

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Development of Creative Thinking and Learning Achievement of
Mathayomsuksa 1 Students on the Topic of Climate Change Process
by Using STEAM Education

ณรงค์เดช สีมาสม^{1*} อรุณรัตน์ คำแหงพล¹ และกุลวดี สุวรรณไตรย์²
Narongdet Seemasom^{1*}, Arunrat Khamhaengpol¹ and Kulwadee Suwannatri²

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.69)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สะเต็มศึกษา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000

*Corresponding author; email: narongdet.se64@snru.ac.th

(Received: 22 April 2024; Revised: 24 August 2024; Accepted: 20 December 2024)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2024.54>

Abstract

The purposes of this research were to 1) construct and develop lesson plans based on STEAM education on the topic of Climate Change Process for students in Mathayomsuksa 1 to follow the criterion efficiency 80/80, 2) compare creative thinking of students before and after using the constructed lesson plans, 3) compare learning achievement of students both before and after using the constructed lesson plans, and 4) study the satisfaction of students toward the proposed lessons plans The sample consisted of 40 students in Mathayomsuksa 1, Thatnaraivittaya School, The Secondary Educational Service Area Office Sakon Nakhon, semester 2 of the academic year 2023. They were randomly selected by using the cluster random sampling. The tools used include 1) lesson based on STEAM education, 2) creative thinking test, 3) learning achievement test, and 4) satisfaction questionnaire. The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent sample. The research results found that, 1) the efficiency of the lesson plans based on STEAM education on the topic of Climate Change Process for students in Mathayomsuksa 1 was 80.83/82.46, which was satisfied the criterion efficiency 80/80. 2) The creative thinking of students after learning was higher than that of before at significant level of .01. 3) The learning achievement of students after learning was higher than that of before at significant level of .01, and the 4) satisfaction of students toward the constructed lesson plans was at the highest level. ($\bar{X}$ = 4.69)

Keywords: Creative thinking, STEAM education, Learning achievement, Climate change process

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก โดยเฉพาะการอำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ทั้งนี้ล้วนเป็นผลมาจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ การศึกษาเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดและทักษะชีวิต มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล มีกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดสังเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ เนื่องจากโลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเดิม ๆ จึงมักใช้ไม่ได้ผล จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงมีความจำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน เพราะความคิดสร้างสรรค์จะนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ การประดิษฐ์คิดค้น และเกิดนวัตกรรมใหม่ (ภัสสร ติตมา และคณะ, 2558) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง หลายแง่มุม โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (เอกพร ธรรมยศ และคณะ, 2565)

สภาพปัญหาระบบการศึกษาปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้เด็กรู้ และจดจำข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ทำให้เด็กขาดการกระตุ้นเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ในวัยที่เหมาะสมที่ควรจะได้รับ (สมชาย พรหมสุวรรณ, 2560) นอกจากนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นแบบบรรยาย และท่องจำยังส่งผลให้นักเรียนขาดการแสดงออกทางความคิด นิยมการ

เลียนแบบและคล้อยตามความคิดเห็นของผู้อื่น (ภัสสร ติตมา และคณะ, 2558) โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ได้ประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในประเทศไทย ผลการประเมิน PISA 2022 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการประเมิน PISA 2018 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน และด้านการอ่าน 393 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนลดลง 17 คะแนน และด้านการอ่านมีคะแนนลดลง 14 คะแนน ตามลำดับ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567)

จากการจัดการเรียนการสอน การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ และใบงาน ของผู้วิจัยในหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ พบปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน คือ นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนได้ แต่ไม่สามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังไม่เกิดความคิดที่แปลกใหม่ในการออกแบบ การวางแผน การสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนยังเกิดการลอกเลียนแบบความคิดจากนักเรียนคนอื่น ทำให้นักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยการสอดแทรกตามเนื้อหาวิชาหรือจัดเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และคิดหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Khamhaengpol et al., 2021) จากงานวิจัย ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา สามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลและสรุปผลได้อย่างเป็นขั้นตอนแสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกทั้งการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ยังช่วยพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้กับนักเรียนได้อีกด้วย (ภิญโญ วงษ์ทอง, 2562)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างแนวคิด หรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งยังช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

