รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Development of STEM Education Model on Flipped Classroom Learning Environment to Enhance Creative Thinking Skills in Science and Technology

ณพงศ์ วรรณพิรุณ

บทคัดย่อ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการวิจัยแบบผสมผสานเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการวิจัย 5 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และระยะที่ 5 การประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบประเมินความพึงพอใจ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 10 สัปดาห์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test dependent

ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก คือ 1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 4) ฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ 5) บริบทการเรียนรู้ (ผู้เรียน ผู้สอน เนื้อหาแบบปฏิสัมพันธ์) และ 6) การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดแนวคิดที่ท้าทาย (Identify a Challenge) 2) ขั้นสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) 4) ขั้นทดสอบและประเมินผล

(Test and Evaluate) 5) ขั้นนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ (Present The Solution) 6) ขั้นปรับปรุงผลงาน (Revise)

3. ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย 7 โมดูลหลัก คือ โมดูลบริหารจัดการเรียนรู้ โมดูลนำเสนอเนื้อหาสะเต็ม โมดูลกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โมดูลฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ โมดูลการแลกเปลี่ยนไฟล์ผ่านคลาวด์เทคโนโลยี โมดูลการติดต่อสื่อสารผ่านคลาวด์เทคโนโลยี และโมดูลประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอน 10 คน ประเมินประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมาก

4. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดีมาก

6. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

7. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ สะเต็มศึกษา สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ห้องเรียนกลับด้าน ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผลงานสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Abstract

The development of STEM education model on flipped classroom learning environment to enhance creative thinking skills in science and technology was the mix methods research design. The research objectives were to develop and implementation of STEM education model on flipped classroom learning environment to enhance creative thinking skills in science and technology. The research methodology was divided into 5 phases. The first phase was to synthesis the conceptual framework of model, the second phase was to develop the STEM education model on flipped classroom learning environment, the third phase was to develop the STEM Learning Management System on flipped classroom learning environment, the fourth phase study the effects of using the developed model, and the fifth phase was to verify the developed model. The sample group was 30 undergraduate students of the Faculty of Science and Technology,

อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. The research instruments were the STEM education model on flipped classroom learning environment, STEM Learning Management System, evaluation form of creative thinking skills in science and technology, evaluation form of creative innovation product, evaluation form of students' satisfaction. The data was statistically analyzed by content analysis, means, standard deviations, and t-test dependent.

The results of the research were concluded as follows:

1. STEM education model on flipped classroom learning environment to enhance creative thinking skills in science and technology consisted of 6 elements: 1) objective, 2) STEM education activities, 3) flipped classroom learning environment, 4) scaffolding, 5) learning context (learner, instructor, interactive content), and 6) evaluation of creative innovation product in science and technology.

2. STEM education activities in flipped classroom learning environment consisted of 6 steps: 1) identify a challenge, 2) explore ideas, 3) plan and develop, 4) test and evaluate, 5) present the solution, and 6) revise

3. STEM Learning Management System consisted of 7 modules: 1) learning management module, 2) STEM content module, 3) STEM education activities module, 4) scaffolding module, 5) cloud data exchange module, 6) cloud communication module, and 7) learning evaluation module. 10 experts and professors reviewed the effectiveness of the system at a high level.

4. Under graduate students' creative thinking skills in science and technology taught using STEM education model on flipped classroom learning environment was higher than pretest score at the .05 level of statistical significance.

5. Under graduate students' creative innovation product taught using STEM education model on flipped classroom learning environment was at a very good level.

6. The under graduate students satisfaction toward using the STEM education model on flipped classroom learning environment was at highest level.

