

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT ACTIVITIES BY APPLYING
STEM EDUCATION TO PROMOTE THE SCIENTIFIC PROBLEM- SOLVING THINKING
ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

พฐิตา ภูจอมนิล* วิศรุต พยุงเกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพเลิศ
Phuthita Phoojomnil*, Wisarut Payoungkiattikun, and Tipubon Tippalert
E-mail: Putita.ph@ksu.ac.th*, Wisarut.Pa@ksu.ac.th, and Tipubon.ti@ksu.ac.th

Received: May 12, 2023

Revised: June 18, 2023

Accepted: September 11, 2023

ABSTRACT

This research was conducted to design and develop an innovation by using Developmental research's type I. This research is divided into two phases: development phase and evaluation phase, which this study is in phase 2. The instruments of the research consisted of 1) 6 lessons plans, 2) the scientific problem-solving thinking proficiency tests, and 3) a satisfaction questionnaire. Statistics used in analyzing the data were percentage, mean, and standard deviation. The sample group was 30 Mathayomsuksa 3 students studying in semester 1/2022 at one of a school in Kalasin Province. Data were collected through 1) 20 items of the scientific problem-solving thinking proficiency tests, and 2) 10 items of the satisfaction questionnaire. The results found that 1) the development of learning management activities by applying STEM education for Mathayomsuksa 3 students met the efficiency at 80.50/84.17, which higher than the set criteria of 80/80, 2) The scientific problem-solving thinking ability of Mathayomsuksa 3 students after learning by applying STEM education was 77.83, which higher than the 70 percent criteria, and 3) students' satisfaction toward the learning activities by applying STEM education was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.59, SD = 1.82).

Keywords: Management of STEM education, The scientific problem-solving thinking proficiency, STEM education, Satisfaction

*Corresponding author E-mail: Putita.ph@ksu.ac.th, Tipubon.ti@ksu.ac.th

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์ 46230

Department of General Science, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin 46230 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type I ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ กระบวนการพัฒนาและกระบวนการประเมิน ซึ่งงานวิจัยนี้อยู่ในระยะที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคการศึกษาที่ 1/2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย 1) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 80.50/84.17 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 77.83 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.59, SD = 1.82)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา, ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, สะเต็มศึกษา, ความพึงพอใจ

1. บทนำ

โลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและมีความสลับซับซ้อน มีความเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้น ซึ่งในประเทศไทยกำลังพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ตามที่ Partnership for 21st Century Skills (2015, Online) ได้เสนอ ผู้เรียนต้องมี The 4 C's ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity), การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking), การสื่อสารและการแสดงออก (Communication), การร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (Collaboration) เพื่อก้าวไปสู่การเปลี่ยนแปลง ในการบริหารจัดการด้านการศึกษาแบบใหม่วิชาที่สร้างความสนุกและความรู้สู่คำตอบ การแก้ปัญหาคือ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการหาคำตอบ วิศวกรรมศาสตร์เป็นวิชาการแก้ปัญหา มีกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนต้องมี เพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับสาขา STEM education ที่ เป็นความต้องการของประเทศ คือ (Science: S) วิทยาศาสตร์ (Technology: T) เทคโนโลยี (Engineering: E) วิศวกรรมศาสตร์ และ (Mathematics: M) คณิตศาสตร์ (Khamsmile & Sranamkam, 2019, pp. 16-34) ต้องสร้างแรงบันดาลใจ สร้างสิ่งจูงใจ สนับสนุนการศึกษา เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้นักเรียน เรียนรู้จากการลงมือทำ (Panich, 2015, pp. 3-14) โดยแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner aspirations) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ซึ่งมีทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) (Office of the Secretariat of the Council of Education, 2017, Online) หากผู้เรียนไม่มีการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนจะไม่สามารถระบุประเด็น หรือปัญหา หรือไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาใดที่สามารถแก้ไขด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการเผชิญปัญหาในชีวิตจริง และส่งผลกระทบในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการศึกษาที่ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการคิดแก้ปัญหา เป็นหนึ่งทักษะของการใช้ชีวิตในสังคมยุคใหม่ที่ต้องอาศัยทักษะใหม่ ๆ ตลอดเวลา ซึ่งต้องพร้อมเรียนรู้วิชาใหม่ ๆ ที่จำเป็นต่อดำเนินชีวิตในอนาคต (Thailand competitiveness enhancement program, 2020, Online)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีการจัดการเรียนรู้อย่างมากมาย แต่ส่วนใหญ่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตที่ต้องเผชิญกับภาวะสังคม ต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดและยังมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก (Munkham, 2004, p. 15) เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการแก้ปัญหา ร่วมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสำหรับผู้เรียน ได้มีการนำขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของ เวียร์ (Donhongpai, 2013, pp. 782-792) 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นกำหนดวิธีการ และ 4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ การสอนแบบสะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างสาขา STEM education เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 เพราะสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ สอดคล้องกับแลนซ์ (Pitipornatapin, 2015, p. 133) ระบุว่าจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการประดิษฐ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความรู้ทางเทคโนโลยี

ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ และนำผลการวิจัยมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

โดยมีจุดประสงค์ของงานวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

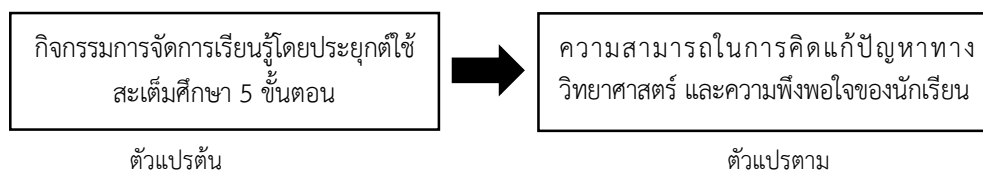
ผู้วิจัยได้ศึกษาการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Vasquez et al. (2013, p.32) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้เด็กเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในการเรียนรู้ และขยายสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Singto (2020, pp. 387-398) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อนำไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 งานวิจัยของ Wangdee and Bunterm (2022, pp. 35-43) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ Khamsmile and Sranamkam (2019, pp. 16-34) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า บทเรียนแบบผสมผสานฯ มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.93/82.66 การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักเรียน อยู่ในระดับ “มาก”

สมมุติฐานการวิจัย ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจหลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว23101 สารการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเกิดปฏิกิริยาเคมี และวัสดุในชีวิตประจำวัน

ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

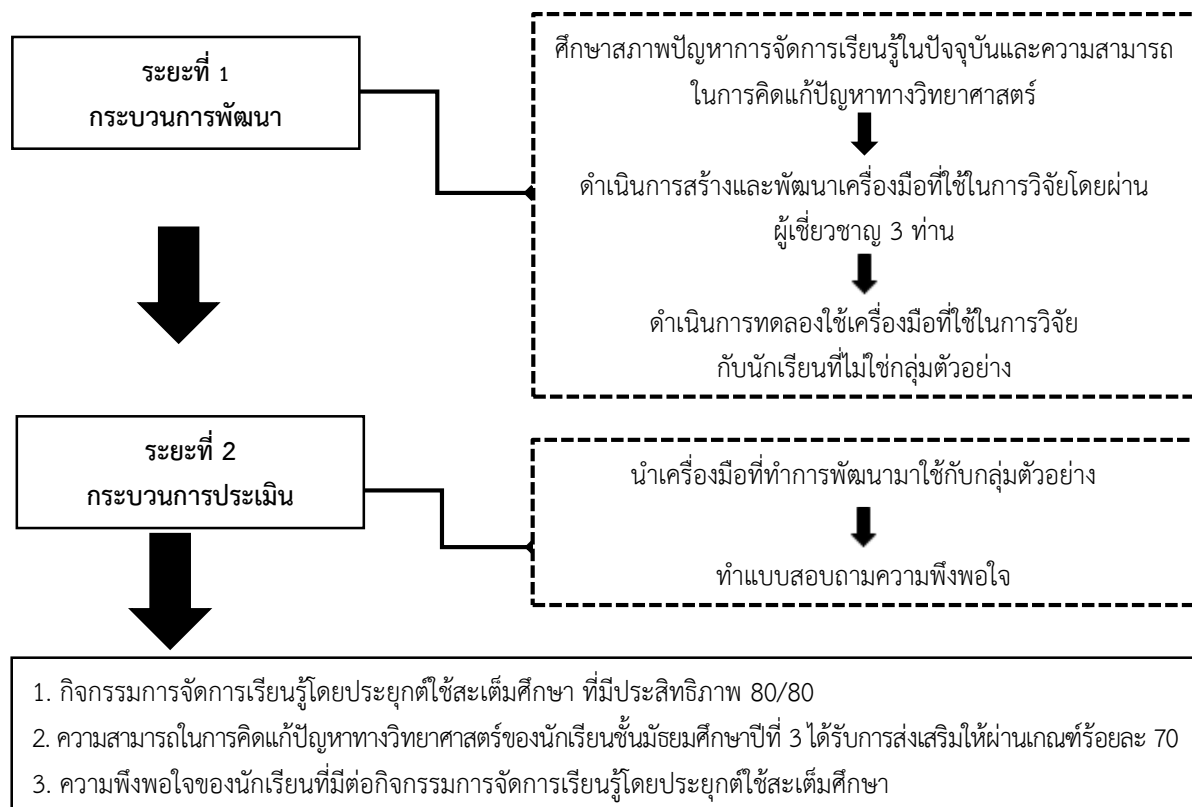
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 6 แผนรวมทั้งหมด 13 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผ่านการหาค่า IOC