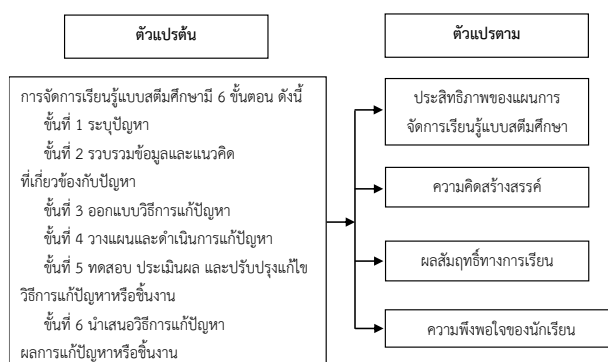
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ อยู่ในระดับมากที่สุดรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 557 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ สมรรถนะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ วิจัยสอน/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน เครื่องมือวัดประเมินผลของเนื้อหา วิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จากหนังสือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้ 1) บรรยากาศของเรา 2) อุณหภูมิอากาศ 3) ความกดอากาศและลม 4) เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ 5) ความชื้น 6) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 0.5-1.00 ถือว่ามีความ สอดคล้อง โดยแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบ ความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดย แนวการสร้าง แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดย ให้คะแนนด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อในการทดสอบ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนด้านความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอ ต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 1.00 จากนั้นนำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างหาค่า

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.71

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทั้ง 6 ด้าน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 1.00 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.38-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20-0.55 แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบ ของลิเคิร์ต (Likert) เป็น 5 ระดับ โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 0.95

การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนนารายณ์วิทยา จำนวน 40 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขออนุญาตการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ HE 66-106

2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียนเข้าใจ

4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ก่อนที่จะดำเนินการสอน

5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมิน ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ 1) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน 1) วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 2) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) 3) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) 4) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ต เป็น 5 ระดับ

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำ ชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน 6 กิจกรรม ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 บรรยากาศของเรา (กิจกรรม เครื่องบินตะลุย

ชั้นบรรยากาศ) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อุณหภูมิอากาศ (กิจกรรม บ้านลดอุณหภูมิอากาศ) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความกดอากาศและลม (กิจกรรม กังหันลมสารพัดประโยชน์) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ (กิจกรรม การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ความชื้น (กิจกรรม ลดความชื้นอย่างไรดี) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (กิจกรรม แผ่นฉนวนกันความร้อน) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
1. บรรยากาศของเรา	40	20	16.18	0.78	80.88
2. อุณหภูมิอากาศ	40	20	16.51	0.81	82.13
3. ความกดอากาศและลม	40	20	16.44	1.04	82.25
4. เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ	40	20	17.36	0.84	86.88
5. ความชื้น	40	20	16.40	0.87	81.88
6. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	40	20	17.30	0.85	86.50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน	40	120	94.35	2.34	78.63
รวม	40	240	194.45	3.43	80.83

จากตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 194.45

2. ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	40	100	81.83	3.43	81.83
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40	30	25.38	1.78	84.58
รวม		130	107.20	3.81	82.46

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดสอบเสร็จสิ้นลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.20

3. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	40	240	194.00	3.43	80.83
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	130	107.20	3.81	82.46
$E_1/E_2 = 80.83/82.46$					

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 80.83 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.46 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

4. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$ (รวม)	S.D. (รวม)	t
ก่อนเรียน	40	25	ความคิดคล่องแคล่ว	14.70	1.91	69.25	2.78	23.96**
		25	ความคิดยืดหยุ่น	19.10	2.22			
		25	ความคิดริเริ่ม	18.90	1.95			
		25	ความคิดละเอียดลออ	16.65	2.26			
		25	ความคิดคล่องแคล่ว	18.18	1.82			
หลังเรียน	40	25	ความคิดยืดหยุ่น	22.80	2.13	81.83	3.43	
		25	ความคิดริเริ่ม	21.60	1.72			
		25	ความคิดละเอียดลออ	19.25	2.23			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 t39= 2.42)

จากตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านความคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น 3.70 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน และมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ย 4 องค์ประกอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.25 และ 81.83 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 23.96 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (N เท่ากับ 40, df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดง

ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	100	69.25	2.78	23.96**
หลังเรียน	40	100	81.83	3.43	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 t39= 2.42)

จากตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.25 คะแนน และ 81.83 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 23.96 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	30	13.23	1.51	31.19**
หลังเรียน	40	30	25.38	1.78	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 t39= 2.42)

จากตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนนั้นมีคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.23 คะแนน และ 25.38 คะแนน ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 31.19 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต df เท่ากับ 39 มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.70	0.46	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.74	0.42	มากที่สุด
3. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้	4.69	0.47	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล	4.70	0.46	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.62	0.46	มากที่สุด

จากตาราง 7 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เมื่อพิจารณาในด้าน ๆ เรียงลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.46) 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เท่ากับ ($\bar{x} = 4.70$, S.D. = 0.42) 3) ด้านการวัดและการประเมินผล เท่ากับ ($\bar{x} = 4.70$, S.D. = 0.47) 4) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ เท่ากับ ($\bar{x} = 4.69$, S.D. = 0.47) และ 5) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ เท่ากับ ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.46) โดยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จึงส่งผลให้ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ โดยการออกแบบชิ้นงาน จนนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน การแก้ปัญหา ในขั้นตอนการออกแบบ ศิลปะจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น มาใช้ในการออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะได้ฝึกความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ในการออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ สวยงาม และมีความละเอียดลออ อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกความคิดยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน และความคิดคล่องแคล่วในการคิดพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ประโยชน์จากชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยระบุคำตอบให้ได้มากที่สุด ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สรุปเป็นองค์ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ 6 ขั้น ดังนี้



ภาพ 2 องค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับปัญหาจากตัวอย่างสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่าง และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาที่ได้ศึกษาอย่างตรงประเด็น ตระหนักให้เห็นถึงสภาพจริงของปัญหา และเป้าหมายของการแก้ปัญหา เจาะใจ หรือข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เกิดจากอะไร มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร โดยศึกษาหลักการ วิธีการแก้ปัญหา จากใบความรู้ หนังสือเรียน หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ โดยจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ เจาะใจ ข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนการสร้างชิ้นงานจากวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้ จากนั้นนักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้อย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงานและประเมินชิ้นงานโดยยึดว่า ได้ชิ้นงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมาย หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรก หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุงชิ้นงาน

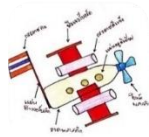
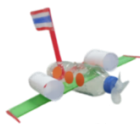
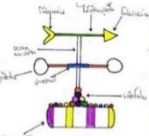
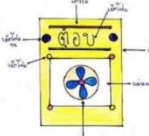
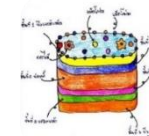
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนของการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การดำเนินการแก้ปัญหา และปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างชิ้นงาน การปรับปรุงชิ้นงานหรือผลการแก้ปัญหา การทดสอบการประเมินกระบวนการเหล่านี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ

คณิตศาสตร์ สามารถลงข้อสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สามารถนำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์นวัตกรรม และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลงานจากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน โดยตัวอย่างการออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 การออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 บรรยากาศของเรา (กิจกรรม เครื่องบินตะลุยก้นบรรยากาศ)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อุณหภูมิอากาศ (กิจกรรม บ้านลดอุณหภูมิอากาศ)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความกดอากาศ และลม (กิจกรรม กังหันลมสารพัดประโยชน์)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เมฆ ฝน พายุ และ การพยากรณ์อากาศ (กิจกรรม การพยากรณ์ อากาศ เมฆ ฝน พายุ)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ความชื้น (กิจกรรม ลดความชื้นอย่างไรดี)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (กิจกรรม แผ่นฉนวนกันความร้อน)		

จากตาราง 8 การออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลงาน ชิ้นงาน ของนักเรียน โดยบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ได้ร่วมกันคิดประดิษฐ์ชิ้นงานนั้นมีการออกแบบได้อย่างสร้างสรรค์ มีความแปลกแปลกใหม่ มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ และนักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้อย่างเต็มที่ สามารถนำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์นวัตกรรม และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

อภิปรายผลและสรุป

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการ สร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ และรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ ทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สามารถแก้ไขปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เกิดแนวคิดใหม่ ทำให้ของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ขึ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเหมาะสมและประเมินคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพาซุดา เบญจพิชญ์ และปริญา บริพุฒ (2563) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา พบว่า ชุดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับสูง โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยคิดเป็น 81.06 สอดคล้องกับ งานวิจัยของเอกพร ธรรมยศ และคณะ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สอดกับงานวิจัยของ พงศกร พลสุ โพธิ์ และคณะ (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ที่กำหนดไว้ อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของมินากาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา พบว่าชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถนำไปพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ แก้ไขปัญหาได้อย่าง สร้างสรรค์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงขึ้นตามเกณฑ์ที่ กำหนดไว้

2. ความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x}$ = 69.25, S.D. = 2.78) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ ($\bar{x}$ = 81.83, S.D. = 3.43) แสดง ว่าด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม กระบวนการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้าน ความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และด้านความคิดละเอียดลออ โดยทำการออกแบบผลงานที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่ น่าสนใจ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของสมรักษ์ อินทวิมลศรี และคณะ