7. The appropriateness of the STEM education model on flipped classroom learning environment was at high level.

Key words: STEM Education, Flipped Classroom, Learning Environment, Creative Thinking Skills, Creative Project, Science and Technology

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นบริบททางการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายผู้เรียนเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ที่มีความกระฉับกระเฉงในการเรียนรู้ (Active Learner) ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) ทำให้หน้าในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด [1]

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และ ความมั่นคงของประเทศ [2], [3] การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ท้าทายความคิดของผู้เรียน และ (5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน [4, 5] ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21^{st} Century Skills) ประกอบด้วย 4 แนวคิด คือ ความยืดหยุ่นของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Flexible Environment) การเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Learning Culture) เปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้เรียนมีความตั้งใจในการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง (Intentional Content) และผู้สอนเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Professional Educator) โดยส่งเสริมให้ผู้เกิดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบดั้งเดิมและการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบรอบรู้ (Mastery Learning) [6,7,8]

การจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาเพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาได้รับคุณวุฒิระดับปริญญาตรีมีคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21 คือ เป็นผู้ใฝ่รู้ สู้งาน ประสานสัมพันธ์ มุ่งมั่นประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงาน รวมถึงการมีอิสระทางความคิดและมีจิตวิจัย ต้องหล่อหลอมตนเองจากมิติของการเรียนรู้ 3 มิติ คือ มิติด้านพุทธิพิสัย มิติด้านทักษะพิสัย และมิติด้านจิตพิสัยเป็นอารมณ์ โดยผ่านกระบวนการพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะเป็นนักคิดวิเคราะห์ เป็นนักแก้ปัญหา เป็นนักสร้างสรรค์ เป็นนักประสานความร่วมมือ รู้จักใช้ข้อมูลและข่าวสาร เป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นนักสื่อสาร มีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและระเบียบวิธีการศึกษาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและข้อโต้แย้งในสถานการณ์ต่างๆ สามารถพิจารณาแสวงหาและเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิชาการหรือวิชาชีพ มีส่วนร่วมในการติดตามพัฒนาการศาสตร์และเพิ่มพูนความรู้ของตนให้ทันสมัยอยู่เสมอ และมีจริยธรรม ความรับผิดชอบสูง [9] ซึ่งสอดคล้องคล้องกับแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มและการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน [10]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ศึกษาในสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.2 พัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.3 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 เพื่อประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดี

3.3 นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 2 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย

4.2 **ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย**

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ตัวแปรตาม คือ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลงานสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ ความพึงพอใจ

4.3 **ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย** ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 10 สัปดาห์

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ระยะตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

5.1.1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

5.1.2 ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

5.1.3 แบบประเมินระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

5.1.4 แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.1.5 แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.1.6 แบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

5.1.7 แบบประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.2 **ขั้นตอนการวิจัย**

ระยะที่ 1 การศึกษากรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประเมินความคิดสร้างสรรค์ และผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยกำหนดขอบเขตการสังเคราะห์งานวิจัยที่ดำเนินการในระหว่างปี 2553-2558 จำนวน 78 เรื่อง รวมรวมข้อมูลโดยใช้ตารางวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อ

นำข้อมูลมากำหนดกรอบแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 การศึกษาสภาพการดำเนินงาน และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกอาจารย์ผู้สอนด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 10 ท่าน และนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 10 คน พบว่า อาจารย์และนักศึกษามีความต้องในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความต้องการและเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการพัฒนานวัตกรรมสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. วิเคราะห์คุณลักษณะของนักศึกษา (Learner Analysis) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 65 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) รูปแบบการคิด (Cognitive Style) ทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ ทักษะในการพัฒนานวัตกรรม ผลการศึกษาพบว่า นักศึษามีรูปแบบการเรียนรู้แบบ Kinesthetic มีรูปแบบการคิดแบบ Field Dependent มีทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และมีทักษะในการพัฒนานวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย

3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ที่เหมาะสมในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่า รายวิชาที่เหมาะสม คือ รายวิชาที่จัดการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป้าหมายการเรียนรู้ตาม ผนที่การกระจายความรับผิดชอบ (Curriculum Mapping) เน้นทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา และทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

