

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

Development of Creative Thinking and Learning Achievement
of Mathayomsuksa 1 Students on the Topic of Thermal Energy
by Using STEAM Education Integrated with Infographic

สายฝน คำมุงคุณ^{1*} อรุณรัตน์ คำแหงพล¹ และกุลวดี สุวรรณไตรย์²
Saifon Khammungskhun^{1*}, Arunrat Khamhaengpol¹ and Kulwadee Suwannatri²

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 39 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกเรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.94/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.68$, S.D. = 0.47)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สะเต็มศึกษา อินโฟกราฟิก

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: saifon.kh64@snru.ac.th

(Received: 22 April 2024; Revised: 11 August 2024; Accepted: 22 December 2024)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2024.57>

Abstract

The purposes of this study were to 1) construct lesson plans based STEAM education integrated with infographic on the topic of thermal energy for mathayomsuksa 1 students to meet the efficiency criteria of 80/80, 2) compare students' creative thinking before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) study students' satisfaction toward the constructed lesson plans based STEAM education integrated with infographic. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 39 students studying in mathayomsuksa 1 on the second semester of the academic year 2023, at Thatnaraiwittaya school. The research instruments included 1) lesson plans, 2) a creative thinking test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent samples. The research findings were as follows, 1) the constructed lesson plans based STEAM education integrated with infographic on the topic of thermal energy had the efficiency of 81.94/82.39, which satisfied the efficiency criteria of 80/80, 2) the students' creative thinking after the intervention was higher than that of before at the .01 level of significance, 3) the students' learning achievement after the intervention was higher than that of before at the .01 level of significance, and 4) the students' satisfaction toward the proposed STEAM education integrated with infographic was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.47).

Keywords: Creative thinking, Learning achievement, STEAM education, Infographic

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทอย่างมากในโลกปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการดำเนินชีวิตประจำวัน และในงานอาชีพต่าง ๆ รวมถึงเครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์แทบทั้งหมด นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้คนได้พัฒนาความคิด วิเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ คิดสร้างสรรค์ รวมทั้งมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ถือได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่เป็นสังคมแห่งความรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น รวมทั้งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจำเป็นต้องพัฒนาให้ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้ และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ การพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม เพื่อเปลี่ยนแปลงไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างแท้จริงตามยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน คือ การเตรียมพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัยมุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพมนุษย์ของประเทศ โดยการพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัยเพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงาน และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความ

พร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของผู้เรียนที่ได้รับการกำหนดให้เป็นทักษะที่จำเป็นจะต้องนำไปใช้ในช่วงศตวรรษที่ 21 อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ยังถูกกำหนดให้เป็น 1 ใน 5 ทักษะสำคัญและความคิดสร้างสรรค์ได้รับการพิจารณาว่าเป็นทักษะที่ทำนายในช่วงเวลาที่ต้องเผชิญกับปัญหาในการประกอบอาชีพทุก ๆ สาขา ไม่ว่าจะเป็นศิลปิน นักวิทยาศาสตร์ ครู เจ้าของกิจการ นักคณิตศาสตร์ นักการเมือง หรือผู้นำทางธุรกิจ เป็นต้น องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ กิลฟอร์ด ซึ่งเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์จะเป็นการนำความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า คิดออกเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558) ความคิดสร้างสรรค์ นับได้ว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ และยังเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์และทำให้ประเทศพัฒนาต่อไปได้ (กมล โปธิเย็น, 2562) อีกทั้งบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีความรู้และสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง สังคม ประเทศชาติ และมวลมนุษยชาติ เพื่อก้าวสู่นาคตอย่างทันโลกและทันเหตุการณ์ (ปัญญานาฏ วรวัฒนชัย, 2565)

ในปัจจุบันระบบการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีหลักสูตรที่หลากหลาย รวมทั้งมีวิชาที่สำคัญต้องให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิตในสังคม ฉะนั้นการเรียนการสอนจึงมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้และจดจำข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ละเลยการสอนเรื่องการนำไปใช้ และการคิดวิเคราะห์ แนวทางเช่นนี้ทำให้นักเรียนขาดการกระตุ้น เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์ในวัยที่เหมาะสมอย่างน่าเสียดาย (สมชาย พรหมสุวรรณ, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับผลของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการรู้เรื่อง การอ่าน การรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการประเมิน PISA 2022 ในรอบที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) ซึ่งผลการทดสอบ PISA สะท้อนถึงผลของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในภาพรวมของทั้งประเทศไทยควรส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้มีขีดความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น เนื่องจากทั้ง 2 วิชามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตส่งผลต่อทักษะการคิด การสร้างสรรค์ (สุนทร ฐิริปริชาเลิศ และคณะ, 2563) หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยาได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 พบว่า หน่วยที่ 5 เรื่อง พลังงานความร้อน มีเนื้อหาแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน และสมดุลความร้อน ซึ่งหน่วยพลังงานความ

ร้อน มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน บางเนื้อหา นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ หรือไม่สามารถจินตนาการได้ โดย ศิริินนาถ ทับทิมใส (2563) ได้กล่าวว่า องค์ความรู้ เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นักเรียนหรือประชาชนควรรู้ และนักเรียนเป็นจำนวนมากประสบปัญหาการนำองค์ความรู้เรื่องพลังงานความร้อนไป ปรับใช้ในชีวิตประจำวัน จึงจำเป็นต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และยังเป็นแนวทางในการวางรากฐานทาง ความคิดให้กับเยาวชน นำไปสู่การต่อยอดทางความคิดในอนาคต

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ สมรรถนะ ตลอดจนบูรณาการการเรียนรู้สู่การดำรงชีวิตประจำวัน และต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมเพื่อพัฒนาและ ตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นการเรียนรู้ที่ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การคาดการณ์ การวางแผน การแก้ปัญหา และการทำงาน เป็นทีม เพื่อค้นหาจุดเชื่อมต่อของศิลปะ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาเครื่องมือหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในนวัตกรรมและเกิดการเรียนรู้ที่คงทนยั่งยืนต่อไป (สุภักดิ์ โอพาพิริยกุล, 2562) สอดคล้องกับ Baek et al. (2011); Yakman & Lee (2012) ได้กล่าวว่า STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: เป็นการ ส่งเสริมความคิดความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี มุ่งสู่การมีวิชาการและ ทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน พบว่า การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน และนักเรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (มัสยา บัวผัน และคณะ, 2563) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิประภา อิฐานุประธนะ และคณะ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ ในระดับดีมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี นอกจากนี้ พรณรัตน์ สุภาพันธ์ และสรณดินทร์ ประสารทรัพย์ (2566) ได้ศึกษา เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษ เพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของ นักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิก ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชริกา จันจุฬา และคณะ (2563) เรื่อง การพัฒนาสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อสร้างการรับรู้และจดจำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ประสิทธิภาพของสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อสร้างการรับรู้และจดจำสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ 82.88/83.22 สื่ออินโฟ กราฟิกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 แสดงว่าสื่ออินโฟกราฟิก มีกระบวนการพัฒนาศักยภาพในการ เรียนรู้สูงขึ้น นักเรียนเกิดทักษะจากกิจกรรมการเรียนการสอนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เห็นได้ชัดว่า อินโฟกราฟิกถูกใช้ในการสื่อสารเพื่อเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว ง่ายต่อการนำเสนอข้อมูลจำนวนมาก เมื่อนำอินโฟกราฟิกมาใช้ร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะ

เกิดผลการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของแต่ละบุคคลผ่านผลงานอินโฟกราฟิกที่ได้สร้างขึ้น และความพึงพอใจของนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยสื่ออินโฟกราฟิกอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

สมมติฐานการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก อยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 557 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 39 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (E)	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ วิสัยทัศน์/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน เครื่องมือวัดประเมินผลของเนื้อหา วิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน จากหนังสือวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้ 1) แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ 2) ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร 3) ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร 4) ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร 5) การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน 6) สมดุลความร้อน จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกแผน โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุง แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (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 เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 0.84 จากนั้นนำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.79 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ เรื่องพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 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) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือกไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.55-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30-0.70 จากนั้นจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ ลิเคิร์ท (Likert) เป็น 5 ระดับ โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เท่ากับ 0.88 จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจวิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบหาค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบหาค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

1. ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ดัง ตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กระบวนการ/ผลลัพธ์	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	39	240	196.66	10.28	81.94
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	39	130	107.10	8.76	82.39

จากตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.94 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.39 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.94/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก ผลการวิเคราะห์ดัง ตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

การทดสอบ	n	$\bar{X}$ (รวม)	S.D. (รวม)	คะแนน		$\bar{x}$	S.D.
				คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์		
ก่อนเรียน	39	65.44	5.37	25	ความคิดคล่องแคล่ว	16.41	1.58
				25	ความคิดยืดหยุ่น	16.49	1.75
				25	ความคิดริเริ่ม	16.26	1.86
				25	ความคิดละเอียดลออ	16.28	1.45
หลังเรียน	39	82.85	7.24	25	ความคิดคล่องแคล่ว	20.90	1.76
				25	ความคิดยืดหยุ่น	20.64	2.03
				25	ความคิดริเริ่ม	20.67	2.07
				25	ความคิดละเอียดลออ	20.64	2.02

จากตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.41 คะแนน 2) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.49 คะแนน 3) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.26 คะแนน และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.28 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ก่อนเรียน เท่ากับ 65.44 คะแนน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.90 คะแนน 2) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.64 คะแนน 3) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คะแนน และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.64 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ หลังเรียน เท่ากับ 82.85 คะแนน แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกเรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์ดัง ตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

ความคิดสร้างสรรค์	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	39	100	65.44	5.37	
หลังเรียน	39	100	82.85	7.24	41.45**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 38 $t_{38} = 2.43$)

จากตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.44 คะแนน และ 82.85 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 41.45 เมื่อพิจารณา

ค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 38) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์ดัง ตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	39	30	17.79	2.70	24.20**
หลังเรียน	39	30	24.26	2.90	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 38$ $t_{38} = 2.43$)

จากตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.79 คะแนน และ 24.26 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 24.20 เมื่อพิจารณาจากค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 38) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์ดัง ตาราง 5

ตาราง 5 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน

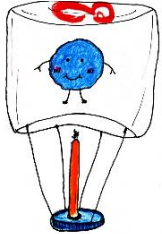
รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.63	0.49	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.71	0.46	มากที่สุด
3. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้	4.69	0.47	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล	4.67	0.47	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.71	0.46	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.68	0.47	มากที่สุด

จากตาราง 5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.68 อยู่ในระดับมากที่สุด

การวิจัยเชิงคุณภาพ

ผลงานจากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ผลงาน โดยตัวอย่างการออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดัง ตาราง 6

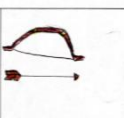
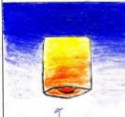
ตาราง 6 ตัวอย่างการออกแบบและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การออกแบบ	ชิ้นงานของนักเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ (กิจกรรมแบบจำลองอนุภาค Cute Cute)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร (กิจกรรม ย่างหมูแบบมีเดียม)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (กิจกรรม โคมลอย)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร (กิจกรรม แก้วเก็บความเย็น)		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน (กิจกรรม ครีวจ้ำลอง)		

แผนการจัดการเรียนรู้	การออกแบบ	ชิ้นงานของนักเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สมดุลความร้อน (กิจกรรม สูตรกาแฟอุณหภูมิ 94 องศา เซลเซียส)		

ผลงานจากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดัง ตาราง 7

ตาราง 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	ก่อนเรียน	หลังเรียน																																				
ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 1 การเขียนคำอธิบายภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : คำความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น คำสั่ง : ให้นักเรียนมองภาพ จานผลไม้ในมือของนักเรียนให้ดี และ โยนผลไม้ลงจานผลไม้ที่จานนี้ และระบุผลไม้จานนั้นมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที ผลการได้ 1 ภาพเขียนผลไม้  ที่มา: https://www.sanook.com/show/779550/ <table border="1"> <tr> <td>1. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>2. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>3. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>1. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>1. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>1. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>2. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>2. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>2. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>3. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>3. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>3. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>4. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>4. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>4. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>5. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>5. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>5. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> </table>	1. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ	1. ผลจาก ผลกระทบ	1. ผลจาก ความเชื่อ	1. ผลจาก การอุปสมอบ	2. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	2. ผลจาก การอุปสมอบ	3. ผลจาก ผลกระทบ	3. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ	4. ผลจาก ผลกระทบ	4. ผลจาก ความเชื่อ	4. ผลจาก การอุปสมอบ	5. ผลจาก ผลกระทบ	5. ผลจาก ความเชื่อ	5. ผลจาก การอุปสมอบ	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 1 การเขียนคำอธิบายภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : คำความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น คำสั่ง : ให้นักเรียนมองภาพ จานผลไม้ในมือของนักเรียนให้ดี และ โยนผลไม้ลงจานผลไม้ที่จานนี้ และระบุผลไม้จานนั้นมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที ผลการได้ 1 ภาพเขียนผลไม้  ที่มา: https://www.sanook.com/show/779550/ <table border="1"> <tr> <td>1. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>2. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>3. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>1. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>1. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>1. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>2. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>2. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>2. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>3. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>3. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>3. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>4. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>4. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>4. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> <tr> <td>5. ผลจาก ผลกระทบ</td><td>5. ผลจาก ความเชื่อ</td><td>5. ผลจาก การอุปสมอบ</td></tr> </table>	1. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ	1. ผลจาก ผลกระทบ	1. ผลจาก ความเชื่อ	1. ผลจาก การอุปสมอบ	2. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	2. ผลจาก การอุปสมอบ	3. ผลจาก ผลกระทบ	3. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ	4. ผลจาก ผลกระทบ	4. ผลจาก ความเชื่อ	4. ผลจาก การอุปสมอบ	5. ผลจาก ผลกระทบ	5. ผลจาก ความเชื่อ	5. ผลจาก การอุปสมอบ
1. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
1. ผลจาก ผลกระทบ	1. ผลจาก ความเชื่อ	1. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
2. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	2. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
3. ผลจาก ผลกระทบ	3. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
4. ผลจาก ผลกระทบ	4. ผลจาก ความเชื่อ	4. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
5. ผลจาก ผลกระทบ	5. ผลจาก ความเชื่อ	5. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
1. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
1. ผลจาก ผลกระทบ	1. ผลจาก ความเชื่อ	1. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
2. ผลจาก ผลกระทบ	2. ผลจาก ความเชื่อ	2. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
3. ผลจาก ผลกระทบ	3. ผลจาก ความเชื่อ	3. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
4. ผลจาก ผลกระทบ	4. ผลจาก ความเชื่อ	4. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
5. ผลจาก ผลกระทบ	5. ผลจาก ความเชื่อ	5. ผลจาก การอุปสมอบ																																				
ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 2 การเขียนคำอธิบายภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : คำความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ คำสั่ง : ให้นักเรียนวาดภาพโดยจินตนาการสิ่งที่ท่านเห็น โดยไม่มีความหมายใด ๆ ความหมายในภาพนี้ โดยนักเรียนไม่ต้องเขียนคำอธิบาย และไม่ต้องวาดรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้ครบถ้วนเหมือนจริง แต่ให้เขียนในความคิดจินตนาการ ภายในเวลา 15 นาที  1. ภาพเขียนโต๊ะ  2. ภาพเขียนธนู  3. ภาพเขียนหม้อ  4. ภาพเขียนลูกโป่ง	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 2 การเขียนคำอธิบายภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : คำความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ คำสั่ง : ให้นักเรียนวาดภาพโดยจินตนาการสิ่งที่ท่านเห็น โดยไม่มีความหมายใด ๆ ความหมายในภาพนี้ โดยนักเรียนไม่ต้องเขียนคำอธิบาย และไม่ต้องวาดรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้ครบถ้วนเหมือนจริง แต่ให้เขียนในความคิดจินตนาการ ภายในเวลา 15 นาที  1. ภาพเขียนหม้อ  2. ภาพเขียนถ้วย  3. ภาพเขียนหม้อ  4. ภาพเขียนลูกโป่ง																																				

