ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม

The Effects of STEM Education Instruction on the Science Learning Achievement and the Ability to Apply Science Knowledge of Grade 7 Students at Wat Phraprathon Chedi School in Nakhon Pathom Province

ปาริชาติ ปานศรี[1], นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์[2*], ดวงเดือน สุวรรณจินดา[3]
Parichat Pansri[1], Nuanjid Chaowakeeratipong[2*], Duongdearn Suwanjinda[3]

[1,2,3] สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
[1,2,3] Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

*Corresponding email janparichatpansri@gmail.com
Received: 25 November 2021; Revised: 10 February 2022; Accepted: 21 February 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 2) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 15 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 4 แผน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.99 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบเครื่องหมาย

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์, ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

The purposes of the research were to 1) compare the science learning achievement of Grade 7 students who learned by using STEM Education Instruction with 75 percent criterion, and 2) compare the ability to apply science knowledge of Grade 7 students who learned by using STEM Education Instruction between before and after learning. The research sample consisted of 15 Grade 7 students who studied in the year 2020 in 1 intact classroom at Wat Phraprathon Chedi School in Nakhon Pathom Province, obtained by cluster random sampling. The research instruments were 4 STEM education instruction plans in the topic of the use of surrounding substances in plant life, the science learning achievement test is a multiple-choice for post-test with the reliability of 0.73, and the ability to apply science knowledge assessment form the written answer is a parallel test before and after class with the reliability of 0.99. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and sign test.

The results showed that; 1) the science learning achievement of Grade 7 students who learned by using STEM Education Instruction was significantly higher than the 75 percent criterion at the 0.05 level of statistical significance, 2) the ability to apply science knowledge after learning by using STEM Education Instruction of the students was significantly higher than their before learning at the 0.05 level of statistical significance.

Keywords: STEM Education Instruction, Science Learning Achievement, Ability to Apply Science Knowledge

บทนำ

เป้าหมายของการพัฒนาการศึกษา คือ การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพด้วยกระบวนการเรียนรู้ทางวิชาการ ที่สร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคมการเรียนรู้และปัจจัยที่เกื้อหนุนให้บุคคลสามารถเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวต้องอาศัยครูผู้สอนที่มีทักษะในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสภาพปัจจุบันในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะแห่งอนาคตใหม่ที่ผู้เรียนควรมีทักษะ มีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ปรับเปลี่ยนผู้เรียนให้รู้จักปรับตัวแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะที่จำเป็นมากขึ้น (จริยา สุจารีกุล, 2557)

ตามที่แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ระบุไว้ในส่วนนำว่าการจัดการศึกษานั้นยังขาดคุณภาพและมาตรฐานในทุกระดับ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ก) คุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ของคนไทยยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) สอดคล้องกับผลคะแนนการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ของประเทศไทยอยู่ในระดับต่ำกว่าอีกหลายประเทศที่มีระดับการพัฒนาใกล้เคียงกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับการวัดผลประเมินผลในสภาพจริงในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสอนอยู่ โดยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงาน และการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนมักเรียนรู้ด้วยการท่องจำ ไม่ชอบคิด มักให้ครูชี้นำคำตอบอยู่เสมอ ขาดความมั่นใจในการแสดงออกทางความคิด จากสภาพปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ

ทั้งนี้เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสำคัญ ประการหนึ่งคือความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ซึ่งเป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเองการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) อีกทั้งวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่สำคัญในการสร้างเทคโนโลยีและใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น แต่จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา พบว่านักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันในระดับต่ำมาก ดังเช่นงานวิจัยของวนัชฎา ซุ่ยลอย (2553) ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถนำความรู้เรื่องอาหารไปใช้ในชีวิตประจำวันในระดับปานกลาง สอดคล้องกับ Lester (2006) ที่กล่าวว่านักเรียนไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากครูผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และครูส่วนใหญ่ยังไม่ปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้โดยยังใช้หนังสือเรียนเป็นหลัก ทำให้การเรียนรู้ขาดความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2551) ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากและไกลตัวจึงขาดความสนใจและและความตระหนักถึงความสำคัญในการเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้บรรลุตามเป้าหมาย ครูจะต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ไปจากเดิม โดยให้เน้นการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยการกระตุ้นนักเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ นักเรียนมีโอกาสได้ลงปฏิบัติกิจกรรมและฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าและประโยชน์ของสิ่งที่เรียน ในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ทิศนา แขมมณี, 2553) โดยความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และใช้ความรู้นั้นในการระบุประเด็นปัญหา เพื่อหาความรู้ใหม่ อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

