STEM Education Curriculum that Focuses on Engineering Design Process to Enhance Creative Thinking in Topic of Electricity for Grade 6 Students

Pittayaporn Panyahom[1*], Tweesak Chindanurak[2], Chamnan Chaowakeratipong[3] and Pinyo Wongthong[4]

Abstract

The research aimed to construct the STEM education curriculum that focuses on engineering design process for enhancing creative thinking in topic of electricity for grade 6 students. The research tools were the STEM education lesson plans and the critical thinking test. Data were analyzed using mean ($\bar{X}$), percentage (%), and standard deviation (S.D.). The results revealed that the research process composed of two steps. The first step was research (R); 1.1) background analysis: studying the method and theory of STEM education for designing the learning activities. The second step was development (D); 2.1) planning and design studying the standards and indicators in topic of electricity from the Basic Education Curriculum 2001 for determining the learning objectives, content, learning activities, and evaluation method; 2.2) constructing the STEM education lesson plans, and 2.3) validating the STEM education curriculum from three experts. The results found that STEM education lesson plans composed of four activities and the total study hours was 20. The appropriateness of STEM lesson plans was at the highest level as follows; activity 1: lamp from paper crate ($\bar{X}$ =4.73, S.D.= 0.36), activity 2: power car ($\bar{X}$ = 4.69, S.D.= 0.42), activity 3: traveler's lamp ($\bar{X}$ = 4.67, S.D.= 0.42), and activity 4: air conditioning ($\bar{X}$ =4.67, S.D.= 0.49). The item objective congruence (IOC) of critical thinking test was 0.67. The item difficulty (p) was 0.59-0.71 and item discrimination (r) was 0.39-0.85. The reliability of the test was 0.80. The results indicated that the constructed STEM education curriculum can be used to implement in the classroom.

Keywords: Curriculum construction, STEM education, Engineering design, Creative thinking

[1*] Master of Education (Science Education), Sukhothai Thammathirat University.
[2] School of Education, Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi.
[3] School of Arts, Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi.
[4] Lecturer. Dr., Educational Research Development and Demonstration Institute, Srinakharinwirot University.

หลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม[1*] ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์[2] ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์[3] และ ภิญโญ วงษ์ทอง[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1) แผนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า และ 2) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) ค่าร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R) ประกอบด้วย 1.1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis) ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D) ประกอบด้วย 2.1) การวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Planning and Design) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล 2.2) การสร้างแผนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา (Development) จัดทำโครงสร้างรายหน่วย และสร้างแผนการเรียนรู้ 2.3) การหาประสิทธิภาพของหลักสูตร (Validation) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าแผนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าประกอบด้วย 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลารวม 20 ชั่วโมง โดยมีระดับความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดดังนี้ เรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ ($\overline{X}$ =4.73, S.D.= 0.36) เรื่อง Power Car ($\overline{X}$ =4.69, S.D.= 0.42) และเรื่องตะเกียงของนักเดินทาง ($\overline{X}$ =4.67, S.D.= 0.42) เรื่องเครื่องปรับอากาศดับร้อน ($\overline{X}$ =4.67, S.D.= 0.49) และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.59-0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.39-0.85 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80 จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือวิจัยสรุปได้ว่าสามารถนำหลักสูตรสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าไปใช้จัดกิจกรรมในชั้นเรียนได้

คำสำคัญ: การสร้างหลักสูตร สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ความคิดสร้างสรรค์

[1*] นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล์: Pittayaporn9112@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) เป็นหนึ่งในทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เพราะความคิดสร้างสรรค์จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งใหม่และก่อให้เกิดนวัตกรรม (Innovation) ที่สามารถพัฒนาสังคมและประเทศชาติได้ ซึ่งสอดคล้องกับจุดเน้นการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ [1] และแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2579) ที่กำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 [2] และได้ตั้งเป้าหมายให้เด็กไทยมีผลทดสอบ PISA อยู่ในระดับมาตรฐานสากลหรือระดับค่าเฉลี่ยของประเทศ (OECD) แต่จากการประเมินผล PISA ปี 2018 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 393, 419 และ 426 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD เท่ากับ 487, 489 และ 489 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยยังต้องพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทั้งความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง [3]

