

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

Development of Creative Thinking and Learning Achievement of
Mathayomsuksa 2 Students on the Unit of Separation of
Substances Using STEM Education
Combined with Canva

ชัยวัฒน์ ดงภูยา^{1*} ถาดทอง ปานศุภวัชร¹ และกุลวดี สุวรรณไตรย์²
Chaiwat Dongpooyao^{1*}, Thardthong Pansuppawat¹ and Kulwadee Suwannatri²

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาและเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) ศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.59$, S.D. = 0.65)

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา Canva ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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: chaiwat.do64@snru.ac.th

(Received: 22 April 2024; Revised: 09 August 2024; Accepted: 22 December 2024)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2024.55>

Abstract

The purposes of this research were to 1) construct of lesson plans based on STEM Education Combined with Canva of Mathayomsuksa 2 Students on the Unit of Separation of Substances to meet the efficiency of 80/80, 2) study and compare creative thinking of students before and after using the constructed lesson plans, 3) achievement of before and after the learning management, and 4) study the competencies and desirable characteristics of students toward the proposed lessons plans. The sample consisted of 40 students in Mathayomsuksa 2/2, Thatnaraiwittaya School, semester 2 of the academic year 2023. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t -test for Dependent Samples the research findings were as follows 1) the efficiency of the lesson plans based on STEM Education Combined with Canva on the Unit of separation of substances was 81.44/80.19, which was satisfied the criterion efficiency 80/80 2) creative thinking of students after learning was higher than that of before at significant level of .01, 3) learning achievement of students after learning was higher than that of before at significant level of. 01, and 4) competencies and desirable characteristics of the students was at the high level. ($\bar{x} = 2.59$, S.D. = 0.65).

Keywords: STEM education, Canva, Creative thinking, Learning achievement

บทนำ

สังคมโลกในปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์สำคัญอย่างยิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์เครื่องใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ เครื่องมือ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ ล้วนเป็นผลของความรู้ วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ และศาสตร์อื่น ๆ ทั้งสิ้น การศึกษา วิทยาศาสตร์นั้นสามารถช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิด และทักษะชีวิต มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล กระบวนการ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดสังเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีทักษะ สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การจัดการเรียนการสอนทุกระดับชั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ 3R 7C โดย 3R ประกอบด้วยความสามารถอ่านออก เขียนได้ และมีทักษะในการคำนวณ ส่วน 7C ประกอบด้วย การมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถคิดแก้ปัญหาได้ การคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิง นวัตกรรม ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรม และกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม ความร่วมมือ การทำงาน เป็นทีม มีภาวะความเป็นผู้นำ มีทักษะในการสื่อสารการรู้เท่าทันสื่อ มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทัน เทคโนโลยี มีทักษะอาชีพ รวมถึงความเมตตากรุณา มีคุณธรรม และความมีระเบียบวินัย ซึ่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะเป็นการกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน (วิจารณ์ พานิช, 2555)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่า คิดนอกกรอบ ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558) อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของจุดเริ่มต้นในการคิดค้น นวัตกรรมต่าง ๆ และยังเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ และพัฒนาประเทศปัจจุบัน (กมล

โพธิเย็น, 2562) ดังนั้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนทุกระดับชั้นเพราะความคิดสร้างสรรค์ จะช่วยให้มองเห็นโอกาสที่จะนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่การประดิษฐ์คิดค้น และก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ที่ไม่หยุดยั้ง การมีความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาได้อย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันทุกอาชีพต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ เพราะโลกของการแข่งขันทำให้ต้องมีการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ อย่างไม่หยุดนิ่ง ทุกหน่วยงานต้องพัฒนาตนเองเพื่อปรับปรุงผลงานหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้ดีขึ้นกว่าเดิมอยู่เสมอเพื่อพร้อมก้าวเข้าสู่อนาคต (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2556)