นอกจากปัญหาด้านการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนยังมีปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ประกอบกับผลการประเมินการทดสอบนานาชาติหรือ PISA ประจำปี 2018 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนการประเมินเฉลี่ย PISA 2018 ด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดังกล่าว ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for European Economic Co-operation: OEEC) อย่างมีนัยสำคัญ และคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวของประเทศไทยยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศสิงคโปร์ และเวียดนาม ในทุกๆด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) อีกทั้งจากผลการศึกษาของชนิดา ยอดสาลี และกาญจนา บุญส่ง (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถและทักษะสำหรับโลกยุคใหม่อย่างเพียงพอ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการท่องจำเพื่อสอบมากกว่ามุ่งฝึก

การคิดวิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีเรียนสิ่งเหล่านี้มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ และมีผลให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และอาจเชื่อมโยงไปถึงไม่ชอบกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปด้วย ซึ่งมีผลย้อนกลับมาถึงปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจหาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียน คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง (จำรัส อินทลาภาพร, 2558) การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง สะเต็มศึกษาจึงเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2558) นอกจากการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชาแล้วยังได้นำหลักการและทักษะกระบวนการคิดการออกแบบ การแก้ปัญหา การใช้เหตุผลต่าง ๆ ทางวิศวกรรมมาบูรณาการร่วมด้วย นักเรียนจะได้เรียนรู้และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายและการบูรณาการกระบวนการวิศวกรรมและการแก้ปัญหาไปใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงหลักสูตรไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งนำไปสู่เป้าประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้และการแก้ปัญหานักเรียนที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านสะเต็มจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น มีความสามารถในการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

สำหรับประเทศไทยการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาได้ถูกประกาศให้เป็นประเด็นที่จะต้องคำนึงถึงในด้านของการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ในอนาคต ดังที่ปรากฏรายละเอียดข้อความในแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 –2564) ตอนหนึ่งว่า “ใช้ระบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อยกระดับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งพัฒนานวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอนตามกลุ่มสาระวิชาให้มีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข) ซึ่งข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญและความเชื่อในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาที่จะส่งผลในการพัฒนาความรู้และทักษะให้เกิดแก่ผู้เรียนที่เหมาะสมกับการดำเนินชีวิต ดังเช่นที่ Capraro and Sunyoung (2014) ได้รายงานเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูผู้สอนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เล็งเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษานั้นมีผลกระทบทางบวกในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนที่มีการนำการจัดการเรียนสอนสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและเป็นการฝึกทักษะ สอดคล้องกับ

แนวคิดของ Kuenzi (2008) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เหตุผลที่สนับสนุนให้นักการศึกษาส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษานั้นเป็นเพราะนักการศึกษาเหล่านั้นมีความคิดเห็นว่าการส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งในเนื้อหาและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา ยิ่งไปกว่านั้นการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษายังเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจแก่ผู้เรียนที่สนใจเรียนรู้ในเนื้อหาเฉพาะด้าน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Meyrick (2012) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาช่วยปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร โดยผลการวิจัยพบว่า ข้อดีของการนำการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับงานวิจัยของของ ปุญญพัฒน์ โคตรบุตร (2560) ที่ได้จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ภายหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของรักษ์ศิริ จิตอารี (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 นอกจากนี้จากการศึกษาของสินีนาถ ยาฝาด และคณะ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษาส่วนใหญ่มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก โดยมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาเลือกเนื้อหาสาระเรื่องการใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งมีเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งการใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืชเป็นเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้ตัวนักเรียน และเอื้อให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาใช้เพื่อเป็นการส่งเริมการเรียนรู้แบบกิจกรรมเพื่อมุ่งแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม และการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นชั้นพื้นฐานของระดับมัธยมศึกษา เพื่อสร้างพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ระดับสูงต่อไป

จากความสำคัญและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 27 คน จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 15 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2) การนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 3) ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ เครื่องใช้ ทางเทคโนโลยีภายในบ้าน 4) การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 5) ความเข้าใจและประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน และ 6) ความเข้าใจในเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพ โภชนาการและการดำเนินชีวิต ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อๆกัน และมีการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ

3. ขอบเขตเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 4 แผน ใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

4.2.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.70 – 1.00 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.58 – 0.75 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.50 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.70 – 1.00 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.90 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.99

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 ชั่วโมง

5.2 ชี้แจงนักเรียนให้ทราบถึงการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องการใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง แล้วดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

5.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ชั่วโมง และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 ชั่วโมง

5.4 ตรวจผลการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนผ่านร้อยละ 75 โดยใช้การวิเคราะห์ Sign test (One Sample)

6.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การวิเคราะห์ Sign test (2 Related Sample) เป็นการทดสอบโดยไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Tests)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนตามเกณฑ์ร้อยละ 75	$\bar{X}$	S.D.	N.D.	P.D.	t	p
หลังเรียน	15	40	30	32.33	2.84	2	13	0	0.000

$p < 0.05$

หมายเหตุ: N.D. แทน Negative Differences
P.D. แทน Positive Differences
t แทน ties

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 32.33 (S.D. = 2.84) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 (30 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนในภาพรวม

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	N.D.	P.D.	t	p
ก่อนเรียน	15	9.40	2.35	0	14	1	0.000
หลังเรียน	15	15.67	2.82				

$p < 0.05$

หมายเหตุ: N.D. แทน Negative Differences
P.D. แทน Positive Differences
t แทน ties

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.67 (S.D. = 2.82) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ

สมมติฐานที่ตั้งไว้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา คือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ การสอนในลักษณะนี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดที่เป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 1) ขั้นระบุปัญหา โดยขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่นักเรียนตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ โดยในขั้นนี้นักเรียนจะมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ ซึ่งการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ที่บุคคลสร้างขึ้นด้วยตัวเอง และถ้าหากนำความรู้นั้นไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความรู้นั้นเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อบุคคลนั้นมากขึ้น สามารถจดจำความรู้นั้นได้อย่างแม่นยำ สามารถถ่ายทอดความรู้ และความคิดนั้นไปยังบุคลลอื่นได้ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ (ชัยอนันต์ สมุทวณิช, 2541) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนาต้นแบบ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังที่ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2541) กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้มีเรียนได้มีทางเลือกว่าจะสามารถสร้างอะไรได้มากเท่าใด ก็จะทำให้ผู้เรียนเต็มใจและต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น และหากผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ลงมือทำได้มากเท่าใดก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่มีความหมายและคงทน 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามสิ่งที่วางแผนไว้ ถ้าผลที่ได้ออกมาไม่ดีพอ ก็ทำการปรับปรุงแก้ไขวิธีการทดสอบ และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำเสนอผลลัพธ์ โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาในด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ และสติปัญญาอย่างครบถ้วน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับจำรัส อินทลาภาพร (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษายังทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับกมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2562) กล่าวว่า การสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นผลของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ในการจัดการกับข้อมูลหรือประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยมีสิ่งเร้ากระตุ้นเกิดการเรียนรู้การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลจากประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองหรือได้มาจากการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น โดยครูจะมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถกระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น จากผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน คูเจริญไพศาล และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาการพัฒนา

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของปัญญา คำสะไมล์ และทวี สระน้ำคำ (2562) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของโสรดา บัวเนียม และจิตตวิสุทธิ์ วิมุตติปัญญา (2562) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของชนม์ชนัญ ธนูพราน และกนกกาญจน์ กาญจนรัตน์ (2563) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นการฝึกให้นักเรียนสามารถกำหนดคำถามและปัญหาออกแบบและค้นคว้าเพื่อรวมกลุ่มข้อมูล สร้างข้อสรุป จนทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้ากับชีวิตจริงได้ ดังที่ นฤมล ยุตาคม (2542) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้ 1) การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2) การนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 3) ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ เครื่องใช้ ทางเทคโนโลยีภายในบ้าน 4) การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 5) ความเข้าใจและประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน 6) ความเข้าใจในเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพ โภชนาการและการดำเนินชีวิต ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กัน และมีการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ซึ่ง 6 ลักษณะนี้มีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการสอนที่มีการเชื่อมโยงทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์กับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ต่างกลุ่มสาระได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมประภา อินต๊ะหล่อ (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนที่มีความ

บกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมหลังการสอนสูงขึ้นกว่าก่อนสอน อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของศยามล พลแสน (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนววิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผ่านเกณฑ์ระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของอภิญญา สิงห์โต (2564) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนก แย้มชม (2564) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบและตัวชี้วัด ทั้ง 6 ด้านของความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ด้านการนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นกว่าด้านอื่น เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในขั้นตอนที่ 2 มีการจัดกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนสามารถพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด จึงส่งผลให้ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพิ่มสูงขึ้นกว่าด้านอื่น ส่วนด้านที่มีคะเนนเฉลี่ยสูงขึ้นน้อยกว่าด้านอื่น คือ ด้านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เนื่องจากในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีและกำหนดเค้าโครงในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่ได้เน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ จึงส่งผลให้วามสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีคะเนนเฉลี่ยสูงขึ้นน้อยกว่าด้านอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงควรควรให้เวลาเพียงพอแก่การเรียนรู้ ไม่จำกัดเวลาในการทำกิจกรรม

1.2 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยคำถามด้านความจำนักเรียนสามารถทำคะแนนได้น้อยที่สุด ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจดจำได้ยาวนานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.3 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น โดยนักเรียนสามารถทำคะแนนเกี่ยวกับความเข้าใจและประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้น้อยที่สุด ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่พัฒนาให้รู้เรียนสามารถนำความรู้ไปดัดแปลง ปรับปรุง สามารถตีความจากสถานการณ์จริงได้

1.4 จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ เครื่องใช้ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียนมีค่อนข้างมาก ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น เพราะจะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับชั้นอื่น ๆ โดยการปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้น และวัยของนักเรียน เพื่อให้ครอบคลุมและบรรลุเป้าหมายในการจัดการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.3 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยให้ผู้เรียนได้กำหนดปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างผลงานต่าง ๆ ตามแนวคิดของตนเองได้อย่างหลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560 ก). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2579).* กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560 ข). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2562). *การพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). รัตนสุวรรณการพิมพ์.

จริยา สุจารีกุล. (2557). *วิทยาศาสตร์คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

จำรัส อินทลาภาพร. (2558). *การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนม์ชนัญ ธนูพราน และกนกกาญจน์ กาญจนรัตน์. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา,* 3(1), 57-64.

ชนิดา ยอดสาลี และกาญจนา บุญส่ง. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 2. *วารสารวิชาการฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ,* 9(1), 1208 – 1233.

ชัยอนันต์ สมุทวณิช. (2541). *จาก Instructionism สู่ Constructionism.* ในรายงานเบื้องต้นจากวชิราวุธวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. *วารสารศึกษาศาสตร์,* 3(14), 29 - 41.

น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์),* 11(21), 23 – 38.

ปัญญา คำสะไมล์, และทวี สระน้ำคำ. (2562). ผลการเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา,* 1(5), 16 – 34.

ปุญญพัฒน์ โคตรบุตร. (2560). *การบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พิมประภา อินต๊ะหล่อ. (2553). *ความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มนตรี จุฬาวัฒนพล. (2558). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์หรือ สะเต็มศึกษา. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19*(3), 3-4.

รักษ์ศิริ จิตอารี. (2560). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รัชนก แย้มชม. (2564). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วนัชฎา ซุ่ยลอย. (2553). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของครูชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี,* 21(2), 213 – 236.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2551). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* สุวีริยาสาส์น.

ศยามล พลแสน. (2553). *ความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนววิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบ O-NET ม.3 ปีการศึกษา 2561-2563.* สืบค้นจาก https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018.* https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/.

สินีนาถ ยาฝาด, สุจินต์ วิศวธีรานนท์, และ ดวงเดือน พินสุวรรณ์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 34*(1), 39 – 50.

โสรดา บัวเนียม และจิตตวิสุทธิ์ วิมุตติปัญญา. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education). *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา, 3*(2), 58-65.

อภิญญา สิงห์โต. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์, 7*(7), 387-398.

Capraro, R. M., & Sunyoung, J. M. (2014). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach.* Rotterdam. Sense.

Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action.* National Council for Science and the Environment.

Lester, B. T. (2006). Social Activism in Elementary Science Education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education, 28*(4), 315 – 339.

Meyrick, K.M. (2012). How STEM education improves student learning. www.ced.ncsu.edu/meridian/index.php/meridian/article/