

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา*

Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 4 Students on the Topic of Solution by Using STEAM Education

¹พงศกร พลสุโพธิ์, ²อรุณรัตน์ คำแหงพล และ ³หรรษกร วรธนสาร

¹Phongsakorn Pholsupho, ²Arunrat Khamhaengpol and ³Hassakorn Wattanasarn

^{1,2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

^{1,2}Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

³Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: Phol.phongsakorn@gmail.com



บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.61)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน; สเต็มศึกษา; สารละลาย

Abstract

The purposes of this research were to 1) construct of lesson plans based on STEAM education on the topic of solution to follow the criterion efficiency 80/80, 2) compare creative thinking of students before and after using the constructed materials, 3) compare learning

achievement of students both before and after using the constructed lesson plans, and 4) study satisfaction of students toward the proposed lesson plans. A quantitative research model was used. The sample of this study consisted of 40 students in Mathayomsuksa 4/1, at Thatnaraiwittaya School, Muang district, Sakon Nakhon province, during academic year 2020. They were randomly selected by using the cluster random sampling. The instruments included 1) lesson plans based on STEAM education, 2) creative thinking test, 3) learning achievement test, and 4) satisfaction questionnaire. The collected data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent sample.

The results of this study were as follows: 1) the efficiency of lesson plans based on STEAM education on the topic of solution was 80.98/80.11 percent, which was satisfied the criterion efficiency 80/80 2) creative thinking of students after learning was higher than that of before using the constructed material at significant level of .01, 3) the learning achievement of students after learning was higher than that of before using the constructed materials at significant level of .01, and 4) satisfaction of students toward the proposed lesson plans based on STEAM education was at the highest level. ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.61)

Keywords: Creative Thinking; Learning Achievement; STEAM Education; Solution

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนจะต้องมีการพัฒนาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโลก ในศตวรรษ ที่ 21 ส่งผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการศึกษา ของทุกประเทศ ทำให้ทุกประเทศต้องมีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และการศึกษาอย่างรอบด้าน (Office of the Education Council, 2017) โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษา เป็นลำดับแรก เนื่องจากระบบการศึกษาเปรียบเสมือนเครื่องมือในการขัดเกลาความรู้ความสามารถของคน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างสรรค์อนาคตของชาติให้เติบโตขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ (Sattrapruek, 2017) ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เน้นให้นักเรียนพึ่งพาตนเอง ครูต้องฝึกฝนตนเองให้มีทักษะ ในการเป็นโค้ช (Coach) และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้นักเรียน นอกจากนี้ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรมยังเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Panich, 2015) ผลการทดสอบ การศึกษาขั้นพื้นฐานระดับชาติ (Ordinary National Educational Test: O-NET) และผลการประเมิน คะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 พบว่า เรื่องสารและสมบัติของสาร มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28 ซึ่งถือว่ามีความต่ำ จากผลการทดสอบ ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน เพื่อทันต่อ การเปลี่ยนแปลงของโลก (National Institute of Educational Testing Service, 2019)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะทางการคิดอย่างหนึ่งที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต ได้ด้วยเหตุนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญ และถูกจัดอยู่ในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ของทักษะในศตวรรษที่ 21 และเป็นทักษะที่คนไทยควรพัฒนา (Intavimolsri, Kaewdee, and Pattaradilokrat, 2019) โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและ

การพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) องค์การ OECD และประเทศสมาชิกมีความมั่นใจว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ภายใต้ความหลากหลายของระบบการศึกษาและวัฒนธรรมของแต่ละประเทศ คณะกรรมการบริหารโครงการ PISA จึงมีมติให้มีการเพิ่มการสอบ PISA ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการสอบ PISA ครั้งที่ 2022 (National PISA Operation Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2021) อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี สมรรถนะด้านความสามารถในการคิดโดยเฉพาะการคิดอย่างสร้างสรรค์ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ เป็นการคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศให้กับนักเรียน และทำให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังนั้นนักเรียนจึงเป็นพลเมืองของประเทศในอนาคตที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม (Ministry of Education, 2008)