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกที่ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

1. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.94/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้เพราะ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาตัวชี้วัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และหาแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ทักษะกระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงและพัฒนาตามคำแนะนำเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องและสมบูรณ์ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ และทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการ 5 วิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานความร้อน เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ บูรณาการร่วมกันแบบสอดแทรกโดยใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานความร้อน จะช่วยให้นักเรียนสามารถมีทักษะความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนรู้ได้ การใช้อินโฟกราฟิกในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ง่ายต่อการนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น จนนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เกิดความภูมิใจ ความสนุกสนาน ความสามัคคี นักเรียนสนใจและตั้งใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศกร พลสุโพธิ์ และคณะ (2566) ได้ศึกษา การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผ่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม และประเมินคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง และรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ ทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สามารถแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เกิดแนวคิดใหม่ และสอดคล้องกับ พิพิธชัย สร้อยชมพูพงศ์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.71/82.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 65.44 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 82.85 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการ

วิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้จาก 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นแนวทางส่งเสริมกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ โดยผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกับอินโฟกราฟิก ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยเฉพาะในขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกับอินโฟกราฟิก นักเรียนได้ฝึกการสรุปข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบอินโฟกราฟิก เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าสนใจ เข้าใจง่าย ชัดเจน และง่ายต่อการนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน คือความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยการออกแบบ ร่างแบบ ชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสมมาใช้ในการออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ และพิจารณาข้อดี ข้อเสีย และประโยชน์จากชิ้นงานที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาพร เทียมเพ็ง และคณะ (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยผลิตชิ้นงานจากวัสดุเหลือใช้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ วรณพร สิงห์บุญ และคณะ (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนปู้เจ้าสมิงพราย จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 17.79 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.26 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการตั้งแต่ขั้นระบุปัญหานักเรียนได้ร่วมกันสังเกตและระดมความคิดระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกับอินโฟกราฟิก นักเรียนได้ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและนำมาจัดทำเป็นอินโฟกราฟิกที่มีความเข้าใจง่าย สวยงาม ชัดเจน และสะดวกต่อการนำไปใช้การออกแบบชิ้นงาน ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้คิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนได้วางแผนการปฏิบัติจากการร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสม โดยบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรค และวิธีแก้ไข จึงนำมาสู่ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง นักเรียนได้ทดสอบชิ้นงาน ประเมินชิ้นงาน และปรับปรุง ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้นำเสนอชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหา และ อีกทั้งวัสดุอุปกรณ์การทดลองจะช่วยสร้างความสนใจ และช่วยให้ นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ดี ยิ่งขึ้นจากการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ ครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ สนับสนุนความคิด และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานการวิจัยของ

Khamhaengpol et al. (2021) พบว่า สะเต็มศึกษามีศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการ เพื่อออกแบบและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริง และช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ผลให้นักเรียนมีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อีสณพงษ์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งสอดคล้องกับ Badriyah et al. (2020) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ร่วมกิจกรรมกลุ่ม และมีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ และในกิจกรรมการเรียนรู้มีสื่อและอุปกรณ์ที่เหมาะสม น่าสนใจ เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน และนักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับแบบร่างชิ้นงานของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัว สนุกสนานในการทำกิจกรรม ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่มอย่างชัดเจน และช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มรวมถึงช่วยเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ส่งผลให้บรรยากาศภายในห้องเรียนมีรอยยิ้ม เสียงหัวเราะ ความสามัคคีในระหว่างทำกิจกรรม เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้งสองข้อ อาจเนื่องมาจากด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีความแปลกใหม่ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ฝึกแก้ปัญหาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันได้ และนักเรียนสามารถมองภาพรวมของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นจากการทำอินโฟกราฟิกที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และได้ใจความ ส่งผลให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้มากขึ้นหลังจากทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณรัตน์ สุภาพันธุ์ และสรณบดีนทร์ ประสารทรัพย์ (2566) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้โดยเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้านการออกแบบ ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านเนื้อหาตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ภูธนศ ม่วงราม และแววดาว ดาทอง (2566) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตวิทยา ศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกหินตั้งศึกษาศิลป์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ STEAM Education อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับนักเรียน ดังนั้นควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก เน้นการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ และวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้จัดกิจกรรมควรเป็นเรื่องใกล้ตัว เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย สอดคล้องกับบริบทสังคมไทยและสังคมโลก เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้

2. จากการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ยังมีบางองค์ประกอบ คือ ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ดังนั้นครูควรส่งเสริมความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบได้หลากหลายประเภท และความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น

3. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยครูควรมีการทบทวนเนื้อหา ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนเข้าขั้นที่ให้นักเรียนออกแบบผลงาน เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาถูกต้องตามตัวชี้วัด

4. จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับมากที่สุด แต่ยังมีด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด แต่ต่ำกว่าความพึงพอใจในประเด็นอื่น ๆ ดังนั้น ครูควรให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ สร้างองค์ความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกกับนักเรียนชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถและเพิ่มความสนใจของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิกไปใช้พัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถรอบด้านอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กมล โพธิ์เย็น. (2562). ความคิดสร้างสรรค์ : พรสวรรค์ที่ครูควรสรรค์สร้างให้ผู้เรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 17(1), 9-27.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์.

ประภาพร เทียมเพ็ง, สุมลลี ชูกำแพง และบังอร แฉวโนนจัว. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยผลิตชิ้นงานจากวัสดุเหลือใช้.

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 13(2), 189-201.

ปัญจนาว วรวัฒนชัย. (2565). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์. *Journal of Educational Studies*, 16(1), 14-31.

- พงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแห่งพล และหรรษกร วรธนะสาร. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 11(6), 2321-2334.
- พรรณรัตน์ สุภาพันธุ์ และสรณบดีนทร์ ประสารทรัพย์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้สเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 21(2), 226-242.
- พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 38(2), 111-121.
- พิพิธชัย สร้อยชมภูวงศ์. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Journal of Engineering Technology Access*, 2(1), 43-55.
- ภูธนศ ม่วงราม และแววดาว ดาทอง. (2566). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบสเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกหินตั้งศึกษาศิลป์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 34(1), 19-31.
- มัทยา บัวผัน, สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(2), 203-224.
- วรรณพร สิงห์บุญ, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนปู้เจ้าสมิงพราย จังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 36(3), 146-162.
- ศศิประภา อิธานูประธานะ, วัฒนา มณีวงศ์, วิโชค พงศ์สิริ, กนิษฐา เขาวงกตพิงค์ และแสงเดือน เจริญนิม. (2565). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารสหวิทยาการแห่งรัฐศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 5(2), 415-429.
- ศรินนาล ทับทิมใส. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริลักษณ์ อีสณพงษ์, ภัทรกร ชัยประเสริฐ และสมศิริ สิงห์ลพ. (2564). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสาร “ศึกษาศาสตร์ มจร” คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย*, 9(1), 37-47.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สมชาย พรหมสุวรรณ. (2560). ความคิดสร้างสรรค์: การสอนศิลปะสำหรับเด็ก. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 11(1), 107-130.

- สุนทร ภูริปริชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียน สาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการ เรียนรู้*, 11(1), 83-114.
- สุภัค โอฬาริทธิกุล. (2562). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัย และพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1-16.
- อัญชริกา จันจุฬา, สกล สมจิตต์ และสุภาพร จันทศิริ. (2563). การพัฒนาสื่ออินโฟกราฟิกเพื่อสร้างการรับรู้และ จดจำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จังหวัดยะลา (รายงานการวิจัย). ยะลา: มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา.
- Badriyah, N. L., Anekawati, A., & Azizah, L. F. (2020). Application of PjBL with brain-based STEAM approach to improve learning achievement of students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 88-100.
- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jung, J., Choi, Y., & Han, H. (2011). STEAM Education in Korea. *Journal of Korean Association for Learner-centered Curriculum & Instruction*, 11(4), 149-171.
- 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.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of Korea Assoc Science Education*, 32(6), 1072-1087.