดังต่อไปนี้การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem-solving)

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2553) กล่าวว่า ความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น โดยมีอิสรภาพทางความคิด

Mitchel & Kawalik (1999) ได้กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการคิดและการแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งโดยผลของการคิดแก้ปัญหาพิสูจน์ได้จากการลงมือปฏิบัติ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การสร้างสรรค์ (Creative) ปัญหา (Problem) และการแก้ไข (Solving)

Isaksen, Dorval & Treffinger (2000) กล่าวไว้ว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เป็นกรอบการใช้สำหรับการจัดระเบียบเครื่องมือเพื่อช่วยในการพัฒนาและออกแบบผลงานใหม่ ๆ

Treffinger, Isakan & Dorval (2005) ได้ให้ความหมายของคำว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ว่าเป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาและการจัดการเปลี่ยนแปลงอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้

จากการศึกษาความหมายของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ผลของการคิดแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียน และมีกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการประยุกต์เชื่อมโยงความรู้ จินตนาการ และแนวคิดใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา

2.1 กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สำหรับขั้นตอนของการคิดปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้มีนักวิชาการทางการศึกษา สรุปขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Guilford (1967) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) 3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) 4) ขั้นตรวจสอบผล (Verification) และ 5) ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication)

Parnes (1992) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบจุดมุ่งหมาย 2) การหาข้อมูลความจริง 3) การค้นหาปัญหา 4) การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา 5) การค้นหาคำตอบ และ 6) การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ

Treffinger (Treffinger, Isaksen & Dorval, 2005) ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ความเข้าใจท้าทาย (Understanding the Challenges) คือการตรวจสอบ ชี้แจง กำหนดเป้าหมายหรือความท้าทายในการแก้ปัญหา 2) การหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Generating Idea) คือการสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา 3) การเตรียมการแก้ปัญหา (Preparing for Action) คือการสำรวจวิธีการที่ทำให้ทางเลือกที่สร้างขึ้นเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาจริงและเตรียมการลงมือปฏิบัติ 4) การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) คือการพิจารณาแนวคิดแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติ

จากกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นหาปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา 3) การเลือกกลวิธีและออกแบบในการแก้ปัญหา และ 4) นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งมีนักวิจัยที่สนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังเช่นงานวิจัยของ Certinkaya (2014) ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและความคิดสร้างสรรค์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ จินตนา ศิริธัญญารัตน์ (2556) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดเชิงวิพากษ์และ

จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นในช่วงเวลาระหว่างเรียน และด้านการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตาม

แนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความสามารถใน

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 องค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งการรับรู้ของผู้เรียนและความคิดที่ผู้เรียนได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญกว่าความรู้ที่ครูผู้สอนหยิบยื่นให้ (Baroody, 1993 ; Krulik & Rudnick, 1993) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 ความสามารถในการทำความเข้าใจในปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาในการเชื่อมโยงความรู้กับปัญหาที่เผชิญหน้าอยู่ การเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น

2.2.2 ทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วได้อย่างเหมาะสม

2.2.3 ความสามารถในการให้เหตุผล ในขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญหา

2.2.4 ความยืดหยุ่น นักแก้ปัญหาที่ดีอาจต้องมีการยืดหยุ่นในความคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบที่คุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เสมอ

2.2.5 ความรู้พื้นฐาน ผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความรู้พื้นฐานและสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้สามารถแก้ปัญหาที่พบได้

2.2.6 ระดับสติปัญญา ผู้เรียนที่มีสติปัญญาสูง ก็จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ

2.2.7 วิธีการสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematic: M) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ในทุกศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ นอกจากนี้ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dajarnette, 2012; Breiner, Harkness & Koehler, 2012) โดยมีพื้นฐานแนวคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านมาจากทฤษฎีพิพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่เชื่อว่าเด็กเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือกระทำ เด็กเรียนรู้ได้ดีจากการทำโครงงาน การแก้ปัญหา การทำงานคนเดียวและการทำงานเป็นกลุ่ม ทั้งนี้ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้

2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือแก้ไขสถานการณ์ที่ผู้สอนได้กำหนดขึ้น

3. มีกิจกรรมที่กระตุ้นการเรียนรู้แบบ active learning ของผู้เรียน รู้จักประยุกต์วิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย (Vasquez, Sneider & Comer, 2013)

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้

5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ประยุกต์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนในแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิด และการทำงานสอดคล้องกับโลกที่เปลี่ยนแปลงไป มีหลายรูปแบบ ดังนี้

4.1 การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) Bybee, Taylor, Gradner, Scotter, Powell, Westbrook & Landers (2006) กล่าวว่า เป็นกระบวนการที่นิยมใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูจะนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการทำกิจกรรมที่ลงมือทำหรือแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การอธิบายผล (Explain) เป็นขั้นที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียนและครูผู้สอน ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน โดยการประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลายและต่อเนื่อง