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยเฉพาะวิชาศิลปะ ช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์และเกิดจินตนาการที่สามารถนำไปสู่การแสดงออกในรูปแบบต่างๆ (Sriboon, and Pongen, 2019; Khamhaengpol, Sriprom, and Chuamchaitrakool, 2021; Conradty, Sotiriou, and Bogner, 2020; Chung, and Li, 2021) การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้ สามารถจดจำความรู้ได้ยาวนาน และสามารถนำความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ (Intavimolsri, Kaewdee, and Pattaradilokrat, 2019; Tayea, Mophan, and Waedrama, 2017) อีกทั้งยังมีงานวิจัยของ Thammayod, Khamhaengpol, and Pansuppawat (2021) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีความสามารถในการคิด นำไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหาสาระ แต่จะมุ่งเน้นหรือฝึกให้นักเรียนรู้จักการคิด และให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้ และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้นำไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพในอนาคต

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และคุณสมบัติบางประการของสารละลาย ซึ่งความรู้เรื่องสารละลายเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และมีประโยชน์ต่อนักเรียน ฝึกให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ และเป็นนักคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ สามารถมีทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และประกอบอาชีพที่ดีมีคุณธรรม อีกทั้งช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80
- 2.) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร แนวคิดทฤษฎี

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (Khamhaengpol, Sriprom, and Chuamchaitrakool, 2021; Thammayod, Khamhaengpol, and Pansupawat (2021) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาในภาคสนาม

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน แผนละ 2-4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้) ที่โรงเรียนธาตุพนมวิทยาสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธาตุพนมวิทยาสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์การสอนอย่างน้อย 15 ปี และอาจารย์ผู้สอนรายวิชาเคมี วิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จำนวน 2 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อคำถาม ความชัดเจนของภาษา และความตรงเชิงเนื้อหา โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน 15 ชั่วโมง ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากนั้น

นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนชาตุนารายณ์วิทยา วิเคราะห์ผลและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สารละลาย แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ วัดความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว (จำนวน 1 ข้อ) ความคิดยืดหยุ่น (จำนวน 2 ข้อ) ความคิดริเริ่ม (จำนวน 1 ข้อ) และความคิดละเอียดลออ (จำนวน 2 ข้อ) เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างและให้คะแนนแบบทดสอบตามการวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) มีผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์กับตัวชี้วัด จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้องมากที่สุด และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ครอบคลุม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.65 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.80

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย สร้างตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้องมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูล ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการขออนุญาตจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งได้เลขหนังสือรับรองโครงการวิจัย คือ 012/2564

2) จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนชาตุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างและประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน

3) ครูชี้แจงและอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เข้าใจ

4) ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 แผน แผนละ 2-4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5) เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนจากนั้นทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน จากนั้นทำการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

6) ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์และค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และทำการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการศึกษาวิจัยและการนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่าหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน และหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กระบวนการ/ผลลัพธ์	จำนวนนักเรียน (N)	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	40	200	161.97	3.91	80.98
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	130	104.14	7.22	80.11

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงาน และแบบทดสอบท้ายแผนในแต่ละแผน จำนวน 5 แผน คะแนนเต็ม 200 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 161.97 คิดเป็นร้อยละ 80.98 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คะแนนเต็ม 130 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.14 คิดเป็นร้อยละ 80.11 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนมีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนรวม	t
ก่อนเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	8.81	2.91	42.74	31.08**
			ความคิดยืดหยุ่น	9.86	2.58		
			ความคิดริเริ่ม	11.78	2.81		
			ความคิดละเอียดลออ	12.29	3.36		
หลังเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	19.52	1.93	80.15	31.08**
			ความคิดยืดหยุ่น	18.76	2.16		
			ความคิดริเริ่ม	21.28	1.89		
			ความคิดละเอียดลออ	20.59	2.68		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 39$ $t_{39} = 2.43$)

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่วสูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคิดคล่องแคล่วเพิ่มขึ้น 10.71 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน และมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ย 4 องค์ประกอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.74 และ 80.15 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 31.08 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (N เท่ากับ 40, df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนมีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