สภาพปัญหาของระบบการศึกษาในปัจจุบัน พบว่า ครูยังมีลักษณะการสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะด้านเนื้อหา และขาดการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้กับสถานการณ์จริง (วาสนา กิตติจำเริญ และอิสรา พลนงค์, 2563) ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกฝนการใช้ทักษะในการค้นคว้าศึกษาหาข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนขาดการแสดงออกทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ จนเป็นเหตุให้ผู้เรียนนิยมการเลียนแบบและคล้อยตามความคิดเห็นของผู้อื่น (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546) จากผลการประเมิน PISA 2022 ในรอบที่ผ่านมาของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย ด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน การอ่าน 379 คะแนน และวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ในทั้งสามด้าน และเมื่อเทียบกับ PISA 2018 มีคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยลดลงทั้งสามด้าน โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ และการอ่านมีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 มีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จากการสะท้อนผลการสอนของครูผู้สอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนเข้าใจยาก บางกิจกรรมของการทดลองนักเรียนไม่สามารถจินตนาการหรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (เอกพร ธรรมยศ และคณะ, 2565) นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสาร หลักการในการแยกสาร วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแยกสาร และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะทำการทดลองแยกสาร ซึ่งความรู้นี้เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ เกิดความสามารถในการคิดนำไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (ธีรพงษ์ เทศขวน และจิตติรี พลกุล, 2564)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ และตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ สอดคล้องกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาและพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556) สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเนื้อหาความรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Koehler et al., 2013) การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษามีการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้นั้น จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยสามารถประยุกต์ใช้ความรู้แบบบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง (สุธิดา การิมี, 2560) โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผน

ดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงและพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2558)

ปัจจุบันนี้ Canva เป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ การออกแบบกราฟิก สื่อมัลติมีเดีย สื่อการเรียนรู้และงานต่าง ๆ ได้อย่างง่าย มีขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน ดังนั้นครูผู้สอนสามารถออกแบบสื่อการเรียนการสอนได้หลากหลาย มีประสิทธิภาพด้วยรูปแบบที่ทันสมัย กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และเข้าถึงเนื้อหาความรู้ได้ง่ายเกิดการเรียนรู้ด้วยภาพ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการออกแบบที่น่าสนใจ มีเนื้อหาที่เข้าใจง่ายสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา มีสีสัน ภาพนิ่ง เสียง ขนาดตัวอักษร ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เพราะสื่อการเรียนรู้โดยใช้ Canva เป็นสื่อที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (เรืองศักดิ์ ศรีรักษา และคณะ, 2565)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งบูรณาการวิธีการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ Canva ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ สามารถบูรณาการองค์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มุ่งเน้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ณัฐธิดา นาคเสน และคณะ, 2563) และมีการนำเข้าสู่เนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งเกิดจากความสงสัยและสนใจของนักเรียนด้วยความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างเต็มที่ มีการสืบค้นข้อมูลแบบเปิดกว้าง ไม่เพียงแค่อ่านหนังสือ แต่สามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นข้อมูลได้ โดยมีการนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นผ่านการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้ Canva ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระเบียบความคิดเห็นภาพรวมของความสับสนได้ชัดเจน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (เจษฎากร บุญแสน และคณะ, 2567)

จากเหตุผลและความสำคัญดังที่กล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน อีกทั้งยังสามารถช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

4. เพื่อศึกษาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

สมมติฐานของการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 559 คน

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

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการวิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล โดยวิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย การแยกสาร จากหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้ 1) การระเหยแห้ง 2) การตกผลึก 3) การกลั่นอย่างง่าย 4) โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ 5) การสกัดด้วยตัวทำละลาย จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด

15 ชั่วโมง ไม่รวมการทดสอบของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข และจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดยให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนความคิดริเริ่ม ละเอียดลออ

นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์กับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.80 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์ เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษา และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการวิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ หน่วย การแยกสาร จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ด้าน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกว่าใช้จริง 30 ข้อ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่