4.2 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based Learning) Steplen & Gallagher (1983, อ้างถึงในวัชรา เล่าเรียนดี, 2556) ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ขั้นที่ 1 เข้าสู่ปัญหาและนิยามปัญหา (Encountering and Defining the problem) ผู้เรียนจะได้รับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ให้อ่านวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ขั้นที่ 2 หาข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data Collection) ประเมินข้อมูลและนำไปใช้เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาที่ชัดเจนจากข้อ 1 และขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ (Synthesis and Performance) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างหรือกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

4.3 การจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม National Research Council (2012) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) คือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) คือ ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีหลากรูปแบบและหลายกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้เขียนได้สังเคราะห์และสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่สังเคราะห์ขึ้น	การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) (Bybee, et.al.,2006)	การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Steplen & Gallagher, 1983, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2556)	การจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ	ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ	-	-
ขั้นที่ 2 ระบุปัญหาและค้นหาแนวทาง	-	ขั้นที่ 1 เข้าสู่ปัญหาและนิยามปัญหา ขั้นที่ 2 หาข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนออกแบบและดำเนินการ	ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา	ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่สังเคราะห์ขึ้น	**การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) (Bybee, et.al.,2006)**	**การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Steplen & Gallagher, 1983, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2556)**	**การจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม**
ขั้นที่ 4 สรุปผลและการขยายความรู้	ขั้นที่ 3 การอธิบายผล ขั้นที่ 4 การขยายความรู้	-	ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
ขั้นที่ 5 นำเสนอและประเมินผล	ขั้นที่ 5 การประเมินผล	-	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5. ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง จักจั่นในป่าใหญ่

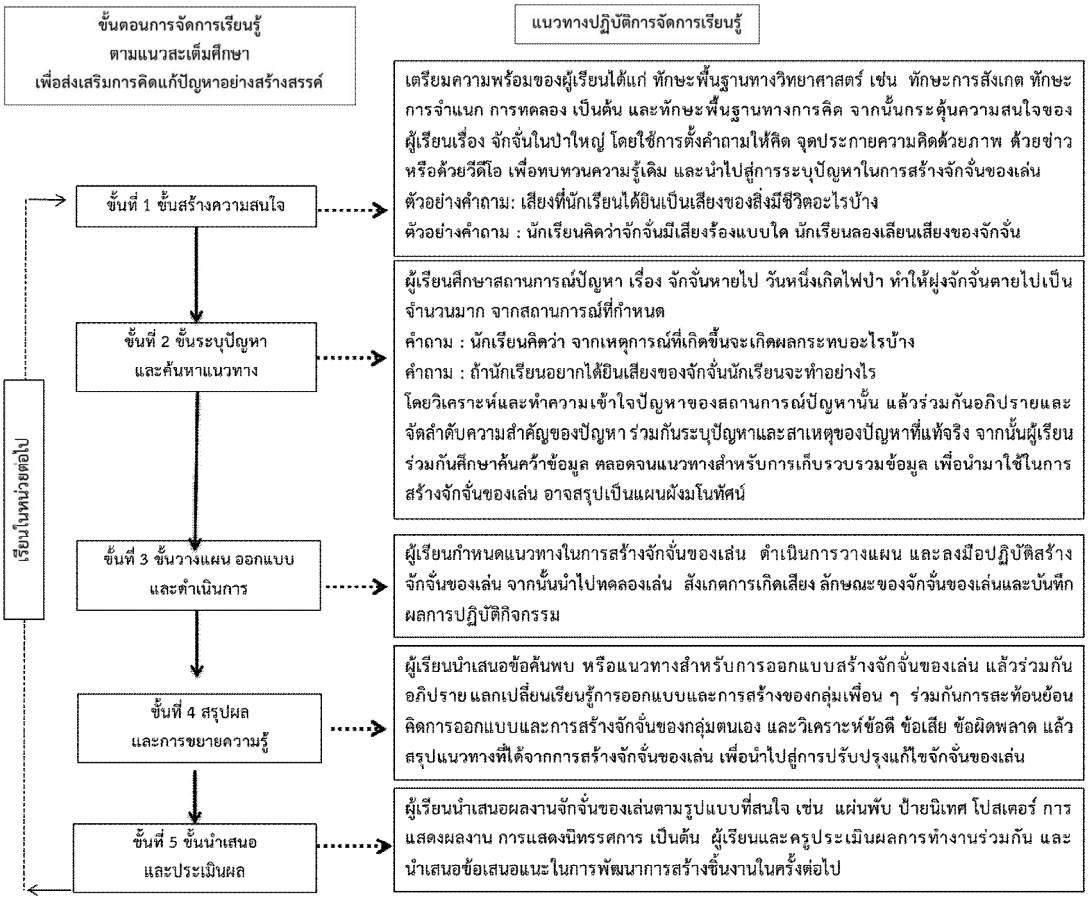
จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้เขียนได้สังเคราะห์ขึ้นมี 5 ขั้นตอน ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง จักจั่นในป่าใหญ่ ได้ดังนี้