4. วิเคราะห์บริบทที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน (Context Analysis) ศึกษาปัจจัยส่งที่ผลต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า ปัจจัยที่สนับสนุน คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom Learning Environment) ฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ (Scaffolding) คุณลักษณะและบทความของผู้เรียน คุณลักษณะและบทความของผู้สอน เนื้อหาแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Content) การประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) และการประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 2 ทักษะย่อย ได้แก่ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ออกแบบยุทธศาสตร์การสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3. ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก คือ 1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 4) ฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ 5) บริบทการเรียนรู้ และ 6) การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำเสนอในรูปแบบแผนภาพประกอบความเรียง

5. นำต้นแบบของรูปแบบ (Prototype) ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ในด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ด้านการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และด้านการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบในการนำไปทดลองใช้ ผลการประเมินพบว่า 1) ต้นแบบของรูปแบบมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2) ต้นแบบมีความเหมาะสมในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ต้นแบบมีความเหมาะสมในการนำไปทดลองใช้อยู่ในระดับมาก

6. พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ผ่านการประเมินรับรองความเหมาะสมในการนำไปทดลองใช้แล้ว ประกอบด้วย วัตถุประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียน บทบาทของผู้สอน ขั้นตอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน ผลลัพธ์ วิธีการวัดและประเมินผล

7. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปีในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และด้านการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้ ผลการประเมินพบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้อยู่ในระดับมากที่สุด

8. ทดสอบคุณภาพของต้นแบบของรูปแบบการเรียนการสอนและระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) การทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) และ การทดลองภาคสนาม (Field Testing) จำนวน 20 คน ปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนและระบบบริหารจัดการเรียนรู้ตามข้อค้นพบจากการสังเกตและการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ทดลองใช้

9. พัฒนาแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford, 1991) โดยบูรณาการกับทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 5 ทักษะย่อย คือ 1) ความคิดริเริ่ม (Originality) 2) ความคิดคล่องตัว (Fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) 5) สร้างสรรค์ผลงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิกส์ (Scoring Rubrics) มีคะแนนเต็ม 25 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

21 - 25 หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมากที่สุด

16 - 20 หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมาก

11 - 15 หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับปานกลาง

6 - 10 หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับน้อย

0 - 5 หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับน้อยที่สุด

แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) เท่ากับ 0.85

10. สร้างแบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวคิดการประเมินผลผลิต (Product) ของ สุวิมล ว่องวาณิช (2554) ประกอบด้วย 5 ทักษะย่อย คือ 1) ความถูกต้องตามเกณฑ์ 2) ความแปลกใหม่ น่าสนใจ 3) ความประณีตสวยงาม 4) ผลิตได้ตามจำนวนในเวลาที่กำหนด 5) การพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น 6) ความปลอดภัย และ 7)ความประหยัด โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิกส์ (Scoring Rubrics) มีคะแนนเต็ม 35 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

29 - 35 หมายถึง ผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีมาก

22 - 28 หมายถึง ผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดี

15 - 21 หมายถึง ผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับปานกลาง

8 - 14 หมายถึง ผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับน้อย

0 - 7 หมายถึง ผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในน้อยที่สุด

แบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเท่ากับ 0.80

ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมาใช้ในการพัฒนาระบบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. พัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) โดยดำเนินการ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) 2) ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) 3) วิเคราะห์ (Analysis) 4) ออกแบบ (Design) 5) สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) 6) การปรับเปลี่ยน (Conversion) และ 7) บำรุงรักษา (Maintenance)

2. วิเคราะห์ความต้องการของระบบโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกจากอาจารย์ผู้สอน ผู้ดูแลระบบ และนักศึกษาที่ใช้งานระบบ สังเคราะห์ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม และสังเคราะเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

3. ออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Dataflow Diagram) และ ER Diagram จากข้อมูลผลการวิเคราะห์ต้องการของระบบ และสร้างเครื่องมือประเมินระบบโดยใช Black box Technique

4. พัฒนาระบบโดยใช้ MOODLE Cloud, Social Cloud และ Cloud Technology ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน พัฒนาโดยใช้บริการ Software as a Service และ Platform as a Service

5. ประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้แบบประเมินแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้วิธี Black box Technique 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านหน้าที่ของระบบ 3) ด้านการใช้งานของระบบ และ 4) ด้านความปลอดภัยของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอนจำนวน 10 คน โดยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

6. ปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอน ก่อนนำไปทดลองใช้

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ตามรูปแบบ One Group Pretest-Posttest Design ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 การเตรียมความพร้อมของภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ได้แก่ อุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

1.2 เตรียมความพร้อมของแผนการจัดการเรียนการสอน คู่มือปฏิบัติสำหรับผู้เรียนและผู้สอน และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.3 การเตรียมความพร้อมของนักศึกษา ได้แก่ การแบ่งกลุ่มผู้เรียน การกำหนดบทบาทหน้าที่รับผิดชอบ การฝึกปฏิบัติการใช้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สร้างบัญชีการใช้งานเครือข่ายสังคมคลาวด์ สร้างกลุ่มสำหรับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการเก็บและแลกเปลี่ยนข้อมูล

2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น

2.1 ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.2 ดำเนินการทดลอง โดยให้นักศึกษาเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาใน

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เวลาในการทดลอง 10 สัปดาห์

2.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียน และประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.4 สอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักศึกษา โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ระยะที่ 5 การประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

1. นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ในรูปแบบแผนภาพประกอบความเรียงให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และด้านการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 10 ท่าน ประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบประเมินรับรองแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2. ปรับปรุงรูปแบบตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

5.3 **สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test dependent

6. สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วน 4 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1.1 **การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา** เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

1.2 **สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน** เป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เชิงรุกโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่เรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learner) โดยผสมผสานกิจกรรมการจัดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในห้องเรียนที่โรงเรียน (Traditional Face to Face Classroom) กับการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อออนไลน์ที่บ้าน (Self-pace Online Learning)

1.3 **การเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ประกอบด้วย 4 เทคนิค คือ เทคนิคความกล้าที่จะริเริ่ม เทคนิคการสร้างความคิดใหม่ เทคนิคการระดมพลังสมอง และเทคนิคอุปมาอุปไมยความเหมือน

1.4 **การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ประกอบด้วย การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก คือ

2.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

2.2 กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2.3 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.4 ฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้

2.5 บริบทการเรียนรู้ (ผู้เรียน ผู้สอน เนื้อหาแบบปฏิสัมพันธ์)

2.6 การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

3.1 เพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 เพื่อเสริมสร้างทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก คือ

4.1 ขั้นกำหนดแนวคิดที่ท้าทาย (Identify a Challenge)

4.2 ขั้นสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)

4.3 ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)

4.4 ขั้นทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

4.5 ขั้นนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ (Present the Solution)