เข้าเกณฑ์ไว้ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือกไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.32-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.36-0.55 จากนั้นจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสร้างแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็น 3 ได้แก่ มาก ปานกลาง และน้อย โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 13 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี 6) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 7) ซื่อสัตย์สุจริต 8) มีวินัย 9) ใฝ่เรียนรู้ 10) อยู่อย่างพอเพียง 11) มุ่งมั่นในการทำงาน 12) รักความเป็นไทย และ 13) มีจิตสาธารณะ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของการปฏิบัติตนและความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา จากนั้นนำแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 จากนั้นนำแบบสอบถามสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน 1) วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 2) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) 3) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) 4) วิเคราะห์สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

นักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ แสดงดัง ตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการ/ผลลัพธ์	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	40	200	162.88	4.26	81.44
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	130	105.55	9.49	81.19

จากตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.44 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 81.19 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ผลการวิเคราะห์ แสดงดัง ตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S.D.	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	$\bar{x}$	S.D.
ก่อนเรียน	40	66.53	8.56	25	ความคิดคล่องแคล่ว	13.20	2.78
				25	ความคิดยืดหยุ่น	19.23	3.49
				25	ความคิดริเริ่ม	17.45	4.05
				25	ความคิดละเอียดลออ	16.68	3.66
หลังเรียน	40	80.63	9.63	25	ความคิดคล่องแคล่ว	17.55	2.97
				25	ความคิดยืดหยุ่น	21.68	2.57
				25	ความคิดริเริ่ม	20.83	3.53
				25	ความคิดละเอียดลออ	20.58	3.34

จากตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 19.23$, S.D. = 3.49) คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 17.45$, S.D. = 4.05) คะแนน 3) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 16.68$, S.D. = 3.66) คะแนน และ 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 13.20$, S.D. = 2.78) คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 66.53$, S.D. = 8.56) คะแนน และหลังได้รับการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x} = 21.68$, S.D. = 2.57) คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 20.83$, S.D. = 3.53) คะแนน 3) ความคิดละเอียดลออมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 20.58$,

S.D. = 3.34) คะแนน และ 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 17.55, S.D. = 2.97) คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบหลังเรียนเท่ากับ ($\bar{x}$ = 80.63, S.D. = 9.63) คะแนน แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดัง ตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร

ความคิดสร้างสรรค์	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	100	66.53	8.56	32.73**
หลังเรียน	40	100	80.63	9.63	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 $t_{39} = 2.42$)

จากตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ($\bar{x}$ = 66.53, S.D. = 8.56) คะแนน และ ($\bar{x}$ = 80.63, S.D. = 9.63) คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 32.73 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	30	16.58	1.58	33.47**
หลังเรียน	40	30	24.93	1.05	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 $t_{39} = 2.42$)

จากตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 16.58, S.D. = 1.58) คะแนน และ ($\bar{x}$ = 24.93, S.D. = 1.05) คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 33.47 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดง

ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลของสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์ แสดงดัง ตาราง 5

ตาราง 5 สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร

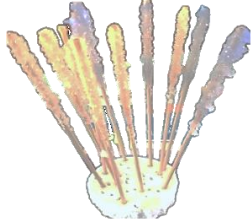
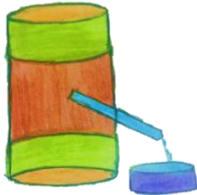
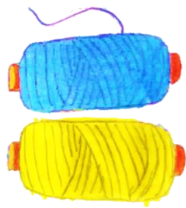
รายการประเมิน	($\bar{x}$)	(S.D.)	ระดับการปฏิบัติ
1. ความสามารถในการสื่อสาร	2.58	0.66	มาก
2. ความสามารถในการคิด	2.77	0.55	มาก
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	2.72	0.59	มาก
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	2.53	0.72	มาก
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	2.66	0.60	มาก
6. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2.69	0.58	มาก
7. ซื่อสัตย์สุจริต	2.61	0.62	มาก
8. มีวินัย	2.41	0.77	ปานกลาง
9. ใฝ่เรียนรู้	2.70	0.56	มาก
10. อยู่อย่างพอเพียง	2.47	0.73	ปานกลาง
11. มุ่งมั่นในการทำงาน	2.44	0.74	ปานกลาง
12. รักความเป็นไทย	2.62	0.67	มาก
13. มีจิตสาธารณะ	2.52	0.70	มาก
เฉลี่ยรวม	2.59	0.65	มาก