สาระวิทยาศาสตร์ การสั่นของเสียง และการกำเนิดเสียง เมื่อเหวี่ยงจักจั่นของเล่น เส้นเอ็นกับยางสนที่เคลือบอยู่บนไม้เสียดสีกันเกิดเป็นเสียง เมื่อสั่นมาก ๆ เสียงก็จะดังขึ้นเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะมองเห็นและรับรู้ถึงการสั่นได้

สาระคณิตศาสตร์ ในขณะที่ผู้เรียนเรียนรู้การจำแนกเสียงสูง-ต่ำ เสียงดัง-เสียงค่อย ผู้เรียนจะสามารถสร้างสรรค์จักจั่นตามแบบของตนเอง โดยใช้หลักการวัดและเปรียบเทียบขนาดของวัสดุ ความยาวของวัสดุ

การเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีและวิศวกรรม ไม่ได้เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีและวิศวกรรม แต่การศึกษาว่าเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร การจัดการเสียงและการบันทึกเสียงเป็นสาขาที่สำคัญของเทคโนโลยีและวิศวกรรม

จากสาระการเรียนรู้ข้างต้น นำมาสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

6. บทสรุป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 พัฒนาผู้เรียนในความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งทักษะการคิดต่าง ๆ อาทิ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองจากการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์นำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ซึ่งกระบวนการในการจัดการเรียนรู้อยู่ 5 ขั้น คือขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ขั้นที่ 2 ขั้นระบุปัญหาและค้นหาแนวทางเป็นขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา รวมทั้งค้นหาแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน ออกแบบและดำเนินการ ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและขยายความรู้เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันเพื่อวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อย และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอและประเมินผล ซึ่งบทความนี้ได้นำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและนำเสนอตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการนำการจัดการเรียนรู้ไปพัฒนาและส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาได้

7. เอกสารอ้างอิง

จินตนา ศิริธัญญารัตน์. (2556). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการยุทธศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.** ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตมหาวิทยาลัยนเรศวร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2557). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่21.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรา เล่าเรียนดี . (2556). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด.** คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). **ร่างยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579).** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2553). **การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ไอ.คิวบุ๊คเซ็นเตอร์.

Baroody, A.J. (1993). **Problem Solving Reasoning and Communication K-8 Helping Children Think Mathematically.** New York: Macmillan**.**

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 Partnerships.** School Science and Mathematics, 112(1), 3-11.

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gradner, A., Scotter, P.V., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landers, N. (2006). **The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness.** A Report Prepared for the office for Science Education and National Institutes of Health. USA.

Cetinkaya, C. (2014). The effect of gifted student's creative problem solving program on creative thinking. **Procardia Social and Behavioral Science.** 5(116), 565-573.

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

Guilford, J.P. (1967). **The Nature of Human Intelligenc**e. New York: McGraw-Hill Book Company.

Isaksen, S.G., Dorval, K. B. & Treffinger, D. J. (2000). **Creative approaches to problem solving: A framework for change.** Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt.

Johnson, D.M. (2009). **Systematic introduction to the psychology of thinking**. 2nd ed. New York: Harper & Row.

Krulik, S. & Rudnick, J.A. (1993). **Reasoning and Problem-solving: A Handbook for Elementary School Teachers.** Boston: Allyn and bacon.

National Research Council. (2012). **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas. Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education.** Washington, DC: National Academy Press.

Mitchel, W.E. & Kowalik, T.F. (1999). **Creative Problem Solving**. S.l.: unpublished. Workbook.

Parnes, S.J.. (1992). **Sources book in Creative Ploblem Solving. A Fifty Year Digest of Proven Innovation Processes.** Buffalo, N.Y.: Creative Education Foundation Press.

Partnership for 21st Century Skills. (2009). **A state leader's action guide to 21st century skills: A new vision for education.** Tucson, AZ: Partnership for 21st Century Skills.

Treffinger, D.J., Isaksen, S.G. & Dorval, K.B. (2005). **Creative problem solving (CPS Version 6.1T.M.) A contemporary Freamwork for Managing Change.** Sarasofa: Center for Creative Learning and Creative Problem Solving Group.

Vasquez, J.A., Sneider, C. & Comer, M. (2013). **STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.** Portsmouth, NH: Heinemann.