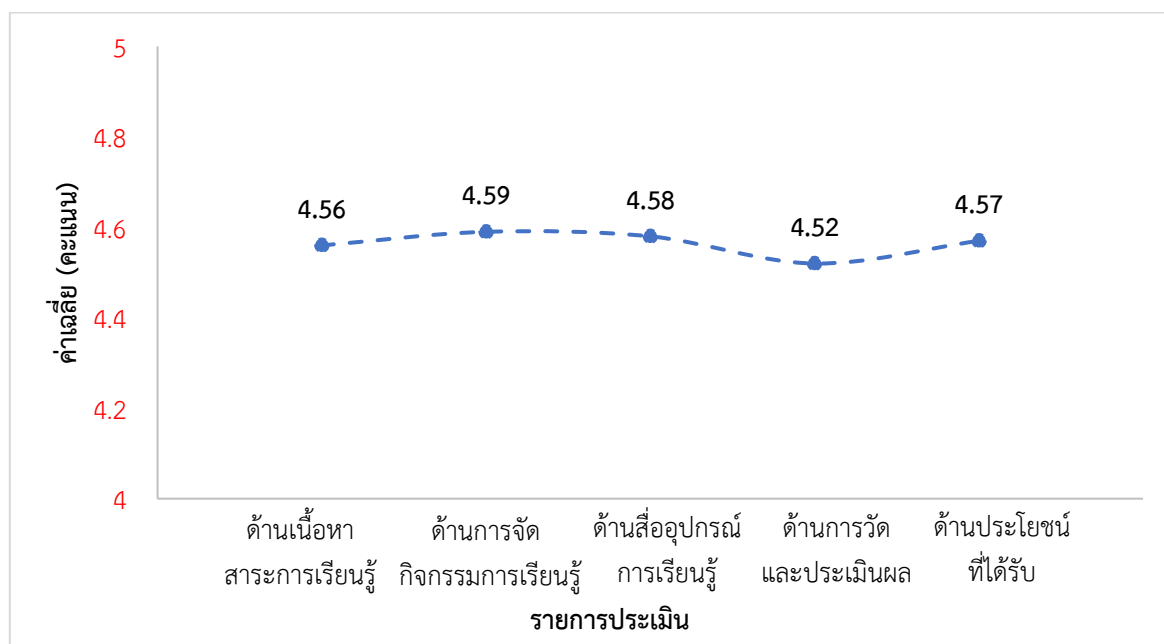
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	30	13.47	2.09	28.42**
หลังเรียน	40	30	24.00	2.10	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 39$ $t_{39} = 2.43$)

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 และ 13.47 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 28.42 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (N เท่ากับ 40, df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 1



Picture 1: The Satisfaction of Mathayomsuksa 4 students by using STEAM Education on the Topic of Solution

จากภาพที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาในด้านต่างๆ เรียงจากลำดับมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.61) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.60) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.58) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.62) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.62) ซึ่งความพึงพอใจของนักเรียนในแต่ละด้านอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผน การออกแบบแก้ปัญหา จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนาน และเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง จึงส่งผลให้ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา คือ แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และ ชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรมการแก้ปัญหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ชิ้นงาน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (เมล็ดยางพาราแปลงร่าง) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (พลังงานทางเลือก: ไบโอดีเซล) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (มหัศจรรย์เจลล้างมือสุดเจ๋ง) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (สบู่เลมอน) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (เย็นสุดขีดด้วยไอศกรีมหลอด) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำและพัฒนาทักษะต่างๆ โดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้ แสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สามารถแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนานวัตกรรมหรือชิ้นงานต่างๆ และเกิดแนวคิดใหม่ ซึ่งในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ โดยการออกแบบร่างชิ้นงานจนนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบร่างชิ้นงาน นักเรียนจะได้ฝึกความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ในการออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และมีความละเอียดลออ อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกความคิดยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานที่เหมาะสม และความคิดคล่องแคล่วในการคิดพิจารณาสาเหตุ และผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยระบุคำตอบให้ได้มากที่สุด ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้