จากตาราง 5 พบว่า สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.59, S.D. = 0.65) อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน มีค่าเฉลี่ยจากสูงไปหาลด ดังนี้ ความสามารถในการคิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.77, S.D. = 0.55) ความสามารถในการแก้ปัญหา ($\bar{x}$ = 2.72, S.D. = 0.59) ใฝ่เรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.70, S.D. = 0.56) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.69, S.D. = 0.58) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.66, S.D. = 0.60) รักความเป็นไทย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.62, S.D. = 0.67) ซื่อสัตย์สุจริต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.61, S.D. = 0.62) ความสามารถในการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.58, S.D. = 0.66) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.53, S.D. = 0.72) มีจิตสาธารณะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.52, S.D. = 0.70) และด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อย ได้แก่ อยู่อย่างพอเพียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.47, S.D. = 0.73) มุ่งมั่นในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.44, S.D. = 0.74) และมีวินัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 2.41, S.D. = 0.77) ตามลำดับ

ผลงานจากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและได้ลงมือปฏิบัติจริง อีกทั้ง Canva ยังช่วยกระตุ้นให้

นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือ แผนภาพ ทำให้เนื้อหาในการเรียนเข้าใจง่าย และเป็นตัวอย่างให้นักเรียนนำความรู้จากการได้เรียน ไปต่อยอดความคิดในการออกแบบในการนำเสนองานและนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ แสดงดัง ตาราง 6

ตาราง 6 การออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การระเหยแห้ง (กิจกรรมเกลือสมุนไพรมะนาว)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การตกผลึก (กิจกรรมน้ำตาลวิบวับ)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การกลั่นอย่างง่าย (กิจกรรมเครื่องกลั่นมหัศจรรย์)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (กิจกรรมดอกไม้หลากสี)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (กิจกรรมเส้นด้ายสีธรรมชาติ)		

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสารชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.44/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น มีกระบวนการพัฒนาตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลงมือพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ศึกษา จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำในการแก้ไขส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและประเมินคุณภาพ จากนั้นนำแผนการสอนไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพ ก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้แบบบูรณาการ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง (สุธิดา การมี, 2560) โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเต็มศึกษา ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก ดังนี้ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ที่ใช้ในการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) มีการบูรณาการเนื้อหาใน 4 วิชาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีทักษะในการออกแบบ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) และไม่ได้เน้นเพียงแค่การท่องจำสูตรหรือทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่ยังใช้ทักษะกระบวนการคิด การออกแบบ การให้เหตุผลต่าง ๆ และการแก้ปัญหาโดยมีการใช้เทคโนโลยีที่ผสมผสานเข้ากับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการออกแบบที่น่าสนใจ มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา มีสีสัน ภาพนิ่ง เสียง ขนาดตัวอักษร ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เพราะสื่อการเรียนรู้โดยใช้ Canva เป็นสื่อที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (เรืองศักดิ์ ศรีรักษา และคณะ, 2565) อีกทั้งยังได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ส่งผลให้สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่กว้างขวางขึ้น และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น จึงมีผลให้การจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พุติดา ภูจอมนิล และคณะ (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.50/84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 อีกทั้งสอดคล้องกับ สิริยาพร พลเล็ก และคณะ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และมีความคิดรวบยอด สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva พบว่า มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 66.53$, S.D. = 8.56) และคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 80.63$, S.D. = 9.63) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva เป็นการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ชัดเจน มีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้เนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย นำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้จากการได้เรียนไปต่อยอดความคิดในการออกแบบ การนำเสนองาน และนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ ซึ่งรูปแบบของกิจกรรมเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถนำข้อค้นพบที่ได้ค้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมให้เกิดขึ้นโดยไม่ซ้ำแบบใคร และเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี โดยการใช้คำถามให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมให้เกิดเป็นความรู้ในรูปแบบที่แปลกใหม่ และน่าสนใจ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับ ปรัชพร พันหลง และคณะ (2561) ได้กล่าวว่า Canva เป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างข้อมูลให้มีความสะดุดตาดึงดูดผู้เรียนในการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากเนื้อหาที่เรียนผ่านการนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัย น้ำฝน คุเจริญไพศาล และคณะ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมี ความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ชัดเจน มีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้เนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย นำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ และเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระ นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเป็นผู้ค้นพบ และอยากทดลองลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 16.58$, S.D. = 1.58) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 24.93$, S.D. = 1.05) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่เพียงแค่นี้ให้ศึกษาในหนังสือ แต่สามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นข้อมูลได้ โดยมีการ