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผ่านการหาค่า IOC

3.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type I (Richey & Klein, 2007, Online) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่กระบวนการพัฒนา (Development process) และกระบวนการประเมิน (Evaluation process) ซึ่งในงานวิจัยนี้อยู่ในระยะที่ 2 พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 กระบวนการพัฒนา

1. ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัญหาการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นนำไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน
3. ทดลองใช้ (Try-out) เครื่องมือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 2 กระบวนการประเมิน (Evaluation process)

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 หลังจากนั้นทำการใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกณฑ์ร้อยละ 70

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลผลเป็นระดับความเหมาะสม (Likert, 2017, pp. 100-107) ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 ความเหมาะสมในระดับน้อย
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากผู้เรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ หากได้ต่ำกว่าร้อยละ 70 ไม่ผ่านเกณฑ์

3. คะแนนความพึงพอใจของนักเรียน นำมาหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) นำค่าเฉลี่ยมาหาค่าระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ (Likert, 2017, pp. 100-107) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 ระดับความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 ระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 ระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำเสนอผลการวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)	60	30	48.30	0.93	80.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)	20	30	16.83	0.99	84.17

ตารางที่ 2 การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของโรงเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (Unkaew, 2018, Online)	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน	การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir, 1974, pp. 16-18) 4 ขั้นตอน	บทบาทหน้าที่ครู
1. สร้างความสนใจ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ	1. ระบุปัญหา ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหานักเรียนสังเกตและตอบปัญหาจากภาพที่กำหนดให้ และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ส่งเสริมขั้นระบุปัญหา)	ระบุปัญหา	Coach, facilitator
2. สำรวจค้นหา นักเรียนศึกษาความรู้จากหนังสือและอินเทอร์เน็ต	2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาย่อยได้ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเมื่อนักเรียนระบุปัญหาได้แล้วให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามใบกิจกรรม ระบุสาเหตุ แนวทางการแก้ไข และเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญห (ส่งเสริมขั้นวิเคราะห์ปัญหา)	วิเคราะห์ปัญหา	Coach, co-learner

ตารางที่ 2 (ต่อ) การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของโรงเรียน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (Unkaew, 2018, Online)	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน	การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir, 1974, pp. 16-18) 4 ขั้นตอน	บทบาทหน้าที่ครู
3. อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนจดบันทึกใจความสำคัญและข้อสรุป	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วต่อไป คือ การนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิตทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่รวบรวมได้ ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนออกแบบวิธีการกำหนดขั้นตอนวิธีการทำการทำกิจกรรม กำหนดเป้าหมายและเวลาในการแก้ปัญหา และวาดภาพพร้อมอธิบาย (ส่งเสริมขั้นดำเนินการแก้ปัญหา)	ดำเนินการแก้ปัญหา	co-leanner, facilitator
4. ขยายความรู้ นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ	4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว การพัฒนาต้นแบบ ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน	ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแบ่งหน้าที่และลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา (ส่งเสริมขั้นดำเนินการแก้ปัญหา)	ดำเนินการแก้ปัญหา	Coach, co-learner
5. ประเมินผล นักเรียนส่งงานและร่วมกันตอบคำถาม	5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือ ขั้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 5 สรุปผลการแก้ปัญหา นักเรียนนำเสนอผลงานร่วมกันประเมินชิ้นงาน และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการแก้ปัญหา (ส่งเสริมขั้นตรวจสอบผลลัพธ์)	ตรวจสอบผลลัพธ์	Coach, co-learner
	6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ			