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM education) ซึ่งบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน เป็นหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทุกแขนงในสะเต็มศึกษาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด สถานการณ์จำลอง หรือในชีวิตจริงได้ เรียนรู้จากการฝึกสังเกต ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกิจกรรมโครงงาน (project-based learning) ที่สามารถส่งเสริมทั้งองค์ความรู้และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนได้ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม เป็นต้น ([4] ; [5]; [6]; [7]; [8]; [9]; [10]; [11]) นอกจากนี้จากรายงานผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ ([12]; [13]; [14]; [15]; [16]; [17])

จากผลงานวิจัยของอภิสิทธิ์ ธงไชย [18] ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ 1) เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนค่อนข้างยากและเนื้อหามีปริมาณมาก นักเรียนไม่สามารถจินตนาการได้จากเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่ ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียน และ 2) ครูผู้สอนใช้การสอนแบบบรรยาย ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูลและเรียนรู้ด้วยตนเอง ขาดความสามารถในการแสดงความคิดเชิงสร้างสรรค์ เกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน และไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เมื่อถึงเวลาสอบ นักเรียนจะใช้วิธีการท่องจำเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการสอบเท่านั้น โดยที่นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและนักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์สำหรับพัฒนานวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติได้

จากสภาพปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นการจัดการเรียนรู้บูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน โดยมีจุดเน้นคือให้นักเรียนได้สังเกต สืบค้นข้อมูล เรียนรู้การคิดและแก้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้และทักษะที่คงทนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อได้ในอนาคต หรือนำองค์ความรู้ที่ได้มาต่อยอด เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ หรือสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติและอาชีพของนักเรียนได้ต่อไป โดยครูผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาด้านปัญญาและทักษะกระบวนการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไม่ใช่เน้นการเรียนรู้แบบท่องจำเพียงอย่างเดียว ([4]; [5]; [8]; [9]; [10]; [13]; [11]; [19])

หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM learning activities) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนำความรู้และกระบวนการเหล่านี้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีลักษณะสำคัญดังนี้ 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้และทักษะของวิชาในสตีมศึกษา 2) สร้างสถานการณ์ที่มีความท้าทายในการแก้ปัญหา 3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนเชิงรุก (active learning) 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 5) สถานการณ์ปัญหามีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต [5]

การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) คือ ความสามารถในการคิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายคำตอบ คิดได้หลายแนวทาง คิดสิ่งที่แปลกใหม่ สามารถเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ในการคิดได้อย่างเป็นขั้นตอน เชื่อมโยงประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งที่แปลกใหม่และเกิดเป็นนวัตกรรมได้ องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์มี 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originally) และความคิดละเอียดลออ (elaboration) ([20]; [21]; [22]; [23]; [24])

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยจะมุ่งเน้นการสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และหาคุณภาพของหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนที่ 1 คือ การวิจัย (Research: R) ประกอบด้วย 1.1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis) ศึกษาเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 2 คือการพัฒนา (Development: D) ประกอบด้วย 2.1) การวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ (Planning and Design) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าในระดับ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล 2.2) การสร้างแผนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา (Development) จัดทำโครงสร้างรายหน่วยการเรียนรู้ และแผนการเรียนรู้ และ 2.3) การหาประสิทธิภาพของหลักสูตรที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ (Validation)

วิธีดำเนินการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หลักสูตรสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ และใช้เวลาจัดกิจกรรมรวม 20 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ได้พัฒนามาจากองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ของกิลฟอร์ด (Guilford, [22]) ประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originally) และความคิดละเอียดลออ (elaboration)

2) การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

2.1 การสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้

4. สร้างแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related information search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing evaluation and design improvement) และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

5. นำแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนจำนวน 4 แผน โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินและแปลความหมายแบบมาตราส่วน 5 ระดับ (Rating scale) [25] ตั้งแต่ 1-5 ซึ่งหมายถึงน้อยที่สุดและมากที่สุดตามลำดับ นำผลที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ค่าเฉลี่ย ดังนี้ 4.51-5.00 หมายถึงมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึงมาก ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึงปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึงน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึงน้อยที่สุด

6. วิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในภาพรวมซึ่งจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นแผนที่มีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

7. นำข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาทั้ง 4 แผนการเรียนรู้

2.2 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสารรค์จากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ (ใช้จริง 4 ข้อ) โดยออกข้อสอบให้เหมาะสมตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดความคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดทฤษฎีในการสร้างของกิลฟอร์ด (Guilford) ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originally) และความคิดละเอียดลออ (elaboration)

4. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric score ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีเกณฑ์การตัดสินคุณภาพ คือ ถ้าได้คะแนน 13 - 16 หมายถึง ดีมาก 9 - 12 หมายถึง ดี 5 - 8 หมายถึง พอใช้ และ 0 - 4 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric score) ความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				
	ดีเยี่ยม (4)	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
ด้านคิดคล่อง	-คำตอบมีความเป็นไปได้ 7 คำตอบ ขึ้นไป -เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	-คำตอบมีความเป็นไปได้ 5-6 คำตอบ -เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	-คำตอบมีความเป็นไปได้ 3-4 คำตอบ -เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	-คำตอบมีความเป็นไปได้ 1-2 คำตอบ -เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	-คำตอบไม่มีความเป็นไปได้หรือไม่ตอบคำถาม -ไม่เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้
ด้านคิดยืดหยุ่น	- สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน -คำตอบมีความเป็นไปได้ 4 หน้าที่ขึ้นไป	- สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน -คำตอบมีความเป็นไปได้ 3 หน้าที่	- สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน -คำตอบมีความเป็นไปได้ 2 หน้าที่	- สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน -คำตอบมีความเป็นไปได้ 1 หน้าที่	-ไม่สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน -คำตอบไม่มีความเป็นไปได้ หรือไม่ตอบคำถาม

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				
	ดีเยี่ยม (4)	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
ด้านความคิดริเริ่ม	-คิดริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ ที่แตกต่างจากผู้อื่น มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และสร้างสิ่งมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและสังคมได้ -คำตอบไม่ซ้ำใคร	-คิดซ้ำผู้อื่นตั้งแต่ 5 คน ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 10 คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และสามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและสังคมได้ -คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 1-4 คำตอบ	-คิดซ้ำผู้อื่นตั้งแต่ 10 คน ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 15 คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้และสามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและสังคมได้ -คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 5-8 คำตอบ	-คิดซ้ำผู้อื่นตั้งแต่ 15 คนขึ้นไปแต่ไม่เกิน 20 คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้แต่ไม่สามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและสังคมได้ -คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 9-12 คำตอบ	-คิดซ้ำกับผู้อื่นตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป ไม่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้และไม่สามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและสังคมได้ -คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 13 คำตอบขึ้นไป
ด้านความคิดละเอียดลออ	-สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ -คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 7 คำตอบขึ้นไป	-สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ -คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 5-6 คำตอบ	-สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ -คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 3-4 คำตอบ	-สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ -คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 1-2 คำตอบ	-ไม่สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และไม่สามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ -คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดไม่มีความเป็นไปได้หรือไม่ตอบคำตอบ

5. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์คะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้ +1 มีความแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์ 0 มีความไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์ -1 ไม่มีความแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์

6. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ

3) สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) ค่าร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

1) การสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า

การสร้างหลักสูตรสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ เรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ เรื่อง Power Car เรื่องตะเกียงของ

นักเดินทาง และเรื่องเครื่องปรับอากาศดับร้อน ใช้เวลาทำกิจกรรมรวม 20 ชั่วโมง ซึ่งได้ตรวจคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาระดับความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยในบทความนี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างรายละเอียดการประเมินเฉพาะกิจกรรมเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ ดังแสดงในตารางที่ 2 และสรุปค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการประเมินความเหมาะสมของทั้ง 4 แผนการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 3 จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าแต่ละแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า มีระดับความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ

รายการประเมิน	N=3		ระดับความเหมาะสม
	($\bar{X}$)	S.D.	
1.รายละเอียดแผนการเรียนรู้	**4.67**	**0.50**	**มากที่สุด**
1.1 แผนการเรียนรู้มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 มีองค์ประกอบครบถ้วนในแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 แผนการเรียนรู้มีการนำสาระการเรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษากับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.33	0.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้	**4.81**	**0.25**	**มากที่สุด**
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.33	0.58	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5.00	0.00	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์	**4.33**	**0.58**	**มาก**
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความหลากหลายและเหมาะสม	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	N=3		ระดับความเหมาะสม
	($\bar{X}$)	S.D.	
4. การวัดและประเมินผล	**4.84**	**0.29**	**มากที่สุด**
4.1 วัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 วัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	**4.73**	**0.36**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

แผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า	N=3		ระดับความเหมาะสม
	($\bar{X}$)	S.D.	
1. เรื่อง โคมไฟจากลังกระดาษ	4.73	0.36	มากที่สุด
2. เรื่อง Power Car	4.69	0.42	มากที่สุด
3. เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง	4.67	0.42	มากที่สุด
4. เรื่อง เครื่องปรับอากาศดับร้อน	4.67	0.42	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.69**	**0.05**	**มากที่สุด**

2) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

จากการนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้าไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) และวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน (เรียงคะแนนสอบของผู้เรียนจากสูงสุดไปต่ำสุด จำนวนกลุ่มละ 11 คน) โดยใช้เทคนิค 37% ของจำนวนผู้เรียนที่เข้าสอบ ซึ่งใช้วิธีการคำนวณของ Whitney and Sabers [26] เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป [27] และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากแบบทดสอบจำนวน 7 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.59-0.71 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.39-0.85 จากนั้นนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้ว จำนวน 4 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (∞-coefficient) จะต้องมีค่า 0.70 ขึ้นไป ซึ่งจากแบบทดสอบนี้พบว่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 จากผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าและการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ข้างต้น สามารถนำหลักสูตรสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าไปใช้กับ

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างรายละเอียดกิจกรรมบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนดังนี้

กิจกรรมเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษมีการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ในสะเต็มศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4 และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 4 การบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ในสะเต็มศึกษา (STEM education) สำหรับกิจกรรมเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ

S (Science)	T (Technology)	E (Engineering)	M (Mathematics)
การใช้ความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปออกแบบโคมไฟจากลังกระดาษ การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการสร้างโคมไฟ	กระบวนการในการประดิษฐ์โคมไฟจากลังกระดาษ โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน	การวัดและการคำนวณหาพื้นที่ในการประดิษฐ์โคมไฟจากลังกระดาษ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Problem identification) ให้นักเรียนชมวีดิทัศน์เรื่องเกร็ดความรู้กับลุงพีเรื่อง "ไฟไหม้กับไฟฟ้าลัดวงจร" เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและช่วยกันคิดหาวิธีในการต่อไฟฟ้าอย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันไม่ให้ไฟฟ้าลัดวงจรภายในบ้าน จากนั้นชมวีดิทัศน์ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริงเรื่อง “เพลิงไหม้ตลาดชันสูตร จ.สิงห์บุรี” ครูถามนักเรียนว่าหากนักเรียนประสบปัญหาเช่นเดียวกับกรณีในวีดิทัศน์นี้จะมีวิธีเบื้องต้นในการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรอย่างไร และนักเรียนจะมีวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related information search) แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อร่วมกันรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร เพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมเรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากลังกระดาษ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งค้นคว้าที่หลากหลาย เช่น ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างโคมไฟจากลังกระดาษ

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นในการออกแบบการทำโคมไฟจากลังกระดาษ โดยครูตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น ถ้าหากมีวัสดุอุปกรณ์อย่างจำกัด นักเรียนจะออกแบบโคมไฟได้หรือไม่ และทำอย่างไร นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบและการทดสอบการนำไปใช้ได้อย่างไร จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบร่างและกำหนดขั้นตอนการสร้างโคมไฟจากลังกระดาษ โดยเลือกจากวัสดุที่กำหนดให้ ได้แก่ กระดาษลัง กรรไกร ปืนกาว หลอดไฟ สายไฟ สวิตช์ไฟ คัตเตอร์ และกระดาษสี จากนั้นออกแบบการสร้างชิ้นงานร่วมกันตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนลงในใบกิจกรรมเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษ โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์เข้ามา

ช่วยในการทำโคมไฟจากลังกระดาษ เช่น รูปทรง การวัด และการคำนวณพื้นที่

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) ครูแจกอุปกรณ์ที่กำหนดให้อย่างจำกัด จากนั้นนักเรียนสำรวจวัสดุที่ได้ โดยศึกษาจากขั้นตอนและแบบที่ร่างขึ้นไว้ในใบกิจกรรม แล้วทบทวนวิธีการสร้างโคมไฟจากลังกระดาษร่วมกันโดยร่วมกันวางแผน แบ่งหน้าที่ตามความถนัดของแต่ละคน และลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing evaluation and design improvement) ให้แต่ละกลุ่มนำโคมไฟจากลังกระดาษที่สร้างเสร็จแล้วมาทดสอบประสิทธิภาพ โดยให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การตัดสินร่วมกัน ถ้าโคมไฟของกลุ่มใดเมื่อกดสวิตช์แล้วหลอดไฟสว่างและไม่ดับจะเป็นกลุ่มที่ต่อวงจรได้ถูกต้องและเป็นทีมที่ชนะ ถ้าหากโคมไฟของกลุ่มใดเมื่อกดสวิตช์แล้วหลอดไฟติด ๆ ดับ ๆ หรือโคมไฟเกิดการชำรุดระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ภายใน 20 นาที พร้อมบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นลงในใบบันทึกกิจกรรม