Picture 2: The learning management by using STEAM Education and Problem-Solving Pieces to Develop Creativity

1. **ระบุปัญหา** ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและระดมความคิดเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

2. **รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกัน หรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน ว่ามีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้าง หรือไม่ ทำอย่างไรและได้ผลอย่างไร ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ใด ด้วยวิธีการใด เพื่อนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา

3. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** นักเรียนระดมสมองคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยเน้นการฝึกความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นนักเรียนทำการร่างแบบแนวคิดของแต่ละวิธีโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ มีความหลากหลาย แปลกใหม่ น่าสนใจ แล้วประเมินว่าควรเลือกวิธีการใดในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เพื่อนำไปปฏิบัติจริง

4. **วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้และดำเนินการแก้ไขปัญหาหรือการสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ตามแผนที่วางไว้

5. **ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข** นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินชิ้นงาน โดยยึดว่าได้ชิ้นงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุงชิ้นงาน

6. **นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา** นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนของการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การดำเนินการแก้ปัญหา และปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างชิ้นงาน การปรับปรุงชิ้นงานหรือผลการแก้ปัญหา

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผ่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม และประเมินคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง และรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษานำให้นักเรียนได้ลงมือทำ ทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สามารถแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เกิดแนวคิดใหม่ ทำให้คำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน (E_1) และคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัย Subcharoen, Tungkunan, and Kantathanawat (2020) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ 1 (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การพัฒนาโครงงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.45/86.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Benchapich, and Pariput (2020) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของเด็กรุ่นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา พบว่าชุดกิจกรรมแบบสเต็มศึกษาอยู่ในระดับสูง โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยคิดเป็น 81.06

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jampong, and Prammanee (2017) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา พบว่าชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jituaflua (2020) ได้ศึกษาผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาฐานหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่ชีวิตและอาชีพสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.76/83.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่วสูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคิดคล่องแคล่วเพิ่มขึ้น 10.71 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสดำเนินการคิดและออกแบบสร้างสรรค์ผลงาน ผ่านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยการนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมสเต็มมาใช้เพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ นักเรียนมีโอกาสดึงคิดกับสมาชิกภายในกลุ่มในขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยคิดคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ให้ได้จำนวนคำตอบมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด (Intavimolsri, Kaewdee, and Pattaradilokrat, 2019) นอกจากนั้น ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เฉลี่ย 4 องค์ประกอบ มีคะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 42.74 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 80.15 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีกิจกรรม 6 ขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน โดยทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่ น่าสนใจเป็นกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการคิดต่างๆ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มความสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ และให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเปิดเผย ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tayea, Mophan, and Waedrama (2017) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saksriwan, and Pongern (2020) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมศิลปะแบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิชาศิลปะ พบว่า ผลงานศิลปะสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยกิจกรรมศิลปะแบบสเต็มศึกษา อยู่ระดับดี กิจกรรมวัสดุท้องถิ่น ประดิษฐ์เป็นจักสานอยู่ระดับดีมาก และกิจกรรมศิลปะจากแรงบันดาลใจในท้องถิ่นอยู่ระดับดีมาก

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 13.47 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Issanapong, Chaiprasert, and Singlop (2021) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thammayod, Khamhaengpol, and Pansuppawat (2021) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ด้าน เท่ากับ ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.61) อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน ทั้งนี้ความพึงพอใจของนักเรียนในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.61) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongthong (2020) ได้ศึกษา การเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา มีค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ด้านเท่ากับ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.37) อยู่ในระดับมาก ดังนั้นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีโอกาสวางแผน และออกแบบกิจกรรม ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ ทำให้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจมากที่สุด

สรุป

จากผลการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการ จัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเป็นกิจกรรม ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และร่วมกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนได้แสดง ความคิดเห็นอย่างเปิดเผย ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มความสามารถ การเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมโดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม การเตรียมสื่อ เพื่อกระตุ้น ความสนใจของนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีความน่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มศักยภาพ