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของโรงเรียน ยังเป็นการสอนที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนสืบค้นด้วยตัวเองจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนน้อย แต่การจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Unkaew (2018, Online) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูล 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ดำเนินการแก้ปัญหา 5. สรุปผลการแก้ปัญหา โดยรูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ได้แทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอน เน้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง สะเต็มศึกษาจะฝึกให้รู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหา สร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงหรือในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.50/84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.50 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2 คือ ร้อยละ 80/80

4.2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

ขั้นการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	SD	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	ผลการประเมิน
1. ระบุปัญหา	4.00	0.73	80.00	ผ่าน
2. วิเคราะห์ปัญหา	4.07	0.63	81.33	ผ่าน
3. การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	3.70	0.69	73.33	ผ่าน
4. ตรวจสอบผลลัพธ์	3.63	0.55	72.67	ผ่าน
เฉลี่ยรวม	3.79	0.69	77.83	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 1) ระบุปัญหา คะแนนเฉลี่ย 4.00 คิดเป็นร้อยละ 80.00 2) วิเคราะห์ปัญหา คะแนนเฉลี่ย 4.07 คิดเป็นร้อยละ 81.33 3) การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ย 3.70 คิดเป็นร้อยละ 73.33 4) ตรวจสอบผลลัพธ์ คะแนนเฉลี่ย 3.63 คิดเป็นร้อยละ 72.67 คะแนนเฉลี่ยรวม 3.79 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. การจัดการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ	4.60	0.49	มากที่สุด
2. การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4.60	0.49	มากที่สุด
3. รูปแบบกิจกรรมเหมาะกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน	4.60	0.49	มากที่สุด
4. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนมาคิดปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย	4.63	0.48	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.57	0.50	มากที่สุด
6. นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตัวเอง	4.60	0.49	มากที่สุด
7. นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริง	4.67	0.47	มากที่สุด
8. นักเรียนมีกระบวนการคิดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.40	0.49	มาก
9. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.43	0.56	มาก
10. นักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน	4.63	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.59	1.82	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.82 ซึ่งอยู่ในความพึงพอใจ ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริงจากกิจกรรมการเรียน มีความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 0.47 รองลงมา คือ นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนมาคิดปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลวิจัย การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนซึ่งเป็นคะแนนกระบวนการ เฉลี่ยร้อยละ 80.50 และมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นคะแนนผลลัพธ์เฉลี่ยร้อยละ 84.17 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ในส่วนผลของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา คะแนนคิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.59 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าข้อที่ 7 นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริง มีคะแนนสูงสุด เฉลี่ย 4.67

จากข้อมูลสรุปผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผน 13 ชั่วโมง มีการประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนสังเกตและตอบปัญหาจากภาพที่กำหนดให้ และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล เมื่อนักเรียนระบุปัญหาได้แล้วให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามใบกิจกรรม ระบุสาเหตุ แนวทางการแก้ไขและเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้จาก STEM education ในการออกแบบการแก้ปัญหาคำหนดขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม กำหนดเป้าหมายเวลาในการแก้ปัญหา และวาดภาพประกอบ ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบและลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามวิธีการที่ออกแบบไว้ ขั้นที่ 5 สรุปผลการแก้ปัญหา โดยนักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้ค้นคว้าและคิดออกมาพร้อมทั้งร่วมกันประเมินชิ้นงานและร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 และเมื่อได้นำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการประเมินตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ผลการประเมินจากกระบวนการและผลลัพธ์ยังสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความเข้าใจ ควบคู่กับความสนุกสนานเกิดกระบวนการคิดลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง อีกทั้งนักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาโดยการนำวิธีการวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยอาศัยคำแนะนำของครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Unkaew (2018, Online) ได้ให้แนวทางการสอนแบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำจุดเด่นมาบูรณาการทั้ง 4 สาขา มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงาน 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาคำถามหรือแก้ไขชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และยังสอดคล้องกับ Singto (2020, pp. 387-398) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อนำกิจกรรมไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในส่วนผลของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาของนักเรียน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา กิจกรรมในแต่ละขั้นจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72.67 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ต้องใช้การคิดรวบรวมตั้งแต่ขั้นระบุปัญหาจนถึงขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ทำให้ผู้เรียนสับสนกับวิธีการแก้ปัญหาและวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ จึงส่งผลให้นักเรียนพัฒนาการตรวจสอบผลลัพธ์ได้ไม่เต็มที่

