

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง
Development of Science Activity Series Based on STEM Education
“Stone Story and Change”

ตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง¹, อรัญ ชูยกระเดื่อง², พงศกร พิมพะนิตย์³
Threeprasert Sangsiruarn¹, Arun Suikraduang², Pongsagorn Pimpanith³
ทำวิจัยเมื่อ พ.ศ. 2562
Email : maximuskkw.3577@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2)เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน 3)ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ จำนวน 20 คน เป็นการสุ่มแบบยกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Master Student of Education (Curriculum and Instruction) Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand.

^{2,3}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

^{2,3}Faculty of Education Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand.

*ได้รับบทความ: 24 มกราคม 2563; แก้ไขบทความ: 7 มีนาคม 2563; ตอรับการตีพิมพ์: 17 มีนาคม 2563

Received: January 24, 2020; Revised: March 7, 2020; Accepted: March 17, 2020

(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 ชุดกิจกรรม ๆ ละ 2 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ (3) แบบทดสอบความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test (Dependent)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรม ได้แก่ (1)สวนหินที่รัก (2)ทางเดินของธานอส (3)หินนี้มีดีอะไร (4)หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5)“ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (6)สู้ธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67 2)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3)ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : 1. สะเต็มศึกษา 2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5. ความพึงพอใจ

ABSTRACT

The objectives of the research article were to 1) develop of a science activity series on the standard criteria of 80/80., 2) compare the students' learning achievement and critical thinking of a science. and 3) study students' satisfaction towards the developed of a science activity. The sample for this research consisted of 20 pupils of Nonrangwittayakan School using cluster random sampling. The research tools were (1) to science activity series along the STEM Education Stone and change, 6 sets of activities, 2 hours each; (2) Learning achievement test and critical thinking; and (3) a questionnaire on satisfaction. The statistics used to analyze the data were: percentage, mean, standard deviation and t - test (Dependent).

The results of the research revealed that : 1) There are Six activity sets. (1)Dear stone garden. (2)The pathway of Thanos. (3)What is good about this stone. (4)Stone, are you still the same. (5) “Earthquake disaster” Know before, we are safe and (6)fight the

disaster. Effectiveness of the materials was 79.08/82.67 percent. 2) The students science learning achievement test and critical thinking ability and after using “STEM Education” were significantly higher before using “STEM Education” materials at the .05 level. 3) The overall satisfaction of the students with using “STEM Education” was at the highest level.

Keywords : 1. STEM Education 2. Science Activity Series Learning 3. Achievement 4. Critical Thinking 5. Satisfaction

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายมุ่งพัฒนาให้คนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพเกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ คุณภาพการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นพลเมืองที่ดี มีคุณภาพ การที่ประเทศไทยจะพัฒนาไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในอนาคตได้นั้นจะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็งและมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาทั้งในระยะกลางและระยะยาวโดยเฉพาะ “การพัฒนาคน” ให้มีการเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคน(สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559 : 21)

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องอาศัยทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เพื่อช่วยในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และ ทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแตกต่างกันก่อนเข้าสู่ห้องเรียน ระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกันโดยตรงของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดขั้นสูงและการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : ง-ฉ)

แม้วิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่เป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน แต่การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ปีการศึกษา 2558 – 2560 พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.12, 39.98 และ 37.10 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติ และเมื่อพิจารณาลงสู่ระดับโรงเรียน พบว่านักเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.36, 43.96 และ 34.92 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 นอกจากนี้ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560 : ออนไลน์)นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะต่ำแล้วจากการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียน มาตรฐานที่ 1 คุณภาพของผู้เรียน ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของโรงเรียนคือนักเรียนร้อยละ 70 มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับดีขึ้นไป ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ จากการสังเกตของผู้ทำวิจัยเองพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้และไม่เข้าใจถึงความจำเป็นของวิชาวิทยาศาสตร์ ยังใช้ความเคยชินในการแก้ไขปัญหาไม่ได้ นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง และเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่จะนำมาช่วยเป็นสื่อกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างครูและผู้เรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องรูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนข้างต้น พบว่าหากให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบ

Active Learning ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป (Bonwell, 1991 : 5) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการคือ (1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ และ (2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators) (Fedler and Brent, 1996 : 43-47)ซึ่งสอดคล้องกับจุดเน้นกระทรวงศึกษาธิการด้านความมั่นคงตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ในการพัฒนาหลักสูตรกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความปรองดองความสามัคคี เพื่อนช่วยเพื่อน โดยใช้รูปแบบ Active Learning พัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคน เพื่อรองรับผลการทดสอบ PISA และ STEM Education