นำเสนอข้อมูลที่สืบค้นผ่านการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้ Canva ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระเบียบความคิดเห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ได้ชัดเจน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (เจษฎาการ บุญแสน และคณะ, 2567) อีกทั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ในขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva ซึ่งผู้สอนจะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ Canva จะช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดความรู้เนื้อหาที่สลับซับซ้อนให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายรวดเร็วขึ้น โดยการใช้รูปภาพ และสื่อวิดีโอต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น มีความสามารถในการคิดเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งช่วยสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการได้ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง รู้จักการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาจากการเรียนได้ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva จึงช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ญัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์ และคณะ (2566) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Ceylan & Ozdilek (2015) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวอย่างแผน การจัดการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา สำหรับระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศตุรกี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 และสอดคล้องกับ Erdogan et al. (2016) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างไร ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนแรกแตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นการปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย การแยกสาร พบว่า สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม เท่ากับ ($\bar{x} = 2.59$, S.D. = 0.65) อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ใฝ่เรียนรู้ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รักความเป็นไทย ซื่อสัตย์สุจริต ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และมีจิตสาธารณะ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะ การจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนาผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติตน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูได้อธิบายความหมายของสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญ และความเข้าใจถึงการปฏิบัติตน โดยมีการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อย ได้แก่ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน และมีวินัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนขาดความสนใจ ไม่เห็นคุณค่าและความสำคัญในการปฏิบัติตน ขาดความเข้าใจในการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้หรือปฏิบัติในชีวิตประจำวัน ไม่เอาใจใส่งานที่ได้รับ

มอบหมาย และไม่รักษาวินัยในตนเอง อาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก ขาดกำลังใจและการสนับสนุนจากครอบครัว ทำให้มีพฤติกรรมเบี่ยงเบนไปในทางที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น การที่จะพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านอยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน และมีวินัย ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่ายไม่ว่าจะเป็น ครอบครัว ครู โรงเรียน ชุมชน และสังคม ที่คอยให้คำแนะนำชี้แจงถึงการประพฤติปฏิบัติตนที่ถูกต้อง โดยฝึกนักเรียนให้รู้จักการบังคับตนเองอย่างมีเหตุผล โดยกล่าวชมเชย หรือให้กำลังใจเมื่อมีการปฏิบัติตนที่ถูกต้อง และใช้วิธีการชักจูงให้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน เป็นมนุษย์ที่มีความพร้อม ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฉลิมขวัญ ถือความสัตย์ (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการและมีทักษะชีวิตตามสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 สมรรถนะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ อลงกต ยะไวย์ และคณะ (2561) ได้ศึกษาการสร้างระบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ผลการประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะที่เกิดขึ้นกับ ผู้เรียนก่อน ระหว่าง และหลังการจัดกิจกรรม มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนจากระดับมากเป็นมากที่สุด