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จ ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ (Coach) มากกว่าให้ความรู้ (Teach) มีการทำงานร่วมกัน สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ หรือใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ในภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน

References

- Benchapich, P., & Pariput, P. (2020). The Development of Early Childhood Children's Problem-solving Ability Through Learning Activity Package Based on STEAM Education. *Journal of Roi Et Rajabhat University*, 14(2), 90-99.
- Chung, S. K., & Li, D. (2021). Issues-based STEAM Education: A Case Study in a Hong Kong Secondary School. *International Journal of Education & the Arts*, 22(3), 1-22.
- Conradty, C., Sotiriou, A. S., & Bogner, F. X. (2020). How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-efficacy and Motivation. *Education Sciences*, 10(3), 1-15.
- Intavimolsri, S., Kaewdee, S., & Pattaradilokrat, S. (2019). Effects of Using the STEAM Education Approach in Biology on Scientific Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students. *Journal of Education Studies*, 47(2), 410-429.
- Issanapong, S., Chaiprasert, P., & Singlop, S. (2021). STEAM Education Approach on Learning Achievement, Scientific Creativity and Attitude toward Chemistry for Grade 10 Students. *MBU Education Journal*, 9(2), 37-47.
- Jampong, M., & Prammanee, N. (2017). Development of Training Package for Work Creation Through Steam Education Approach on Energy around Us. *EAU Heritage Journal Social Sciences of Humanity*, 7(3), 81-92.
- Jituafua, A. (2020). The Development of STEAM Education Integrated Learning Unit Combined with Philosophy of Sufficiency Economy for Grade 4-6 Students. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 11(2), 252-267.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM Activity on Nanotechnology to Determine Basic Science Process Skills and Engineering Design Process for High School Students. *Thinking Skills and Creativity*, 39(4), 1-7.
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum A.D. 2008*. Bangkok: Ministry of Education.
- National Institute of Educational Testing Service. (2019). *Summary of the Results of the Basic National Educational Test (O-NET) Academic Year 2019*. Bangkok: Ministry of Education.
- National PISA Operation Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). *Preparation for International Standard Student Competency Assessment Year 2021*. Bangkok: Ministry of Education.

- Panich, V. (2015). Ways to Create Learning for Students in the 21st Century. *Journal of Learning Innovations Walailak University*, 1(2), 1-14.
- Rasmimariya, K. (2016). A Development of Scientific Experiment Packages on Substance and Properties of Substances for Mathayomsuksa 4 Students of Patumwan Demonstration School. *Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences)*, 8(16), 125-135.
- Saksriwan, D., & Pongern, W. (2020). The Development of Art Activities Based on STEAM with the Local Learning Resources to Promote the Creative Works of Third Grade Students. *Silpakorn Educational Research Journal*, 12(2), 53-70.
- Sattrapruek, S. (2017). Flipped Classroom in 21st Century Learning for Development of Learning and Innovation Skills. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 28(1), 100-108.
- Sriboon, S., & Pongern, W. (2019). The Learning Outcomes of STEAM Education Based on Problem Based Learning to Developing Mathematical Skills and Process for Seventh Grade Students. *Journal of Education Studies*, 47(1), 526-547.
- Subcharoen, P., Tungkunan, P., & Kantathanawat, T. (2020). The Effect of Learning Management Plan with E-learning Based on STEAM Education on 10th Grade in Project Development of Technology 1 Subject (Computing Science). *Journal of Industrial Education*, 19(2), 90-99.
- Tayea, F., Mophan, N., & Waedrama, M. (2017). Effect of STEAM Education on Science Learning Achievement, Creative Thinking and Satisfaction of Grade 5 Students towards the Learning Management. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2), 1-14.
- Thammayod, A., Khamhaengpol, A., & Pansuppawat T. (2021). Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of Separation of Substances Using STEAM Education Combined with the Philosophy of Sufficiency Economy. *Journal of MCU Peace Studies*, 10(1), 142-159.
- Wongthong, P. (2020). Integrated Steam Education Teaching Practice for Improving Critical Thinking and Problem-solving Abilities of First Grade Students in Small Primary School. *Journal of Education Khon Kaen University*, 1(10), 94-110.