

การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในประเพณีไหลแพไฟ จังหวัดอุตรดิตถ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Using STEM EDUCATION Management to Develop Creative Problem-Solving Skills in the Uttaradit Lai Phae Fai Tradition of Mathayomsuksa 2 Students

วิภาพร เวียงเงิน¹, สิริินา กิจเกื้อกุล²

Wipaporn Wiang-Ngurn¹, Sirinapa Kijkuakul²

Corresponding Author E-mail: wiangngurn.wipaporn@gmail.com

Received: 2023-05-29; Revised: 2023-06-14; Accepted: 2023-07-01

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION 2) พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก และ 3) ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 2 คน โดยวิธีการแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบบันทึกกิจกรรมแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ชิ้นงานของนักเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยมีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.879 ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

1) แนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (1) ขั้นระบุปัญหา ควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน (2) ขั้นรวบรวมข้อมูล ควรให้นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการสร้างชิ้นงาน (5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ควรมีการแสดงผลการทดสอบ โดยอาจให้นำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนสามารถเห็นได้ชัดเจน (6) ขั้นนำเสนอผลการแก้ปัญหา ควรให้นักเรียนได้สะท้อนหรือตีความเกี่ยวกับการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน 2) นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ โดยสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีที่สุด แต่มีความสามารถในการเตรียมความพร้อมที่จะดำเนินการแก้ปัญหาได้น้อยที่สุด และ 3) ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า ทั้ง วงจรที่ 1 - 3 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละอยู่ในระดับดี ร้อยละ 87.5, 75 และ 87.5 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION, ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์, ปริซึมและทรงกระบอก, ประเพณีไหลแพไฟ

¹ นิสิตระดับการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹ Master of Education Program Student, Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

² Lecturer of Education Program, Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University

Abstract

This research aims to 1) study how to use STEM EDUCATION, 2) to develop the creative problem-solving skills of Mathayomsuksa 2 students in Prisms and Cylinders and 3) study the results of developing creative problem-solving skills of Mathayomsuksa 2 students in Prisms and Cylinders using STEM EDUCATION management. The target groups were 2 students studying in the 2nd semester of the 2022 academic year from one of the Educational Opportunity Expansion Schools in Tron District, Uttaradit Province with purposive sampling. The research instruments included activity form, reflective form, students' tasks, and a creative problem-solving skill test with the reliability level of 0.879. The data were analyzed through content analysis. The findings found that

1) the STEM EDUCATION approach needed 6 steps: (1) problem identification: it concerned the use of a situation that is relevant to students' everyday lives; (2) data gathering: students should be able to understand the various concepts involved in the situation; (3) process design for problem solving: this encouraged students to use mathematical concepts to solve problems; (4) planning and solving a problem, this enabled students to see the relationship between the mathematical concepts and tasks; (5) testing and improving the tasks, students needed to present them clearly in front of the class and (6) presenting solutions, this allowed students to reflect on how to use mathematical concepts to solve problems or tasks. 2) Students can develop creative problem-solving skills by being able to understand the problem with the best ability but have the least ability to prepare to take an action, and 3) the results of developing creative problem-solving skills were found that in the 1st – 3rd cycles, the students had an average percentage in a good level of 87.5%, 75%, and 87.5% respectively.

Keywords: STEM EDUCATION, Develop Creative Problem-Solving Skills, Prisms and Cylinders, Lai Phae Fai Tradition

บทนำ

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมสูง จนบางครั้งนักเรียนไม่สามารถมองเป็นรูปธรรม เพื่อสร้างความเข้าใจได้ โดยเฉพาะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกทักษะในด้านมิติสัมพันธ์ และการให้เหตุผลแบบต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากขั้นตอนทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ เพื่อให้เกิดลำดับขั้นตอนในการแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อหาข้อค้นพบและสามารถตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมีระบบ ระเบียบ และเป็นพื้นฐานของหลายสาขาวิชา ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมเข้าใจได้ยาก มีเนื้อหาที่ละเอียดเน้นทางด้าน การคำนวณ และทฤษฎีหากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง จึงไม่สามารถเข้าใจได้ ซึ่งปัจจุบันครูมุ่งสอนเนื้อหาตามธรรมชาติมากกว่า การเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ นักเรียนจึงไม่สามารถเรียนคณิตศาสตร์จากนามธรรมสู่รูปธรรมได้ ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงมีทัศนคติไม่ดีกับวิชาคณิตศาสตร์เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะในการคิดคำนวณ และ ทักษะการคิดแก้ไขปัญหา คณิตศาสตร์ (จิระประภา คำภาเกษ. 2563)