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation) แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยครูอาจตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น การสร้างโคมไฟจากลังกระดาษมีขั้นตอนอย่างไร จะทดสอบประสิทธิภาพของโคมไฟอย่างไร นักเรียนต้องการปรับปรุงแก้ไขโคมไฟจุดไหนบ้าง เพราะอะไร และจะปรุงแก้ไขอย่างไร จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษและการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

จะเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องโคมไฟจากลังกระดาษได้ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่สอดคล้องตามที่สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งสรุปไว้ 6 ขั้นตอน [28] โดยในการดำเนินกิจกรรมอาจสลับลำดับกันได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีมศึกษา (STEAM education) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ Riley [29] ดังนี้ 1) ขั้นระบุสถานการณ์ โดยเสนอสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาวิธีการแก้ไขปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ โดยนำคำถามหรือปัญหามาวิเคราะห์ถึงสาเหตุของคำถามหรือปัญหานั้น 3) ขั้นศึกษาค้นคว้า โดยศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการหาคำตอบหรือการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ 4) ขั้นประยุกต์ สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเพื่อแสดงความรู้และทักษะที่ได้จากการค้นคว้าผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน 5) ขั้นนำเสนอ โดยนำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์กับผู้อื่น 6) ขั้นประเมินและปรับปรุง โดยนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลงานที่ดีขึ้น จะเห็นว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมเหล่านี้สามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและวางแผนการทำงานร่วมกันเป็นทีม มีอิสระในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ หรือต่อยอดความคิดเดิมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัทธดนย์ อุดมสันติ และคณะ [30] ที่ศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด (ร้อยละ 71.83) สมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 66.67) และสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 56.99)

หลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นนี้ สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบของกิลฟอร์ด (Guilford, [22]) 4 ประเด็นดังนี้

1) คิดคล่อง (fluency) คือความสามารถคิดหรือโต้ตอบปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีจำนวนมากในเวลาที่จำกัด เช่น นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้จำนวนคำตอบมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด หากเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ให้คำตอบละ 1 คะแนน หากเป็นคำตอบที่ผิดจะได้ 0 คะแนน

2) คิดยืดหยุ่น (flexibility) คือความสามารถคิดได้หลากหลายแนวทางและสอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น การให้คะแนนตามหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวันโดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน หากซ้ำหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน ให้นับรวมเป็น 1 หน้าที่ (หน้าที่ละ 1 คะแนน) ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3) คิดริเริ่ม (originality) คือความสามารถคิดสิ่งที่มีความโดดเด่น แปลกใหม่ และสอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น การให้คะแนนตามการตอบของนักเรียนที่ซ้ำกันบ่อย ๆ เป็นรายข้อดังนี้ คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 13 คำตอบขึ้นไปได้ 0 คะแนน คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 9-12 คำตอบได้ 1 คะแนน คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 5-8 คำตอบได้ 2 คะแนน คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 1-4 คำตอบได้ 3 คะแนนและคำตอบไม่ซ้ำใครได้ 4 คะแนน

4) คิดละเอียดลออ (elaboration) คือความสามารถในการเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ในการคิดได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน สามารถอธิบายและเชื่อมโยงข้อมูลให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น นักเรียนสามารถตอบคำถามเรื่องวงจรไฟฟ้าและสามารถอธิบายรายละเอียดได้โดยจะมีการให้คะแนนตามรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้รวมทั้งบอกรายละเอียดความเป็นไปได้จากคำตอบของผู้เรียนแต่ละคน

จากผลงานวิจัยนี้จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัตรทราวดี บุญถนอม และ อรพรรณ บุตรกตัญญู [12] ที่ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการใช้วรรณกรรมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย พบว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงานได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจนจิรา สันติไพบูลย์ และวิสูตร โพธิ์เงิน [14] พบว่าการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ บุญยนุช สิทธาจารย์ และ ขนบพร แสงวณิช [15] พบว่าการสอนวิชาศิลปะโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไตรรงค์ เมธีผาติกุล และคณะ [16] ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องสภาพสมดุล พบว่าจำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีจำนวนมากที่สุด รองลงมา คือ ในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และในด้านการคิดอย่างสร้างสรรค์ ตามลำดับ

