

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก

Development of Creative Thinking for Grade 6 Students on the Topic of Daily Life Chemicals by Using Stem Education and Graphic Organizers

ปรียา โคตรสาลี¹, ถาดทอง ปานศุภวัชร² และ อรุณรัตน์ คำแหงพล³

Preeya Krotsalee¹, Thardthong Pansupawat² and Arunrat Khamhaengpol³

Received : 22 ส.ค. 2562

Revised : 10 ต.ค. 2562

Accepted : 15 ต.ค. 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์ จำนวน 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกเรื่องสารในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.63/79.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, ผังกราฟิก, ความคิดสร้างสรรค์

Abstract

The purposes of this study were to 1) develop and test efficiency of lesson plans based on STEM education and graphic organizers on the topic of daily life chemicals on the efficiency of 75/75, 2) compare creative thinking of students both before and after using the constructed material, 3) compare learning achievement of students both before and after using the constructed material, and 4) study

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
อีเมล: ppp538111@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³ ดร., อาจารย์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

¹ Master Student Master of Education Program in Science Teaching, Sakon Nakhon Rajabhat University,
Email: ppp538111@gmail.com

² Assistant professor Dr. Program in Science Teaching, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

³ Dr., Lecturer Program in Science Teaching, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

satisfaction of students toward lesson plans based on STEM education and graphic organizers. The sample of this study consisted of 32 grade 6 students at Anuban Charoensin School during academic year 2018. They were randomly selected by the cluster random sampling. The instruments included lesson plans based on STEM education and graphic organizers, creative thinking test, learning achievement test and satisfaction evaluation. The collected data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation, and t-test (dependent samples). The results of this study were as follows: 1) The efficiency of lesson plans based on STEM education and graphic organizers on the topic of daily life chemicals was 78.63/79.61 percent, which was higher than the expected criterion (75/75), 2) Creative thinking of students after learning was higher than that of before using the constructed material at significant level of .05, 3) Learning achievement of students after learning was higher than that of before using the constructed material at significant level of .05, and 4) Satisfaction of students toward lesson plans based on STEM education and graphic organizers was at the highest level.

Keywords : STEM education, Graphic organizers, Creative thinking

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ เทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และสามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) นักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจด้านเนื้อหา สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผลและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 1)

ไม่ว่าเวลาจะผ่านไปนานแค่ไหน วิทยาศาสตร์ยังคงมีบทบาทสำคัญต่อโลกปัจจุบันและอนาคตอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคสมัยนี้ที่วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ทุกคน ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต การงานอาชีพ ข้าวของเครื่องใช้รวมถึงผลผลิตต่าง ๆ ที่ล้วนแต่จะต้องมีหลักวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ตลอด ทุกอย่างล้วนเต็มไปด้วยความสะดวกสบายในการทำงานและการดำเนินชีวิตที่มีผลมาจากวิทยาศาสตร์ ความรู้ การคิด การวิจัยต่าง ๆ เรียกได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยที่ทำให้เกิดเทคโนโลยีและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดสำหรับมนุษย์ วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ พัฒนาวิธีการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยี นำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล (ยุพา วยศ และคณะ, 2551 : 5) เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมจริยธรรม (นุศรา ทองนุ่น, 2549 : 1)

การคิดเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่ง เป็นจุดมุ่งหมายหลักทางการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ลักษณะการคิดที่ควรพัฒนาเด็กมี 8 ประการ ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียด การคิดชัดเจน การคิดกว้าง การคิดไกล การคิดลึกซึ้ง รวมทั้งการคิดอย่างมีเหตุผล ตลอดจนกระบวนการคิดระดับสูงสุด กระบวนการคิดที่สำคัญ ได้แก่ กระบวนการคิดแก้ปัญหา กระบวนการคิดสร้างสรรค์ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 17) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือว่าเป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเด็ก เพราะจะทำให้

เด็กสามารถสร้างความคิด สร้างจินตนาการ สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์หรือพลังทางความคิดที่ทุกคนมีมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้มีอิสระทางความคิด มีความคิดนอกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์ การฝึกฝนให้นักเรียนสามารถคิดอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยยกระดับความมั่นใจในตนเองและส่งผลให้นักเรียนมีคุณภาพมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 : 26)

จากการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนยังขาดความมั่นใจในตนเอง ไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างคล่องแคล่ว ใช้เวลานานในการคิดหาคำตอบ ลักษณะคำตอบไม่ชัดเจน ไม่ตรงประเด็น ไม่มีความหลากหลายรวมทั้งการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยส่วนใหญ่จะออกมาในรูปแบบเดียวกัน อีกทั้งยังขาดทักษะในการศึกษาค้นคว้า การคิดแก้ปัญหา ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์, 2561 : 19) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) พบว่านักเรียนโรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีวิจารณญาณและมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับร้อยละ 11.1 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) , 2557: 31)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่าง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามารวมกันเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ และสอดคล้องกับการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา และพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ (พรทิพย์ ศิริภักทรชัย, 2556 : 50-51) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 (ประเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร, 2559 : 463-474) นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น (สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์, อติยา บงกชเพชร และชมพูนุช วรางคณากุล, 2561: 119-132)

ผังกราฟิก เป็นการใช้แนวคิด ทฤษฎี กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล ช่วยพัฒนาสมองซีกซ้ายซีกขวาไปพร้อมกัน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544 : 126) แผนผังทางความคิดประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาอันนั้น ๆ ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมากเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้เร็วขึ้นและจดจำได้นาน (ทิศนา แวมมณี, 2545 : 2) ผังกราฟิกยังทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมแล้วสร้างความหมาย ความเข้าใจ เนื้อหาสาระหรือข้อมูลช่วยให้การถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย รวดเร็ว ซึ่งจะทำให้จดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างถาวร การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ (อาทิพย์ คนโทพรมราช, 2553 : 95)

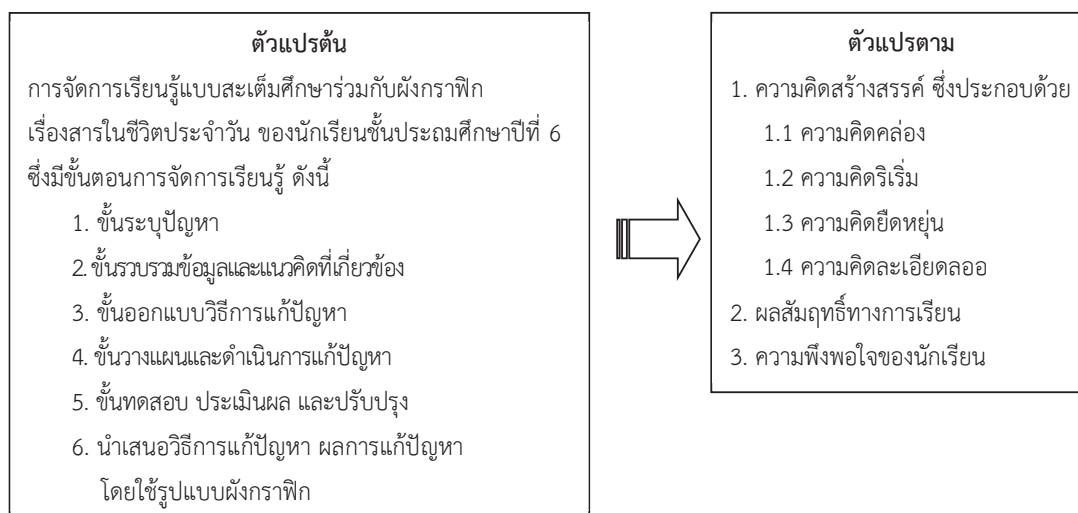
จากสภาพปัญหา หลักการ และเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน และความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน การฝึกฝน การอบรมส่งเสริมอย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก

วัตถุประสงค์

1. สร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน

กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแสดงกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2557 : 16-17) และแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 126) มาประยุกต์ใช้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบผังกราฟิก เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดริเริ่ม 3) ความคิดยืดหยุ่น 4) ความพึงพอใจของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน โดยแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 65 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียนจำนวน 32 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผน มีผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 แสดงว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แบบอัตนัย จำนวน 5 ฉบับ เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างและให้คะแนนแบบทดสอบตามการวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) มีผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์กับตัวชี้วัด จากผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้องมากที่สุด

2.2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.37-0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.80

2.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน สร้างตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผลและด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้องมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง รูปแบบกลุ่มเดียว คือ กลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)

3.2 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง พร้อมทั้งเก็บคะแนนระหว่างเรียน จากใบงาน และแบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.3 ดำเนินการสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยค่าที (t-test) ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.4 ดำเนินการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมโดยพิจารณาค่า IOC ≥ 0.50 ขึ้นไป

4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยค่า t-test แบบไม่เป็นอิสระ (Dependent Samples)

4.4 วิเคราะห์และประเมินผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจ แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	มีระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก
2.50 – 3.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

สรุปผล

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการวิจัย และสรุปผลการวิจัย รายละเอียดดังนี้

1. ผลการวิจัย

1.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ข้อมูล	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
กิจกรรมระหว่างเรียน	32	160	125.81	11.88	78.63
การวัดผลหลังเรียน	32	130	103.65	8.24	79.61

จากตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานและแบบทดสอบท้ายแผนในแต่ละแผนจำนวน 8 แผน คะแนนเต็ม 160 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 125.81 คิดเป็นร้อยละ 78.63 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คะแนนเต็ม 130 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.65 คิดเป็นร้อยละ 79.61 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยเฉลี่ย 78.63/79.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

1.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Sample ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

คะแนนความคิด สร้างสรรค์	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	100	43.69	9.29	28.08*
หลังเรียน	32	100	79.84	4.97	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .05; df 31 = 1.684)

จากตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยรวมความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 43.69 และ 79.84 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t ที่ได้จากการคำนวณคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ เท่ากับ 28.08 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .05; df 31 = 1.684 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Sample ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	30	13.16	3.13	16.20*
หลังเรียน	32	30	23.81	3.27	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .05; ค่า df 31 = 1.684)

จากตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 13.16 และ 23.81 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t ที่ได้จากการคำนวณคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 16.20 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .05; df 31 = 1.684 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.74	0.36	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.66	0.49	มากที่สุด
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้	4.57	0.50	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.67	0.51	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.72	0.37	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.67	0.45	มากที่สุด

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในแต่ละด้าน โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาลำดับ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 3) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 4) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และ 5) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.67 แสดงว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับมากที่สุด

2. สรุปผลการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 78.63/79.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากการสร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 78.63/79.61 หมายความว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน ซึ่งเก็บจากคะแนนใบกิจกรรม/ใบงาน แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบทดสอบที่เก็บระหว่างการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 78.63 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ คิดเป็นร้อยละ 79.61 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการที่เหมาะสม โดยศึกษาจากตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระชิ้นงาน เครื่องมือวัดผลและประเมินผล หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมโดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนาระบบการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น เข้าใจการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สามารถนำเสนอข้อมูลหรือข้อความที่ประมวลความรู้แล้วมานำเสนอในรูปแบบผังกราฟิกต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น และจากผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 แผน ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.53 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแผนการสอนไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพ ก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จึงมีผลทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปันณวัฒน์ อินทร์เจริญ (2560 : 111-119) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.80/78.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปุญญพัฒน์ โคตรบุตร, ต้นสกุล ศานติบุรณ์ และสมาน เอกพิมพ์ (2560 : 1306-1311) ได้ศึกษาการบูรณาการแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.04/84.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยนต์ คุณารักษ์ (2561 : 35-44) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.58/78.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้าน โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ด้านความคิดริเริ่ม เท่ากับ 16.84 และ 33.41 ตามลำดับ 2) ด้านความคิดคล่อง เท่ากับ 9.63 และ 16.63 ตามลำดับ 3) ด้านความคิดละเอียดลออ เท่ากับ 9.06 และ 14.97 ตามลำดับ 4) ด้านความคิดยืดหยุ่น เท่ากับ 8.16 และ 14.84 ตามลำดับ และความคิดสร้างสรรค์รวมเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 43.69 และ 79.84 ตามลำดับ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2557 : 16-17) ในรูปแบบ ผังกราฟิกแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น สามารถออกแบบผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง สามารถนำเสนอข้อมูลหรือข้อความ ที่ประมวลความรู้แล้วมานำเสนอในรูปแบบผังกราฟิกต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย ชัดเจน และสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ศิริภักทรชัย (2556 : 50-51) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัสสร ติตมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2558 : 71-76) ได้ศึกษาแนวทางทรงส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบ ของร่างกายมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิด สร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประเมศวร์ วงศ์ชาวม และกัญญารัตน์ โจร (2559 : 463-474) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดีขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ ผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนบูรณาการด้านเนื้อหาวิชาพร้อมกันกับหลักการและทักษะ กระบวนการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเรียน ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ทดลอง สังเกต ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ส่วนการใช้ ผังกราฟิกก็เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้จำนวนมาก ช่วยให้จดจำ และเชื่อมโยง

สิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย รวดเร็ว และยาวนาน นักเรียนมีพัฒนาการด้านการตอบคำถาม การแสดงออกดีขึ้น รู้จักแบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลงไปด้วยดี ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติทดลอง รู้จักการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และสรุปองค์ความรู้ด้วยผังกราฟิกซึ่งจะให้นักเรียนจดจำเนื้อหาการเรียนได้ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกจึงช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกจึงช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โสภานันท์ มั่นเรือง และจิรินทร์ อุ่มไกร (2559 : 236-243) ได้ศึกษาพัฒนาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การศึกษาแบบสะเต็มศึกษา กรณีศึกษาโรงเรียนสุพรรณภูมิ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประเมศวร์ วงศ์ชาวม และกัญญารัตน์ โคจร (2559 : 463-474) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นในวาระรอบปฏิบัติการที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Clark (1991 : 37-38) ได้ศึกษาผังกราฟิกและโครงการห้องสมุดของโรงเรียน พบว่า ผังกราฟิกไม่เพียงแต่จะช่วยให้เด็กเรียนจดจำและแยกประเภทข้อมูล แต่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่ยาก ช่วยพัฒนาความคิด และแยกแยะการเชื่อมโยงระหว่างความคิด เครื่องมือเกี่ยวกับภาพเหล่านี้จึงส่งผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักเรียนที่ใช้งานผังกราฟิกบ่อย ๆ จะแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางด้านการเขียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้น ผังกราฟิกจึงช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รวมทั้งยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนเมื่อผู้เรียนพอใจในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลที่ยากให้จดจำได้ง่ายขึ้นในระยะยาว

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในแต่ละด้าน โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาลด ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 3) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 4) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และ 5) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.67 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมจริงทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ได้ศึกษาหา ความรู้ด้วยตนเอง ได้สร้างชิ้นงาน และสามารถนำเสนอชิ้นงาน สรุปองค์ความรู้ออกมาในรูปแบบผังกราฟิก เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและนอกกลุ่ม ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออก เกิดความมั่นใจ มีความสุข สนุกสนาน จากการเรียนรู้ รวมทั้งมีการวัดและประเมินผลควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ ใบงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผน ออกแบบแก้ปัญหา และสร้างชิ้นงานอย่างมีเหตุผล ได้ทราบความก้าวหน้า ภูมิใจในผลงานทั้งของตนเองและผลงานของกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แรมจันทร์ พรหมปากดี (2559 : 101-111) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง พันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.27 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559 : 81) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมาณผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนอนุกุลนารี พบว่านักเรียนพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิรัตน์ จิตรศิลป์, 2561 : 87-97) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องแรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก ครูควรศึกษารูปแบบขั้นตอนของการทำกิจกรรม ให้เข้าใจ จัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น และมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูควรมีการอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้แนวทางหรือวิธีการในการทำกิจกรรม รวมถึง รู้จักการแบ่งหน้าที่ในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จตามเวลาที่กำหนด

1.3 ครูควรยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก ไปใช้กับเนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาและวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกเพื่อพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

2.3 ควรมีการวิจัยและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก โดยร่วมมือกับครูผู้สอน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาเพื่อช่วยกันออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกให้ชัดเจน และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545.

กรุงเทพฯ: ศูนย์สาธิตพัชร.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ทิศนา ขมมณี. (2545). 14 วิธีสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุศรา ทองนุ่น. (2549). ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุที่ได้รับการสอนแบบกระบวนการวิจัยโดยเน้นโครงงาน. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 10(ฉบับพิเศษ), 463-474.
- ปณณวัฒน์ อินทร์เจริญ. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน*, 9(25), 111-119.
- บุญญพัฒน์ โคตรบุตร, ต้นสกุล ศานติบุรณ์ และสมาน เอกพิมพ์. (2560). การบูรณาการแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1.
2-3 มีนาคม 2560. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 1306-1311.
- พิมพันธ์ เดชคุปต์. (2544). บรรยายภาคการเรียนการสอน : ปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการสอน. *วารสารมิตรครู*, 32(12),
10-14.
- พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักรบริหาร*, 33(2), 50-51.
- ภัสสร ติตมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education
เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*,
13(3), 71-76.
- ยุพา วรยศ และคณะ. (2551). *คู่มือครูวิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์. (2561). *แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2560*. สกลนคร: โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์.
- แรมจันทร์ พรหมปากดี. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
7 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง พันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการ
หลักสูตรและการสอน*, 8(22), 101-111.
- วิรัชขมา จิตรักศิลป์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
เรื่องแรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน*, 10(27), 87-97.
- ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประจักษ์ผลด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา วิชาโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนารี. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ.
- สุกัญญา เชื้อหลุยโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร และชมพูนุช วรางคนากุล. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 119-132.
- สุรียนต์ คุณารักษ์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน*,
10(27), 35-44.

- สุธาทิพย์ คนโทพรมราช. (2553). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกประกอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการหลักสูตรและการเรียนรู้. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- โสภณ มั่นเรือง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการศึกษาแบบ STEM Education กรณีศึกษา โรงเรียนสุพรรณภูมิ.
การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2. 30-31 มีนาคม 2559 มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 236-243.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม
(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิค จำกัด.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2557). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอก
รอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมิน
คุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).
- Clark, J.H. (1991). *Using visual organizer to Focus on Thinking*. Washington, DC: American Council on
Education.