(2562) ได้ศึกษาการนำศิลปะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับวิชาอื่น ทำให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพนักเรียนได้นำความรู้จากการศึกษามาสู่การสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกเผชิญหน้ากับสถานการณ์ การแก้ปัญหาได้ และการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของภิญโญ วงษ์ทอง และคณะ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒมาอัสไวนี ตาเย๊ะ และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนคิดอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนเกิดการคิดที่หลากหลาย คิดได้อย่างอิสระ และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 13.23$, S.D. = 1.51) และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 25.38$, S.D. = 1.78) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการเป็นขั้นตอน เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา นักเรียนได้องค์ความรู้ที่หลากหลายจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในห้องเรียน สอดคล้องกับภิญโญ วงษ์ทอง (2562) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนวิทยาศาสตร์ที่แสดงความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 60 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ รัชฎาภรณ์ จันทรทอง (2562) ได้ศึกษาการใช้ STEAM Education พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับภาวิณี เทียมดี และคณะ (2565) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน นำองค์ความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.69 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อวิเคราะห์รายด้าน โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.74$) 2. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.70$) 3. ด้านการวัด

และการประเมินผล ($\bar{x} = 4.70$) 4. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.69$) และ 5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{x} = 4.62$) มีค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ด้าน เท่ากับ ($\bar{x} = 4.69$, S.D. = 0.45) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ด้วยรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เช่น การศึกษาค้นคว้าหาความรู้นอกห้องเรียน การทดลอง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ฝึกแก้ปัญหา และฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และมีความสุขในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการของตนเองที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เชื่อมโยงความคิดอย่างมี เหตุผล และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภิญโญ วงษ์ทอง และคณะ (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ มาก และได้รายงานผลจากการสัมภาษณ์นักเรียน นักเรียนมีความสุขและสนุกสนานจากการทำกิจกรรม ได้ทดลอง ปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงาน ชิ้นงานของตนเอง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีโอกาสวางแผน ได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น นักเรียนได้เรียนรู้ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจต่อ กิจกรรมการเรียนรู้โดยภาพอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรม ทำให้สนุก ไม่น่าเบื่อ และ ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมโดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม การเตรียมสถานการณ์ตัวอย่างจากสิ่ง ที่เกิดขึ้นรอบตัวของนักเรียนให้ตรงตามเนื้อหาในบทเรียน และตรงตามตัวชี้วัด โดยนำเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้ามา บูรณาการกับเนื้อหา และเลือกรายวิชาอื่นนอกเหนือจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ เข้ามาผนวกเข้ากับสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนเกิดการคิด สร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพให้สูงขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งในแต่ละขั้นตอน จะมีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามาก ผู้สอนจะต้องมีการอธิบายในแต่ละขั้นตอนให้ละเอียด และให้คำแนะนำก่อนทำกิจกรรม ต่าง ๆ โดยครูผู้สอนต้องทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ ออกมาตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

บทบาทสำคัญของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิด ความคิดสร้างสรรค์ คือครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล

เชื่อมโยงข้อมูลและสรุปผลได้อย่างเป็นขั้นตอนด้วยหลักการและเหตุผล เช่น การใช้คำถามให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การใช้เวลาในการทำกิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้เวลาในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนในการทำกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนหรือเสริมแรงในทางบวก เช่น การกล่าวชื่นชม เพื่อให้ นักเรียน กล้าคิด กล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมในทุกขั้นตอนได้อย่างเต็มที่

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อัญญเรศ ก้อนจันทร์เทศ และสิริณา กิจเกื้อกูล. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Journal of Roi Kaensam Academi*, 8(10), 50-69.
- พงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล, และหรรษกร วรณะสาร. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 11(6), 2321-2334.
- พาชุดา เบญจพิชญ์ และปริญญา บริพุฒ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 14(2), 90-99.
- พัฒมาอัสไวนี ตาย๊ะ, ณัฐินี โมพันธ์ และมัยดี แวดราเม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4(2), 1-14.
- ภัสสร ติตมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิริณา กิจเกื้อกูล. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*, 13(3), 71-76.
- ภาวณี เทียมดี, ปิยวรรณ พันสี และยุทธนา ชัยเจริญ. (2565). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(2), 293-306.
- ภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักชิน และทักษ์นัย สูงใหญ่. (2563). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 14(3), 151-130.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 94-112.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, 7(3), 81-92.
- รัชฎาภรณ์ จันทรทอง. (2562). การใช้ STEAM Education พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพัฒนศิลป์วิชาการ*, 3(1), 115-130.

- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมิน PISA 2022 การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สมชาย พรหมสุวรรณ. (2560). ความคิดสร้างสรรค์ : การสอนศิลปะสำหรับเด็ก. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 11(1), 107-130.
- สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิตรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410-429.
- สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 526-543.
- เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2565). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(1), 142-159.
- 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, 1-7.