ดังนั้น สรุปได้ว่าหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมที่จะใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรจัดสรรเวลาให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูควรลดบทบาทจากผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา และแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนไปถึงเป้าหมายที่วางไว้

3) การประเมินความคิดสร้างสรรค์ ควรประเมินจากชิ้นงานหรือผลงานของผู้เรียนควบคู่กับการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยไปในครั้งต่อไป

1) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิชาศิลปะและดนตรี (Arts) เข้าไปใน STEM เป็น STEAM Education เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ของผู้เรียน

2) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการประยุกต์และสร้างสรรค์ผลงานที่มีมิติของการประกอบธุรกิจนวัตกรรมของผู้เรียน (Entrepreneurship)

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2562, จาก https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=53369&Key=news2

[2] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

[3] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 : Infographic. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2562, จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/infographic-pisa2018result/

[4] พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.

[5] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

[6] ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 3 (3), 129-140.

[7] พรสวัสดิ์ สองแคว. (2559). การศึกษาผลการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

[8] ชวนิดา สุวานิช. (2560). STEM Education กับการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักศึกษาวิชาชีพครูให้มีลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ภายใต้นโยบาย 4.0. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 15 (1), 25-26.

[9] วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา). (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 10 (2), 13-34.

[11] Acar, D., Tertemiz, N., and TaS.D.emir, T. (2018). The Effects of STEM Training on the Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and their Views on STEM Training Teachers. International Electronic Journal of Elementary Education, 10 (4), 505-515.

[12] ฉัตรทราวดี บุญถนอม และอรพรรณ บุตรกตัญญู. (2558). การจัดประสบการณ์บูรณาการการเรียนรู้สตีม ศึกษาโดยการใช้วรรณกรรมเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30 (3), 186-195.

[13] อาทิตยา ภูมิคอนสาร. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา.(วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

[14] เจนจิรา สันติไพบูลย์ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 46 (3), 69-85.

[15] บุญยนุช สิทธาจารย์ และ ขนบพร แสงวณิช. (2561). แนวทางการสอนศิลปะตามแนวคิดสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11 (2), 763-780.

[16] ไตรรงค์ เมธีผาติกุล, ธิติยา บงกชเพชร, และ คเชนทร์ แดงอุดม. (2562). การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องสภาพสมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 13(2), 54-70.

[17] ภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ, และ ทัศนัย สูงใหญ่. (2563). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสตีมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 ใน

โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 14(3), 151-169.

[18] อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรม คืออะไรในสะเต็มศึกษา. นิตยสาร สสวท, 42 (185), 35-37.

[19] Cayci, B. and Ornek, G.T. (2019). Effect of Stem-Based Activities Conducted in Science Classes on Various Variables. Asian Journal of Education and Training, 5 (1), 260-268. https://eric.ed.gov/?id=EJ1211520

[20] สุวิทย์ มูลคำ. (2559). กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

[21] สุธิดา การีมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. นิตยสาร สสวท, 46 (209), 25-27.

[22] Guilford, J. P. (1967). The nature of human intelligence. New York: McGraw-Hill Book Co.

[23] Torrance, E.P. (1967). Creative learning and teaching. NewYork : Dood, Mead and Company.

[24] Madden, M.E., et al (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. Procedia Computer Science. 20, 541-546.

[25] บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

[26] Whitney, D.R. and Sabers, D. L. (1970). Improving Essay Examinations III. Use of Item Analysis, Technical Bulletin II, (Mimeographed). Iowa City: University Evaluation and Examination Service.

[27] กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2560). หน่วยที่ 9 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน ประมวลชุดวิชา สาระการวิจัยหลักสูตร และการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-11. (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

[28] 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.

[29] Riley, S. (2016). 6 Step to creating a STEAM classroom. Retrieved July,15, 2019, from https://educationcloset.com/2016/02/25/6-steps-to-creating-a-steam-centered-classroom/

[30] พัทธดนย์ อุดมสันติ, ธิติยา บงกชเพชร, และทนงศักดิ์ โนไชยา. (2562). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13(3), 118–130.