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva มีสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามกฎระเบียบ รู้หน้าที่ มีความรับผิดชอบ เป็นคนดี คนเก่ง และมีคุณธรรมจริยธรรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้สอนควรสร้างสถานการณ์ตามกรอบบริบทของสภาพแวดล้อม โดยยึดเนื้อหาตามตัวชี้วัดชั้นปี และบูรณาการกับการใช้เทคโนโลยีมาใช้ประกอบการเรียนการสอน ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนรวมถึงกลยุทธ์หรือกระบวนการปฏิบัติหรือวิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้นเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ครูผู้สอนควรชี้แจงขั้นตอนการทำการกิจกรรมให้ชัดเจนทุกขั้นตอน และคอยให้คำแนะนำกับนักเรียนตลอดการทำการกิจกรรมโดยครูผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ (Coach) และเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทำการกิจกรรมสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ที่มีความสนใจทำการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva ควรมีการทบทวนเนื้อหาตามตัวชี้วัดให้เข้าใจอย่างแท้จริง เนื่องจากต้องใช้ความรู้ผนวกกับเนื้อหา โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้บูรณาการร่วมกับวิธีการสอน และมีการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ครูควรแทรกสถานการณ์เหตุการณ์จริง หรือสร้างสถานการณ์ ตามบริบทเนื้อหาที่อาจเกิดได้จริงในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ในแบบฝึกหัด แบบทดสอบท้ายแผนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงข้อมูลตามสถานการณ์ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กมล โพธิ์เย็น. (2562). *ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่ครูควรสรรค์สร้างให้ผู้เรียน*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 17(1), 9-27.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *การคิดเชิงสร้างสรรค์* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- เจษฎาภากร บุญแสน, อนันต์ ปานศุภวัชร และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2567). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร., 12(3), 889-903.
- เฉลิมขวัญ ถือความสัตย์. (2566). รายงานการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี. วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 10(3), 529-548.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐธิดา นาคเสน, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิธิตาร ชูทรัพย์. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 43(2), 31-42.
- ณัฐพงษ์ ธนวรรณพงศ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, สมศิริ สิงห์ภพ และคงศักดิ์ วัฒนะโชติ. (2566). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา, 35(126), 61-68.
- ธีรพงษ์ เทศชวน และจิตติรี พละกุล. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, 15(2), 95-108.
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, อภิสราร ราชศรีฤกษ์ และสาธิตา เสงี่ยมกุล. (2565). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 20(2), 196-213.
- ปรีชพร พันหลง, อารีรักษ์ ศรีวรภาพงศ์, ศราธรณ์ หมั่นปฐ, อมรัตน์ พุมมา และวรัญญา โอภาสี. (2561). กลวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมการอ่านภาษาอังกฤษของผู้เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ ในศตวรรษที่ 21. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 12(3), 113-128.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.
- พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(2), 111-121.
- พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนัญ เขาภิรติพงศ์. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14(2), 93-104.

- พริตา ภูจอมนิล, วิศรุต พงษ์เกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพเลิศ. (2566). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 22(3), 28-38.
- เรืองศักดิ์ ศรีรักษา, นิตยารัตน์ คงนาลีก, เสนวี ฤกษ์มงคล และอนุวัฒน์ จันทะ. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Canva เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่อง พลเมืองดิจิทัล รายวิชา วิทยาการคำนวณ. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 1(1), 51-58.
- วาสนา กิรติจำเริญ และอสิรา พลนงค์. (2563). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารและการนำเสนอของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E กับวิธีการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน. *วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 14(1), 29-43.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมิน PISA 2022 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สนธิ พลชัยยา. (2557). สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง. *นิตยสาร สสวท*, 42(89), 7-10.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), 201-207.
- สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2564). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 15(1), 210-224.
- สุธิดา การมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. *นิตยสาร สสวท.*, 46(209), 23-27.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท.*, 42(186), 3-5.
- อลงกต ยะไวกย, ญัฐวัฒน์วงศ์ขวลิตกุล และอัจฉราพร โชติพฤษ. (2561). การสร้างระบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *ลิกขาวารสารศึกษาศาสตร์*, 5(1), 16-33.
- เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานสุภวัชร. (2565). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร.*, 10(1), 142-159.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (177), 223–228.
- Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R., & Capraro, R. M. (2016). Viewing How STEM Project-Based Learning Influences Students' Science Achievement Through the Implementation Lens: A Latent Growth Modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2139-2154.

Koehler, C., Faraclas, E., Giblin, D., Moss, D., & Kazerounian, K. (2013). The Nexus between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12.