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่ารูปแบบ วิธีการและนวัตกรรมที่ใช้แบบเดิมไม่สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้ และเพื่อให้สอดคล้องกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สร้างความตระหนักถึงความสำคัญ ความเป็นมา และความภาคภูมิใจต่อแหล่งเรียนรู้ในชุมชน “จุดชมวิวหินช้างสี อุทยานแห่งชาติน้ำพอง” ผู้วิจัยเชื่อว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

3.1 ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.2 เป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะการแก้ไขปัญหาชีวิต ให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

3.3 เป็นประโยชน์ต่อไปโดยเฉพาะทิศทางและมิติที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 จำนวน 44 โรงเรียน จำนวน 51 ห้อง จำนวนนักเรียน 1,158 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรัง วิทยาคาร จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบยกกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยสุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียน กรณีที่โรงเรียนที่มี 2 ห้องเรียนขึ้นไป จะทำการสุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน แล้วใช้ นักเรียนที่ได้จากการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1)ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย 6 กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ (1)สวนหินที่รักชุดกิจกรรมที่ (2)ทางเดินของธารนอส (3)หินนี้มีดีอะไร (4)หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย และ (6)สู้ธรณีพิบัติภัย 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) โดยการใช้สูตร (Lovett) เท่ากับ 0.63 3)แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น(KR-20) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.82 4)แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น α โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค เท่ากับ .89 การเก็บและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ (1)ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร เพื่อขอความอนุเคราะห์อนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (2)ทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง กับกลุ่มตัวอย่าง และ (3)ดำเนินการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรม พร้อมตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล (1)วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่6ตามเกณฑ์ 75/75 (E_1/E_2) (2) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ t - test (Dependent) (3) วิเคราะห์ค่าความพึงพอใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

5.1 การจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรมได้แก่ (1)สวนหินที่รัก (2)ทางเดินของธารนอส (3)หินนี้มีดีอะไร (4)หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (6)สู่ธรณีพิบัติภัย ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/81 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/82.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทั้งนี้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบโดยออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการความต้องการและความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ในระบบการทำงานแบบกลุ่ม ที่แบ่งหน้าที่แต่ละคนภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีการบูรณาการใช้ความรู้ที่หลากหลายที่ คือ

(1)วิทยาศาสตร์ (2)เทคโนโลยี (3)การออกแบบเชิงวิศวกรรม และ (4)คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ในกิจกรรมมีการกระตุ้นความคิดนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนคิด มีอิสระในการตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการวิจัยของ เกศินี อินถา (2558 : 57) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องมหัศจรรย์อย่างพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้ ชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กมลฉัตร กล่อมอ้อม และประมะ แก้วพวง (2559 : 27) ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.92/79.54 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อนิศา รัชเวทย์, จุฑิณีปรกรณ์ สมแก้ว และปภา วิอุบธิ (2560 : 226) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 จากผลจากการวิจัยพบว่า (1) ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้นนั้น มีค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 77/76 สูงกว่าที่ตั้งไว้คือ 75/75

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นสื่อ ที่เน้นความแตกต่าง ของผู้เรียนในการใช้ความสามารถแต่ละด้านของแต่ละคน เพื่อร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ที่ต่างๆ ในชุดกิจกรรม ซึ่งชุดกิจกรรมจะเน้น สถานการณ์จริง หรือเหตุการณ์ใกล้ตัว การแก้ปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง สามารถ มีทางแก้ไขสถานการณ์ได้มากกว่า หนึ่งทาง และแม้นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ นักเรียนก็ยังได้ประสบการณ์ในกระบวนการและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มต่างๆ ว่าเหตุใด จึงประสบความสำเร็จหรือไม่ประสบความสำเร็จ ภายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียน กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก และสนุกไปกับกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560 : 18) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงพร สมจันทร์ตา (2559 : 353) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็ม

ศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช พบว่านักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (7.30 ± 1.01 , 7.13 ± 0.97 และ 7.56 ± 0.91) สูงกว่าก่อนเรียน (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 และ 3.37 ± 0.98) ตามลำดับ ($p < .05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ (2562 : 170 – 180) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

6.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน รู้จักหน้าที่ของตนเอง ได้ฝึกแก้ไขปัญหาสถานการณ์จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี อินถา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอโนดาซ์ รัชเวทย์ (2558 : 132) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจเมื่อได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณธนะ ปัดชา (2559 : 830) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ (2562) ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน คุณเจริญไพศาล (2562 : 23) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรุฒิ สุดจิตจรูญ และสิทธิพล อัจฉินทร์ (2562 : 2) การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

7.1.1 โรงเรียนควรมีนโยบายที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

7.1.2 ผู้บริหารควรเป็นผู้ขับเคลื่อนในการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา โดยให้ครูผู้สอนบูรณาการร่วมกันในหลากหลายกลุ่มสาระรายวิชา