ในปัจจุบันการดำรงชีวิตแตกต่างจากสมัยอดีตกล่าวคือ สภาพบริบทในยุคปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มีวิถีชีวิตที่ใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินชีวิต ดังนั้นการศึกษาที่ส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีความ จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในอนาคต ซึ่งทักษะในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ พื้นฐานของทักษะที่สำคัญอีกหลายประการ จึงถือ ได้ว่าการคิดที่ครอบคลุมกระบวนการคิดขั้นสูงทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดอย่าง สร้างสรรค์ (Creative Thinking) และการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking) ที่จัดเป็นการคิดที่สำคัญสำหรับ นักเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาได้ตรงตามเป้าหมายและแผนการศึกษาแห่งชาติ (สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา. 2560) ซึ่งสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579 ที่กล่าวว่า คนไทยทุกคนต้องได้รับ การศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุขและสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 เป็นนักคิด นักแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ แนวคิด หรือวิธีการ ที่รู้จักการคิดสร้างสรรค์หรือจัดกระทำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเอง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ โดยใช้หลักการสร้างสรรค์และหาแนวทางในการประดิษฐ์ขึ้น

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งจะเห็นได้จาก ผลการประเมินนักเรียนในระดับนานาชาติ ชื่อโครงการ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development) หรือ OECD จากผลการประเมินของ PISA 2003 ที่เน้นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา ที่พัฒนาขึ้นภายใต้กรอบโครงสร้างของการประเมินการแก้ปัญหาของ PISA อย่างเคร่งครัด (OECD PISA Collaborative Problem-Solving Expert Working Group. 2013) ซึ่งผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนของไทยเพียง 3% เท่านั้นที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาอยู่ที่ระดับสูงสุด ระดับ 3 และมีนักเรียนไทยกว่า 41% ที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานต่ำกว่าระดับ 1) จากผลการประเมินของ PISA ในครั้งต่อมา ในปี ค.ศ. 2012 2015 และ 2018 ตามลำดับ พบว่า ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียนมีแนวโน้มที่ดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนไทยที่มีระดับการแก้ปัญหาคือเป็นลำดับที่สูง ซึ่งหมายความว่านักเรียนไทยนั้นสมรรถนะในการแก้ปัญหาอยู่ที่ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐบาลที่จัดตั้งขึ้นเพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศไทยจึงมุ่งหน้าขับเคลื่อนการพัฒนา “STEM” ซึ่งเป็นคำย่อของ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เป็นหนึ่งแนวคิดในการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะดังกล่าวได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม สภาพการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตามสภาพจริง ครูจำนวนมากยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบายประกอบการยกตัวอย่างให้นักเรียนฟัง สิ่งนี้นักเรียนได้เพียงแค่ท่องจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ (กิตติพัฒตะกุลสุข. 2546) จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยแสดงให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมจึงมีความสำคัญเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ที่มีการจัดการเรียนรู้ที่ยังคงเน้นรูปแบบการบรรยายอันเนื่องมาจากระยะเวลาการเรียนการสอนที่มีจำนวนจำกัด แต่เนื้อหาในหลักสูตรที่นักเรียนต้องเรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนจึงต้องจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาครบตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

จากบริบทของโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการเรียนการสอน เป็นโรงเรียนขยายโอกาสตั้งอยู่ในชุมชนแห่งหนึ่งในอำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งชุมชนแห่งนี้มีแม่น้ำน่านไหลผ่านซึ่งเปรียบเสมือนเส้นเลือดใหญ่ที่หล่อเลี้ยงประชาชนชาวเมืองตรอนมาโดยตลอด คนในชุมชนจึงพร้อมใจกันจัดงานประเพณีไหลแพไฟ เป็นพิธีขอขอบคุณพืชพันธุ์ธัญญาหารและสายน้ำ รวมถึงแสดงวิถีชีวิตของชาวบ้านในอำเภอดอน ซึ่งจัดเป็นประจำทุกปี และชาวบ้านมีความเชื่อหากแพไฟที่ทำขึ้นนอกจากจะให้ความสวยงามแล้วแพไฟต้องลอยไปได้ไกล เทียนในแพไฟไม่ดับระหว่างลอย จะแสดงให้เห็นว่าการทำนายนเกี่ยวกับการเกษตรในปีถัดไปจะเป็นไปด้วยความราบรื่นหรือการดำรงชีวิตในอนาคตอย่างมีความสุข ซึ่งหากพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์แล้วนั้น แพไฟมีความไม่สมบูรณ์จึงทำให้ขาดสมดุล เกิดการจมก่อนจะลอยไปได้ไกล เอียง หรือคว่ำขณะลอยได้ และอีกปัญหาที่มักพบในขณะที่ลอยแพไฟ ก็คือ เทียน ซึ่งเทียนมีขนาดเล็ก ตั้งได้ยาก ดับไว จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวส่งผลต่อความเชื่อของชาวบ้านในชุมชนเป็นอย่างมาก ผู้ทำวิจัยจึงวิเคราะห์ได้ว่าการทำแพไฟนั้นควรมีลักษณะที่ไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไปให้ความสมดุลกับเทียนหรือสิ่งของที่ตกแต่งภายในแพไฟเพื่อไม่ให้เกิดการเอียงไปทางใดทางหนึ่งที่จะเป็นเหตุให้แพจมลง ซึ่งขนาดของเทียนที่กล่าวมานั้นพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์ควรมีขนาดที่พอดีไม่เล็กหรือใหญ่เกินไปในพื้นที่ในแพไฟ ตั้งง่าย เทียนที่มีขนาดพอดีจะทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศและหากมีขนาดใหญ่เกินไปจะส่งผลให้ไม่มีพื้นที่ให้อากาศเข้ามาเทียนจะดับง่ายและหากเล็กเกินไปก็จะส่งผลให้มีอากาศเข้ามาเกินไป เทียนก็จะดับง่ายเช่นกัน จะเห็นได้ว่าจะต้องคำนึงถึงขนาดพื้นที่ของแพไฟเป็นหลักซึ่งต้องพิจารณาตามหลักของคณิตศาสตร์ในการคำนวณ จะทำให้เกิดความสมดุลระหว่างแพ และเทียน ทำให้เทียนสามารถดับช้า และแพไหลตามน้ำได้โดยไม่จมลง โดยเฉพาะการเชื่อมโยงการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหา เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก เป็นเนื้อหาในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ศึกษาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ สมบัติของรูปและตำแหน่งในปริภูมิจึงทำให้สามารถนำมาใช้ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในประเพณีไหลแพไฟ จังหวัดอุตรดิตถ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนให้ดีขึ้นทำให้นักเรียนสามารถที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งใน อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION
2. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก
3. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

การทบทวนวรรณกรรม

คำว่า “สะเต็ม” เป็นคำทับศัพท์ที่มาจากอักษรภาษาอังกฤษ “STEM” ซึ่งเป็นชื่อย่อของศาสตร์หรือสาขาวิชาการทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดย Oxford Dictionary ได้ให้ความหมายว่า STEM เป็นคำย่อเชิงวิชาการที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนที่ใช้ความเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาความหมายของแต่ละศาสตร์จะมีคำอธิบาย และลักษณะดังนี้

S ย่อมาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาหลักของหลักสูตรการศึกษาในหลาย ๆ ประเทศโดยเฉพาะระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์ยังหมายถึงการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกทั้งที่เกิดจากมนุษย์และเกิดขึ้นเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ การได้มา ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาความเป็นไปของธรรมชาติสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

T ย่อมาจาก Technology หรือ เทคโนโลยี หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้นจากพื้นฐานความเป็นธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งมักจะทำให้มนุษย์มีความสะดวกสบายหรือปลอดภัยมากขึ้น เทคโนโลยีเป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยเทคโนโลยี มีนัย 3 ประการ คือ 1) เทคโนโลยีในฐานะศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นความรู้และแนวปฏิบัติเพื่อการออกแบบ และนำเทคโนโลยีไปใช้ 2) เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเฉพาะ และ 3) เทคโนโลยีด้านการจัดการเรียนการสอน โดยไม่ว่าจะมองจากนัยใด เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพก็ต้องผ่านกระบวนการออกแบบทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Technological design หรือ Technological design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

E ย่อมาจากคำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นการประยุกต์ความรู้ ทักษะ กระบวนการและความเชี่ยวชาญในเชิงวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคมและการนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง วิศวกรรมศาสตร์ใน สะเต็มจึงหมายถึงศาสตร์ด้านกระบวนการ มากกว่าจะเป็นศาสตร์อย่างวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ (สุธีระ ประเสริฐสรณ์. 2559) โดยเน้นการออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา การใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบหรือสร้างบางสิ่งขึ้นมาโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

M ย่อมาจาก คำว่า Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ หมายถึง ภาษาของจำนวน รูปร่าง และปริมาณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม การเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 3 เรื่องหลัก คือ 1) กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical thinking) ได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ 3) การส่งเสริม

การคิดเชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูง (higher-level mathematical thinking) จากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION กับ การใช้เนื้อหาข้อมูลประเพณีไหลแพไฟท์ที่ผู้เรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน

ทักษะแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

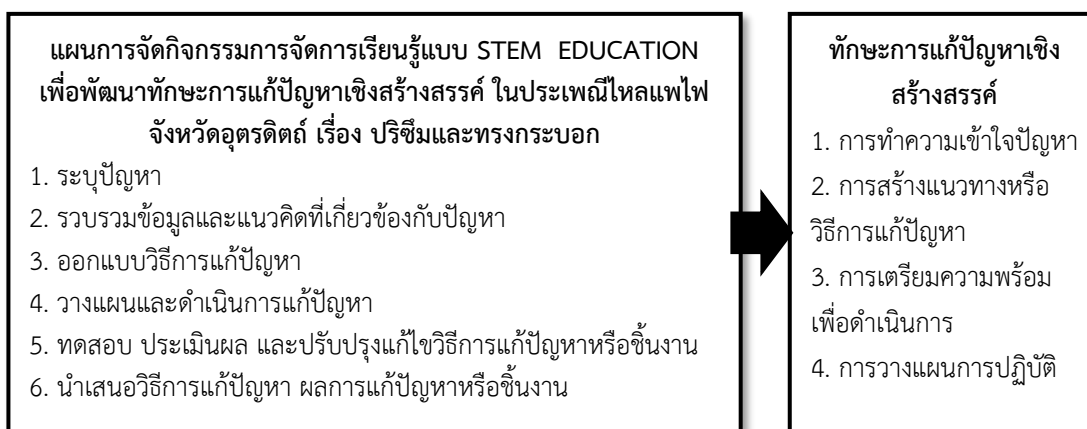
พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ, วรินทร์ สุภาพ, และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม (2562) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่จากการคิดที่มีระบบ มีแบบแผน โดยประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างความคิดที่หลากหลาย และความคิดวิจารณ์ญาณในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ตลอดจนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหาด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง จนกระทั่งสามารถหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบและบรรลุเป้าหมายในที่สุด

ทรงยศ สกุลยา, และวรินทร์ สุภาพ (2563) กล่าวถึง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นกระบวนการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่าง จากการคิดที่มีระบบแบบแผน ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ญาณในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ตลอดจนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหาด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง จนสามารถหาผลลัพธ์และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบและสมบูรณ์ ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการแสวงหาคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเดิม โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ญาณในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ตลอดจนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหาจนกระทั่งบรรลุตามจุดมุ่งหมาย

ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี, และเนาวนิตย์ สงคราม (2560) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในทิศทางเดียวกันว่า การประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถพิจารณาได้จากการสังเกต และการใช้คำถาม ในขณะที่เด็กปฏิบัติกิจกรรมทั้งกิจกรรมรายบุคคลและกลุ่ม ด้วยการบันทึกภาพ พฤติกรรม และการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมและผลงาน การประเมินผลงาน โดยทำการประเมินเป็นระยะต่อเนื่องเพื่อพัฒนาการความก้าวหน้า ในการแสดงออกของการปฏิบัติกิจกรรมที่แสดงถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การสัมภาษณ์ที่มีการเตรียมคำถามให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นต่อการแสดงออก และต่อผลงานที่สังเกตจากการใช้ภาษา การเรียบเรียงคำพูด และการประยุกต์ใช้ต่อสิ่งที่เด็กแสดงออกในทางสร้างสรรค์ และนำเสนอผลงานของตนเองด้วยความภูมิใจ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดและประเมินผลของทักษะแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของ ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี มาปรับการประเมินให้เหมาะสมกับกิจกรรม มีสังเกตและการใช้คำถาม ในขณะที่เด็กปฏิบัติกิจกรรมทั้งกิจกรรมรายบุคคลและกลุ่ม ด้วยการบันทึกภาพ การสัมภาษณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมและชิ้นงาน การประเมินชิ้นงาน โดยทำการประเมินเป็นระยะต่อเนื่องเพื่อดูพัฒนาการความก้าวหน้าในการแสดงออกของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Kemmis (1996. อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล. 2557) ประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน (Plan) ขั้นตอนปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอดุตรดิตถ์ จำนวน 2 คน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION จำนวน 3 แผน โดยใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง นำแผนนี้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีคุณภาพในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.27)

2. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายได้สะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำการจดบันทึกบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้หรือไม่ อย่างไร และควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร ซึ่งมีคุณภาพในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.29$, S.D. = 0.22)

3. แบบบันทึกกิจกรรม นำแบบบันทึกกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเพื่อให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบบันทึกกิจกรรมต่อไป ซึ่งมีคุณภาพในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.25)

4. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นในการใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนเกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ต่อไป ซึ่งมีคุณภาพในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.27)

วิธีรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนที่เข้าร่วมวิจัยทราบ ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 12 ชั่วโมง ในขณะที่ทำการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทำการบันทึกข้อมูลในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยร่วมกับผู้มีส่วนร่วมในการทำวิจัยสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นนำผลที่ได้ไปปรับปรุงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

การวิเคราะห์ข้อมูล แนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้จากผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล สำหรับผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

(Content Analysis) โดยนำข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรม แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวของปริซึม (ฐานแปะไฟ)

ขั้นวางแผน (Plan: P) วิเคราะห์ปัญหาของผู้สอนและนักเรียน สืบค้นเอกสาร ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวของปริซึม (ฐานแปะไฟ)

ขั้นปฏิบัติ (Act: A) ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา โดยเล่าประวัติความเป็นมาของประเพณีไหลแปะไฟ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมโดยผู้วิจัยกล่าวถึง เรื่อง พื้นที่ผิวของปริซึม (ฐานแปะไฟ) และการสร้างแปะไฟ ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แจกแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนสืบค้นความหมายของรูปทรงปริซึม และวิธีการหาพื้นที่ผิวของปริซึมในแต่ละรูปแบบลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้นักเรียนออกแบบฐานของแปะไฟด้วยโปรแกรม Power Point จากนั้นพิมพ์แบบแล้วนำมาติดลงในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งให้แสดงวิธีการคำนวณหาพื้นที่ผิวของแปะไฟ ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ให้นักเรียนสร้างฐานของแปะไฟตามทีออกแบบ ในระหว่างที่สร้างฐานของแปะไฟ ให้นักเรียนบันทึกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างแปะไฟ พร้อมทั้งระบุแนวทางแก้ไขลงในแบบบันทึกกิจกรรม ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของผลงานโดยการนำไปลอยน้ำ จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบ ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบ อธิบายถึงหลักการสร้างฐานแปะไฟของตนเอง และผลการทดลองของฐานแปะไฟของตนเอง หลังจากนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากการสร้างฐานแปะไฟ

ขั้นสังเกต (Observe: O) พบว่า นักเรียนคนที่ 2 ไม่รู้จักปริซึม หาพื้นที่ผิวของปริซึมไม่ได้ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความเข้าใจเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมนั้นยังมีความยากอยู่ นักเรียนคนที่ 2 ไม่สามารถออกแบบเรือแปะไฟจากความคิดของตัวเองได้ มีการดูตัวอย่างจากนักเรียนคนที่ 1 และจากอินเทอร์เน็ต

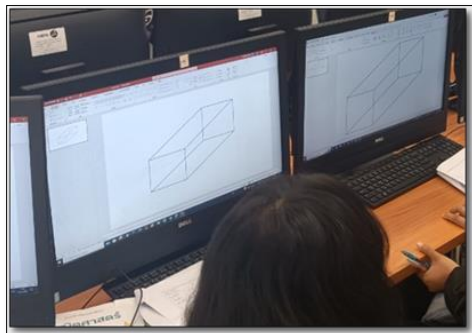
ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมทุกคน ในการถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ เช่น ควรให้นักเรียนดูเรือแปะไฟโดยใช้สื่อวีดิทัศน์แทนภาพนิ่ง ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดคำนึงถึงการออกแบบฐานแปะไฟให้เหมาะสมกับชิ้นงานของนักเรียน และใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าใจว่าการออกแบบรูปทรงฐานของเรือควรคำนวณน้ำหนักของเรือร่วมด้วยเพื่อให้แปะไฟนั้นสามารถลอยน้ำได้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรของปริซึม (โครงระดับแปะไฟ)

ขั้นวางแผน (Plan: P) วิเคราะห์ปัญหาของผู้สอนและนักเรียน สืบค้นเอกสาร ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญ วางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ขั้นปฏิบัติ (Act: A) ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา นำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพประเพณีไหลแปะไฟของอำเภอดุสิต จังหวัดอุตรดิตถ์ จากนั้นใช้ประเด็นคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ให้นักเรียนสืบค้นความหมายของปริมาตร วิธีการหาปริมาตรของปริซึมในแต่ละรูปแบบ ความหมายของมวลและความหนาแน่นของวัตถุลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ให้นักเรียนออกแบบโครงระดับแปะไฟด้วยโปรแกรม Power Point จากนั้นพิมพ์แบบแล้วนำมาติดลงในแบบบันทึกกิจกรรม แจกอุปกรณ์ ได้แก่ กระดาษแข็ง คัตเตอร์ กรรไกร ไม้บรรทัด ปืนกาว ในการสร้างโครงระดับแปะไฟ และแสดงวิธีการคำนวณหาปริมาตรของตลับบนแปะไฟ ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ให้นักเรียนสร้างโครงระดับแปะไฟตามทีออกแบบ ในระหว่างที่สร้างนั้นให้นักเรียนบันทึกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้าง พร้อมทั้งระบุแนวทางแก้ไขลงในแบบบันทึกกิจกรรม โดยพบว่า นักเรียนคนที่หนึ่งพบปัญหา ฐานไม่สมดุล และเรือเอียงเพราะสร้างสูง ส่วนนักเรียนอีกคนพบว่า เรือจมเพราะสร้างเล็กและเรือมีน้ำหนักมาก โดยแนวทางแก้ไขของนักเรียนคนที่หนึ่งเป็นการวัดขนาดฐานของเรือใหม่เพื่อให้เกิดความสมดุล ส่วนนักเรียนคนที่สองเลือกการสร้างขนาดของเรือให้มีความพอดีสร้างให้ใหญ่ แล้ววัดขนาดให้เท่ากัน จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอปัญหาและอุปสรรคของการทำงานหน้าชั้นเรียน ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนทดสอบ

ประสิทธิภาพของผลงานโดยการนำไปลอยน้ำ จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบ ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบ อธิบายถึงหลักการสร้างโครงระดับเรือของตนเอง และผลการทดลองโครงระดับเรือของตนเอง หลังจากนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากการสร้างโครงระดับเรือ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความเข้าใจเรื่องพื้นที่ผิวของปริซึม จากการเขียนแบบร่าง (ฐานไฟฟ้า) ได้อย่างสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรม Power Point

ขั้นสังเกต (Observe: O) นักเรียนแต่สามารถออกแบบอุปกรณ์ตกแต่งของไฟฟ้าเป็นรูปเรขาคณิตได้ แต่ยังพบว่าไม่สามารถคาดคะเนปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและหลากหลาย สามารถแก้ไขปัญหาดังที่วางแผนไว้ได้ และสามารถคำนวณหาปริมาตรได้อย่างถูกต้อง แม้มีคำนวณที่ผิดพลาดไปได้แต่ก็แก้ปัญหาการคำนวณได้ และใช้เวลาในการคำนวณที่ค่อนข้างนานอาจเนื่องด้วยยังไม่ถนัดในการหาสูตรการคำนวณ

ขั้นสะท้อนผล (Reflect: R) ผู้สอนจะต้องมีการนำเข้าสู่สถานการณ์การแก้ปัญหาโดยการนำนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์การลอยตัวของเรือ แล้วจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้สามารถมองภาพของรูปทางเรขาคณิตที่มีอยู่ในชีวิตจริง ควรมีการทบทวนความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อาจใช้คำถามกระตุ้น หรือการยกตัวอย่างสิ่งของที่เห็นในชีวิตประจำวัน และควรส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม การจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมสำหรับการทำกิจกรรม

วงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก (เทียนไฟฟ้าระดับ)

ขั้นวางแผน (Plan: P) วิเคราะห์ปัญหาของผู้สอนและนักเรียน สืบค้นเอกสาร ศึกษาผู้เชี่ยวชาญ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ขั้นปฏิบัติ (Act: A) ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสนทนา เกี่ยวกับไฟประดับตกแต่งไฟฟ้าที่นักเรียนได้ไปดูจากของจริงในประเพณีไหลไฟ มีทั้งไฟประดับแบบใช้ไฟฟ้าและไฟประดับที่ทำจากเทียน ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ให้นักเรียนสืบค้นความหมายของทรงกระบอก วิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอกในแต่ละรูปแบบ ความหมายของการหลอมเหลวและการแข็งตัวของสารลงในแบบบันทึกกิจกรรม ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ให้นักเรียนออกแบบเทียนไขด้วยโปรแกรม Power Point จากนั้นพิมพ์แบบแล้วนำมาติดลงในแบบบันทึกกิจกรรม แจกอุปกรณ์ให้กับนักเรียน ได้แก่ เศษเทียนไข สังกะสีชนิดบางสำหรับทำแม่พิมพ์เทียนไข ลวด คีมตัดลวด หม้อ และเตาไฟฟ้า และสร้างแม่พิมพ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ รวมถึงแสดงวิธีการคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของเทียนไข ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ให้นักเรียนสร้างเทียนประดับไฟฟ้าตามได้ออกแบบในระหว่างที่สร้างเทียนประดับไฟฟ้า บันทึกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างพร้อมทั้งระบุแนวทางแก้ไขลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอปัญหาและอุปสรรคของการทำงานหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนทั้งสองคนพบปัญหาและอุปสรรคที่เหมือนกันคือ การแข็งตัวของเทียนไขกว่าจะแข็งตัวออกมาเป็นรูปเทียน ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของผลงานโดยการนำไปลอยน้ำ จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบ ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบ อธิบายถึงหลักการสร้างเทียนประดับไฟฟ้าของตนเอง และผลการทดลอง หลังจากนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากการสร้าง ร่วมกันอภิปราย

เพื่อลงข้อสรุปในประเด็นต่อไปนี้ ความหมายของทรงกระบอก การหาพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก พื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกระบอก ปริมาตรทรงกระบอก และความหมายของการเปลี่ยนสถานะของสาร

ขั้นสังเกต (Observe: O) นักเรียนทุกคนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และคนสามารถแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรมได้อย่างสนุกสนานและได้วิธีการที่หลากหลาย รวมทั้งสามารถคาดคะเนปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมได้ แม้จะพบปัญหาการทำกิจกรรม แต่ก็สามารถดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้องได้

ขั้นสะท้อนผล (Reflect: R) นักเรียนสามารถบอกความหมายของทรงกระบอกได้ และใช้ความรู้เรื่องทรงกระบอกในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ เมื่อเสร็จกิจกรรมแนวคิดเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถออกแบบเทียนไขประดับแพไฟ โดยมีการศึกษาเรื่องทรงกระบอกและการเปลี่ยนสถานะของสาร ในการละลายเทียนไขเพื่อออกแบบเทียนไขประดับแพไฟเป็นขั้นตอน มีการวางแผนการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้ และสามารถสร้างชิ้นงานตามระยะเวลาที่กำหนด สามารถออกแบบเทียนไขประดับแพไฟออกมาได้ตรงตามที่สถานการณ์และเกณฑ์การทดสอบกำหนด สามารถมองเห็นปัญหาและอุปสรรคและรู้ว่าควรปรับปรุงชิ้นงานด้วยการนำชิ้นงานที่หลอมแล้วไปไว้ยังที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อการแข็งตัวอย่างรวดเร็วของเทียน มีการนำเสนอชิ้นงานของตนเองได้อย่างน่าสนใจ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนและสามารถร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ตอนที่ 2 ผลพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

1. ผลพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ วงจรที่ 1 พบว่า 1) การทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 2) ด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 3) ด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 และ 4) ด้านการวางแผนการปฏิบัติของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 100 สรุปในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการรู้ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อยู่ในระดับดีร้อยละ 87.5 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 12.5

2. ผลพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ วงจรที่ 2 พบว่า 1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 2) ด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 3) ด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 50 ระดับพอใช้ที่ร้อยละ 50 4) ด้านการวางแผนการปฏิบัติของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 100 สรุปในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละการรู้ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับดี ร้อยละ 75 ในระดับพอใช้ ร้อยละ 25

3. ผลพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ วงจรที่ 3 พบว่า 1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 2) ด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีร้อยละ 100 3) ด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 100 4) ด้านการวางแผนการปฏิบัติของนักเรียนเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดีที่ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ร้อยละ 50 สรุปในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละการรู้ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับดี ร้อยละ 87.5 ในระดับพอใช้ ร้อยละ 12.5

อภิปรายผล

1. แนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก พบว่า ขั้นตอนการวางแผน: ก่อนการนำนักเรียนเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ควรมีดำเนินการจัดเตรียมสื่อที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากนั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้เหมาะสม ถ้ามีการจัดสภาพแวดล้อมที่ดีที่เหมาะสมกับผู้เรียน จะเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมหรือสนับสนุนให้เกิดความสะดวกสบาย ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ มีกำลังใจ และมีความพึงพอใจในการเรียน ทำให้เกิดสมาธิและเกิดการเรียนรู้ในที่สุด (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์, 2554) ขั้นตอนปฏิบัติการ: ควรมีการสนทนาพูดคุยในประเด็นที่น่าสนใจ อาจยกสถานการณ์มาร่วมกันพูดคุย โดยจะต้องพยายามใช้คำถามปลายเปิดร่วมด้วย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน ขั้นตอนระบุดูปัญหา: สถานการณ์ปัญหาควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน หรือเป็น สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของ

นักเรียนที่นักเรียนคุ้นเคย จะช่วยให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่ามีแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาก็ได้และไม่มี ความซับซ้อนมากเกินไป ขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา: ควรให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยการซักถามหรือใช้แบบทดสอบ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการแก้ไข โดยการยกตัวอย่างให้เกิดความเข้าใจ และต้องบริหารจัดการเวลาในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม ขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา: ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหา โดยใช้คำถามปลายเปิดซักถาม และควรเน้นย้ำให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานให้ละเอียด หรือมีการลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจน ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา: ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและเห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการสร้างชิ้นงาน ให้แนวคิดที่ว่าชิ้นงานที่นักเรียนกำลังสร้างมีความสัมพันธ์กับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา: ควรมีการแสดงผลการทดสอบ โดยอาจให้นำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน ให้นักเรียนสามารถเห็นได้ชัดเจน ให้นักเรียนได้สังเกตผลการทดสอบ ชิ้นงานของตนเองว่ามีผลออกมาเป็นอย่างไร โดยอาจใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดหรืออาจยกตัวอย่างวิธีการคิดโดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้เข้าใจแล้วให้นักเรียนได้คิดแก้ไขปัญหด้วยตนเอง ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา: ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และหลังการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ให้นักเรียนได้สะท้อนหรือตีความเกี่ยวกับการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานนั้นว่าส่งผลอย่างไรต่อการแก้ปัญหาหรือต่อชิ้นงานมากน้อยเพียงใด ช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดหรือไม่ อย่างไร สอดคล้องกับ Robert (2013) ที่กล่าวว่าครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลการออกแบบหน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถาม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของครูและเพื่อน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขผลงานของตนเอง ขั้นสังเกต: ควรมีการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นของนักเรียน ควรให้นักเรียนได้สังเกตบันทึก ผลการปฏิบัติกิจกรรมอย่างชัดเจนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหาได้ตรงจุด การสังเกตในการเรียน การปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน เป็นความสามารถของครูในการดู การเห็น และการรับรู้สิ่งที่นักเรียนแสดงออกมา ขณะอยู่ในชั้นเรียนอย่างรอบคอบและมีสติ รวมถึงสภาพแวดล้อมรอบตัวในชั้นเรียน (Schack, Fisher, & Wilhelm. 2017) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ: ควรนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสังเกตการณ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขในการปฏิบัติกิจกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรมควรตั้งคำถามแบบปลายเปิด โดยลักษณะการตั้งคำถามที่เน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์และอภิปรายการสะท้อนคิดของตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการตระหนักรู้การรู้คิดของตนเองจากประสบการณ์เดิม และส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่หรือเนื้อหาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพได้ สอดคล้องกับ Sherwood (2017) ที่กล่าวว่า การสะท้อนคิดเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการทำ ความเข้าใจ แยกแยะและอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะปรับมุมมองของตนเอง การสะท้อนคิดจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในเหตุการณ์หรือมีประสบการณ์

2. ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้น การทำความเข้าใจปัญหา ในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 3 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100

2.1 นักเรียนมีพัฒนาการด้านการทำความเข้าใจปัญหาที่สูงขึ้น การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา ในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 ในวงจรที่ 3 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมที่มีความใกล้ชิดตัวนักเรียนและการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มช่วยให้ นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทางและนำไปแก้ปัญหาโดยสามารถเข้าใจถึง ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Lyn, & Donna (2015) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถประยุกต์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาเข้ากับวิทยาศาสตร์ในการออกแบบ ชิ้นงานและแก้ปัญหาได้

2.2 นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น การเตรียมความพร้อมเพื่อ ดำเนินการ ในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 ในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ใน ระดับพอใช้ ร้อยละ 50 ในวงจรที่ 3 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ อาจเนื่องจากการตรวจสอบความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สังเกตเห็นได้จาก การแสดงวิธีการคิดการดำเนินการต่าง ๆ การใช้แนวคิดเกี่ยวกับปริซึมและทรงกระบอกมาใช้ในการออกแบบ ปรับปรุงชิ้นงานได้อย่างชัดเจน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีการบูรณาการความรู้วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหานั้นต้องใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงสามารถส่งเสริมการใช้ หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

2.3 นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการที่สูงขึ้น การวางแผนการปฏิบัติ ในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 3 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 นักเรียนสามารถสำรวจหาวิธีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้จริง และมีการเตรียมความพร้อมในการดำเนินการ ดังนั้นการเตรียมความพร้อม จึงเป็นการดำเนินกิจกรรมของกระทำที่ได้ถูกเตรียมพร้อม เพื่อให้เกิดความมั่นใจและตั้งใจในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ให้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนคุณสมบัติหรือสภาวะที่พร้อมจะทำงานหรือกระทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างแน่วแน่จะประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ (สามารถ ทองเผือ. 2557)

2.4 นักเรียนมีพัฒนาการด้านการวางแผนการปฏิบัติที่สูงขึ้น และการวางแผนการปฏิบัติ ในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 ในวงจรที่ 3 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50 นักเรียนสามารถพิจารณาวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติกิจกรรมได้จริงในการวางแผนขั้นตอนเครื่องมืออย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของวณันต์ ชูรัตน์ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส พบว่า ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิกพบว่าการพัฒนาที่ขึ้นตามลำดับและหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้สาขาวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมความรู้พื้นฐานในแต่ละสาขาวิชาหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และทบทวนความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจแนวคิดที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับบูรณาการในการแก้ปัญหา ในบางขั้นตอนอาจจะต้องมีการเสริมเทคนิคลงไปเพื่อช่วยให้ขั้นตอนนั้นมีประสิทธิภาพขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกัน

1.2 ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาเอกสาร แนวคิดทางเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อใช้ในการวางแผนและออกแบบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION กับการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ

2.2 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือเนื้อหาอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ. **วารสารคณิตศาสตร์**. 46(474-475): 54-58.
- จิระประภา คำภาเก. (2563). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทรงยศ สกุลยา, และวรินทร์ สุภาพ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 22(4): 88-100.
- พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ, วรินทร์ สุภาพ, และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต**. 13(1): 70-84.
- วันสนั่น ชูรัตน์. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศศิธร ศรีวังษญาดี, และเนาวนิตย์ สงคราม. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์. **Online Journal of Education**. 12(3): 185-201.
- สามารถ ทองเผื่อ. (2557). การเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน ปี 2558 ของหน่วยงานผลิตบัณฑิตในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติการพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2559). สะเต็มศึกษา: ปัญหาจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม. สงขลา: นำศิลป์โฆษณา.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2554). รายงานการวิจัย เรื่องการศึกษาสภาพแวดล้อมทางการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- Lyn, & Donna. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. **International journal of stem education**. 2: 1-18.
- OECD PISA Collaborative Problem-Solving Expert Working Group (2013). **PISA 2015 draft collaborative problem-solving framework**. Retrieved May, 25, 2023, from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>.
- Roberts, A. (2013). STEM is here. Now what?. **Technology and engineering Teacher**. 73(1): 22.
- Schack, E. O., Fisher, M. H., & Wilhelm, J. (2017). **Teacher noticing: Bridging and Broadening perspectives, contexts, and frameworks**. New York, NY: Springer International.
- Sherwood Horton-Deutsch. (2017). **Reflective Practice: Transforming Education and Improving Outcomes**. Indianapolis: Sigma Theta Tau International.