แต่สามารถพัฒนาต่อไปในบทเรียนอื่นได้ คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นรวบรวมข้อมูล มีคะแนนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 81.33 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง ศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนคือ การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม ทำให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (1962, p. 120) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านการพัฒนาว่าเริ่มมีพัฒนาการมาตั้งแต่ชั้นที่ 3 เด็กอายุ 7-8 ปี โดยเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างง่าย และพัฒนามาถึงขั้นที่ 4 คือ “Stage of Concrete Operations” เด็กที่มีอายุ 11-12 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลที่สูงขึ้น ซับซ้อนขึ้น และเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สอดคล้องกับ Wangdee and Bunterm (2022, pp. 35-43) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยอาศัยคำแนะนำของครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ความชำนาญในการแก้ปัญหาอีกด้วย ผลการวิจัยยังมีผลเช่นเดียวกับ Khamsmile and Sranamkam (2019, pp. 16-34) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับ “มาก”

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หากผู้ที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรวางแผนการบริหารระยะเวลาและขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุดเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลาย ๆ ฝ่าย ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญที่สละเวลาตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องของแผนการสอน ตรวจทานความถูกต้องของข้อสอบการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะผู้บริหารคณาจารย์ และนักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Donhongpai, P. (2013). The effects of multimedia based on the inquiry process on substance around us on learning achievement and capability in solving scientific problems of pathomsuksa six students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*, 6(1), 782-792. (in Thai)
- Khamsmile, P., & Sranamkam, T. (2019). The Effects of Blended Learning with Stem Education to Enhance Science Problem Solving Thinking for Grade VIII Students. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 1(5), 16-34. (in Thai)
- Likert, R. (2017). The Impact of Leadership Style on Middle Managers' Motivation: A Study of the Ministry of Civil Aviation in Egypt. *Journal of Business and Management Sciences*. 2017, DOI: 10.12691/jbms-5-3-5, 100-107.
- Munkham, S. (2004). *Teaching Strategies for Problem-Solving Thinking*. Bangkok: Printmaking. (in Thai)
- Office of the Secretariat of the Council of Education. (2017). *National Education Plan 2017–2036*. Bangkok. https://www.stou.ac.th/Offices/Oaa/OaaOldPage/Professional/Train_Professional/oaainfo/oaadep/Dept04/webcur63/Rule_MUA/Plan_Inter2560-2579.pdf. (in Thai)
- Panich, V. (2015). Ways to create learning for students in the 21st century. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 1(2), 3-14.
- Pitipornatapin, S. (2015). *Learning Science and Society for the 21st Century*. Samutprakan: Boss Printing. (in Thai)
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). 21st Century Learning Framework. [Online]. Retrieved January, 2023, from <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Piaget, J. (1962). The Stage of The Intellectual Development of The Child. *Thinking and Reasoning*. The United of America: Penguin Book.
- Singto, A. (2020). The development of stem education learningactivities to enhance problem solving thinking ability for mathayomsuksa 1. *Journal of MCU Nakhondhat*, 7(7), 387-398. (in Thai)
- Thailand competitiveness enhancement program. *Human Resource*. Retrieved on January 2023. <https://elibrary.tceb.or.th/getattachment/4d7d9a38-a4da-4582-8ec8-00bcd1d28ba2/6265.aspx>. (in Thai)
- Wangdee, L., & Bunterm, T. (2022). The effects of stem education learning management on problem-solving thinking ability and science achievement of mathayomsuksa 3 students. *Journal of Graduate School Sakon Nakhon Rajabhat University*, 19(86), 35-43. (in Thai)
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher*, 41(4), 16-18.
- Unkaew, S. (2018). *STEM education*. http://www.kids.ru.ac.th/document/KM/STEM_by_T.Somchaiunkeaw.pdf. (in Thai)
- Richey, R. C., & Klein. J. D. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*, Routledge, New York. <https://doi.org/10.4324/9780203826034>.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials integrating Science, technology, engineering, and mathematics*. New Hampshire : Heinemann.