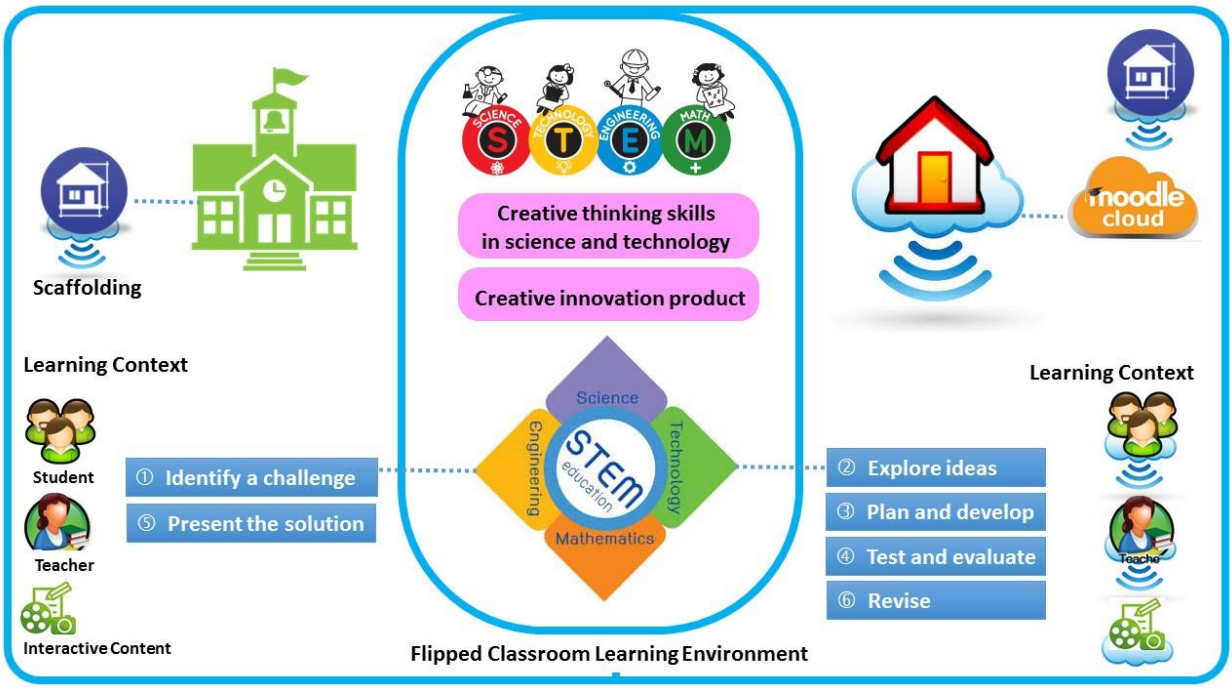
4.6 ขั้นปรับปรุงผลงาน (Revise)

5. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลใช้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริง ประกอบด้วย

5.1 การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิกส์ มีคะแนนเต็ม 25 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ

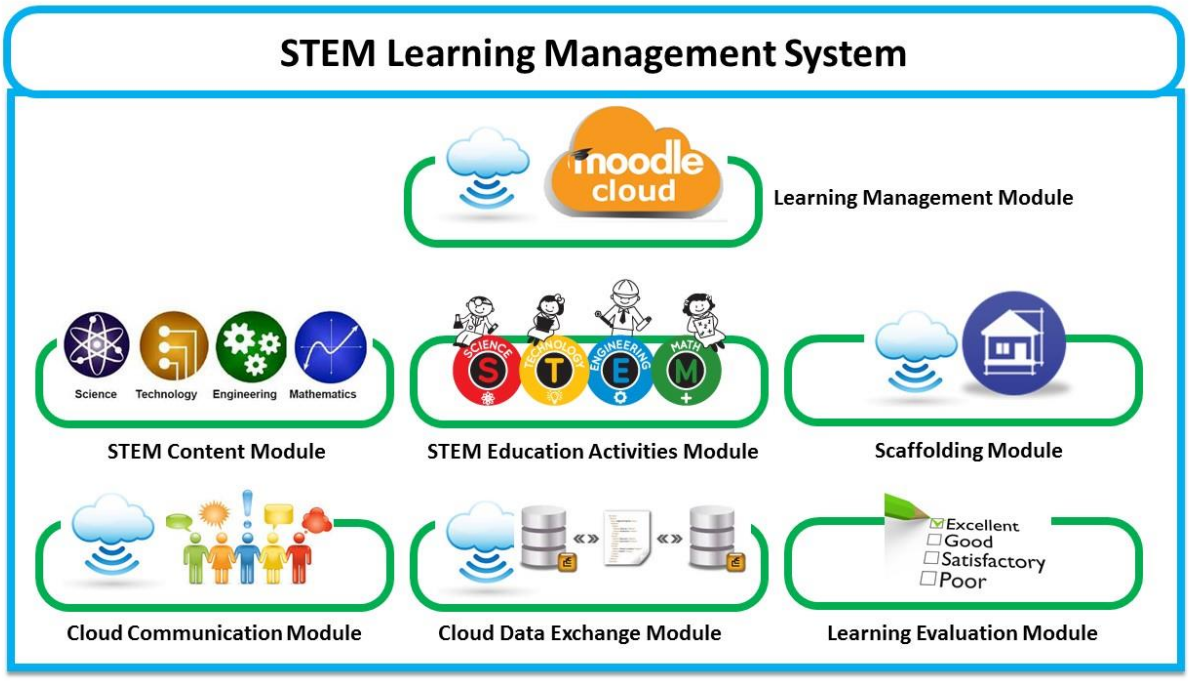
5.2 การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิกส์ มีคะแนนเต็ม 35 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 2 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย 7 โมดูลหลัก คือ โมดูลบริหารจัดการเรียนรู้ โมดูลนำเสนอเนื้อหาสะเต็ม โมดูลกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โมดูลฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ โมดูลการแลกเปลี่ยนไฟล์ผ่านคลาวด์เทคโนโลยี โมดูลการติดต่อสื่อสาร และโมดูลประเมินผลการเรียนรู้ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอนจำนวน 10 คน พบว่า ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมาก



ภาพที่ 2 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดีมาก

นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 4 ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

7. อภิปรายผลการวิจัย

นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจาก การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาโดยนำจุดเด่นของวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) มาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนานวัตกรรม สอดคล้องกับแนวคิดของ Breiner, Carla, Harkness, & Koehler [11] และ Eric & Kristina [12] ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นวิธีการสอนที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศร ประสาท เนืองเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล [13] ที่พบว่า สะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้และควรนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างท้าทาย ผู้เรียนสามารถกำหนดแนวทางการเรียนรู้ของตนเองได้ตามศักยภาพทางการเรียนรู้ ทำให้นักศึกษามีคะแนนประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laisema, & Wannapiroon [14], Phumeechanya, & Wannapiroon [15] ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการพัฒนาทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกัน และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และทักษะด้านสื่อการเรียนรู้ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เพื่อนำไปสู่การสร้างผลงานนวัตกรรมสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี [16, 17]

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สำหรับความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลการวิจัย ขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สำหรับการสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย

ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ พิมดี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสง ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านสำหรับการให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Wannapiroon, P. (2014). Development of Research-based Blended Learning Model to Enhance Graduate Students' Research Competency and Critical Thinking Skills. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 136, 486-490.

[2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). สะเต็มศึกษา ประเทศไทย STEM Education Thailand. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org

[3] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). การคิดเชิงสร้างสรรค์ Creative thinking. พิมพ์ครั้งที่ 8 ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : บริษัทซัคเซสมีเดีย.

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

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

[6] Heather, D. P., Dmitry I. I., Jonas, P., & Nagarjuna G. (2013). Conceptual Structures for STEM Research and Education. 20th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2013, Mumbai, India, January 10-12, 2013.

[7] Crompton H., & Traxler, J. (2016). Mobile learning and STEM: case studies in practice. New York, NY: Routledge.

[8] Julian S. et al. (2011). The Routledge international handbook of creative learning. Abingdon, Oxon: Routledge.

[9] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2559). กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ. สืบค้นจากhttp://www.mua.go.th

[10] Yoosomboon, S. & Wannapiroon, P. (2015). Development of a Challenge Based Learning Model via Cloud Technology and Social Media for Enhancing Information Management Skills. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174, 2102-2107.

[11] 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.

[12] Eric, M. C., & Kristina J. D. (2016). The differentiated flipped classroom: a practical guide to digital learning. Thousand Oaks, CA: Corwin.

[13] พลศักดิ์ แสงพรมศร ประสาท เนืองเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(ฉบับพิเศษ), 401-418.

[14] Laisema, S., & Wannapiroon, P. (2014). Design of Collaborative Learning with Creative Problem-solving Process Learning Activities in a Ubiquitous Learning Environment to Develop Creative Thinking Skills. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116, 3921-3926.

[15] Phumeechanya, N., & Wannapiroon P. (2014). Design of Problem-based with Scaffolding Learning Activities in Ubiquitous Learning Environment to Develop Problem-solving Skills. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116, 4803-4808.

[16] Adair, J. E. (2013). The art of creative thinking: how to be innovative and develop great ideas. London: Kogan Page.

[17] Clark, J. V. (2014). Closing the Achievement Gap from an International Perspective: Transforming STEM for Effective Education. Dordrecht: Springer Netherlands.