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ลงมือจัดกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ซึ่งในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยพบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรม จึงได้เขียนข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำแนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) สู่อห้องเรียน ดังนี้

7.2.1 การเลือกใช้สื่อ มีความจำเป็นต้องใช้สื่อที่หลากหลาย และสอดคล้องกับความรู้ความเข้าใจในสื่อของผู้เรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมควรมีการกำหนดสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น

7.2.2 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน ครูผู้สอนจำเป็นต้อง ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่จำเป็นต้องใช้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาก่อน เพราะในบางครั้งหากผู้เรียนเรียนไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะจัดกิจกรรมจะเป็นอุปสรรคต่อการจัดกิจกรรมได้

7.2.3 กิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) การออกแบบเชิงวิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M) มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงจากปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธี มีผู้ที่ประสบผลสำเร็จและผู้ที่ไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้นั้น จะมีการเรียนรู้ทั้งจากความสำเร็จและล้มเหลวของผู้เรียนในขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์

7.2.4 สถานการณ์ ที่ใช้ในชุดกิจกรรมควรเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน ใกล้ตัวผู้เรียน หรือที่กำลังเป็นที่สนใจของสังคม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในตัวชุดกิจกรรมสูงขึ้น รวมถึงชื่อกิจกรรมที่ผู้เรียนมักเกิดคำถาม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจของชุดกิจกรรม

7.2.5 ในการถามคำถามกระตุ้นความคิด ควรถามคำถามปลายเปิด ไม่ถามคำถามชี้แนะผู้เรียน ซึ่งในช่วงการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมแรกๆ จะส่งผลให้กิจกรรมดำเนินช้า ครูผู้สอนต้องมีความอดทน เพื่อให้ตัวผู้เรียนนั้น เกิดกระบวนการคิด หากผู้เรียนตอบผิด ครูผู้สอนไม่ควร บอกว่าผิด เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนไม่ตอบสนอง หรือร่วมกิจกรรมในครั้งต่อ ๆ ไป ควรให้กำลังใจในเชิงบวก เช่น มี

คำตอบอื่นอีกหรือไม่ ไกล่เคียงแล้ว ถูกต้องครบมีใครมีคำตอบอื่นเพิ่มเติมหรือไม่ เป็นต้น เพื่อเป็นกำลังใจ และส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกและมีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนควรทำการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาการปฏิบัติตนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ให้กับนักเรียนและผู้ปกครอง

7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

7.3.1 ผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยในครั้งนี้ เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาขอนแก่นเขต 1 จังหวัดขอนแก่น เท่านั้นไม่สามารถเทียบเคียงกับกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดอื่น ได้ ควรมีการทำวิจัยนี้ซ้ำในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เพื่อความน่าเชื่อถือของงานวิจัยให้สูงขึ้น

7.3.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในกลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ออกแบบ

8. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560 ของกระทรวงศึกษาธิการ (เพื่อประกอบการจัดทำคำของบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ.2560)**. กรุงเทพมหานคร : สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงกระทรวงศึกษาธิการ.
- กมลฉัตร กล่อมอิม และปรมะ แก้วพวง. (2559). ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. **วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุตรดิตถ์**. 3(2). 27-42.
- เกศินี อินตา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอนันดา รัชเวทย์. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง มหัศจรรย์ยางพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. **วารสารครูพิบูล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**. 2(1). 132-141.
- ดวงพร สมจันทร์ตา, มนตรี มณีภาค และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2559). **การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช. ใน การประชุมวิชาการ ระดับชาติ ครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21**. 353-360.

- น้ำฝน คุเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 11(21). 23-38.
- วรรณธนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยั้ง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 9(2). 830-839.
- วรวิฑูรี สุดจิตรจูล และสิทธิพล อาจอินทร์. (2562). การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 13(2). 1-11.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2562. จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/>
- สาวิตรี หงษา. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 16(2). 18 - 24.
- อับดุลยามีน หะยีชาเดร์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 30(1). 170-180.
- อโนดาซ์ รัชเวทย์, ฐิณีปกรณ์ สมแก้ว และภาวิ อูปธิ. (2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทอร์น*. 11(3). 226 - 238.
- C.C. Bonwell, J.A. Eison. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ERIC Digest. Washington D.C. : ERIC Clearinghouse on Higher Education.
- Felder, R. and Brent, R. (1996). Navigating the Bumpy Road to Student-Centered Instruction. *Journal of College Teaching*. 44(2). 43-47.

9. คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นรวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตลอดจนผู้ปกครองนักเรียนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คณะครูโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคารทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย