การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

DEVELOPMENT OF STEM INTEGRATED LEARNING UNIT ON SOUND FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS

จุฑารัตน์ เกาะหวาย
JUTHARAT KOAWAI
เกริก ศักดิ์สุภาพ
KRIRK SAKSUPARB
สุนีย์ เหมะประสิทธิ์
SUNEE HAEMAPRASIT
มหาวิทยาลัยศรีครินทรวิโรฒ
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
กรุงเทพมหานคร
BANGKOK

รับบทความ : 22 กันยายน 2563 /ปรับแก้ไข : 5 ตุลาคม 2563 /ตอบรับบทความ : 8 ตุลาคม 2563
Received : 22 September 2020 /Revised : 5 October 2020 /Accepted : 8 October 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ให้มีประสิทธภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) 3) ศึกษาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย คือ One-group Pretest Posttest Design กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบประสิทธิภาพสื่อ (E1/E2) และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่าหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.60/84.35 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ70=14 คะแนน) และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งภาพรวมและรายด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

คำสำคัญ : หน่วยการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์, ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ABSTRACT

This research objectives were to study 1) the development STEM education on the learning unit on sound when E1/E2 was 80/80, 2) the physics learning achievement before and after using STEM education, as well as after using STEM education and to compare learning achievement with the criteria (70 percentage), and 3) the creative problem solving thinking ability before and after using STEM education, as well as after using STEM education on the learning unit on sound. The research design was a one-group pretest posttest design. The samples consisted of 39 students in 11th grade who studied in Sciences and Mathematics program. The sample in this study was selected by propulsive sampling technique. The instruments used in the research included the following 1) the learning unit sound, 2) Physics tests, and 3) creative problem-solving ability tests. The statistical analysis were mean, standard deviation, E1/E2 efficiency process balance, and t-test for dependent samples and one sample.

The results of this research were as follows 1) STEM Education on the learning unit on sound of 11th grade level was qualified at 83.60/84.35, according to 80/80 criteria, 2) students learned by STEM Education had higher learning achievement than before learning with statistical significance at the level of 0.01 and passing the specified criteria (70 percent=14 points), and 3) students learned by STEM Education had better creative problem solving ability both in the overview and each area with statistical significance at 0.01.

Keywords : Learning units, STEM education, Physics achievement, Creative problem solving ability

บทนำ

เนื่องจากโลกของเราเข้าสู่ “ยุคโลกาภิวัตน์” เป็นยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันสูงทั้งอาชีพ เศรษฐกิจ และการศึกษา เป้าหมายของการศึกษาคือการเตรียมกำลังคนเพื่อเป็นกำลังคนของชาติในอนาคต โดยการเตรียมตัวไม่จำกัดเพียงแต่ความรู้ที่ได้เรียนในโรงเรียนเท่านั้น แต่ยังต้องให้สามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์และบริบทต่าง ๆ อย่างกว้างขวางในชีวิตจริงในศตวรรษที่ 21 ต่อไป (Klainin, 2012, p. 1) แต่การจัดการเรียนรู้ในขณะนี้ ยังไม่ตอบสนองต่อเป้าหมายการศึกษาไทยในยุคปัจจุบัน เนื่องผู้สอนยังสอนเน้นการบรรยายและสอนตามรายวิชา ไม่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระอื่น ๆ เข้าด้วยกัน รวมไปถึงขาดการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน เห็นได้จากผลสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ในปี 2015 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน ซึ่งลดลงจาก PISA ปี 2012 (444 คะแนน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018, p. 18) จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เราทราบว่าความรู้ ความเข้าใจเพียงศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งไม่สามารถพัฒนาคนให้พร้อมสำหรับสังคมในปัจจุบันได้ การนำกระบวนการไปสู่การคิดแก้ปัญหานำความรู้ในห้องเรียนไปใช้ประโยชน์ผ่านมุมมองความรู้แบบองค์รวมที่เรียกว่า “สะเต็มศึกษา” โดยแนวคิดนี้เชื่อว่า เพราะในชีวิตประจำวันเราไม่สามารถแยกส่วนความรู้ออกจากกัน นักเรียนจึงต้องเชื่อมโยงบทเรียนในห้องเรียนสู่ชีวิตจริงและสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการยกระดับผลทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (Siripathrachai, 2013, p. 51) ด้วยเหตุนี้การจัดการศึกษาแบบบูรณาการ

แบบสะเต็มที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน เป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน

รายวิชาฟิสิกส์มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ แต่การจัดการเรียนรู้ของผู้สอนยังเน้นการบรรยายและเป็นการให้ผู้เรียนจำสมการเพื่อให้แก้โจทย์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (Moonkhum, 2000, p. 123) ที่กล่าวว่า การสอนแบบบรรยายอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงทฤษฎี ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาแบบประยุกต์ได้ ยิ่งเนื้อหาบางเรื่องเป็นปรากฏการณ์เชิงนามธรรม ผู้เรียนจะต้องใช้จินตาการเพื่อให้เห็นลักษณะของปรากฏการณ์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยาก เช่น คลื่นเสียง เป็นเนื้อหาเชิงนามธรรม ผู้เรียนจะต้องจินตนาการให้เห็นลักษณะปรากฏการณ์ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหาและไม่สามารถประยุกต์เชื่อมโยงในชีวิตประจำวันได้ทั้ง ๆ ที่เสียงเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียนมาก เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ปีการศึกษา 2559 ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ พลังงาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต กรุงเทพมหานคร พบว่า ค่าเฉลี่ยทดสอบของนักเรียนโรงเรียนวชิรธรรมสาธิต อยู่ที่ 25.95 คะแนน สถานบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (National Institute of Educational Testing Service, 2013, online) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์โรงเรียนที่กำหนดไว้ร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่าในสาระการเรียนรู้ พลังงาน ยังต้องได้รับการพัฒนา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่องเสียง มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในประเด็นต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

2.2 เปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประโยชน์การวิจัย

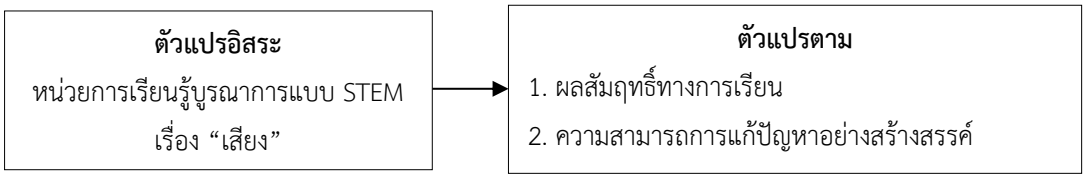
1. ได้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน

3. เพิ่มพูนโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลายและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เป็นการนำเอาศาสตร์วิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มีเนื้อหาสาระเชื่อมโยงกัน มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เชื่อมโยงกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018, pp. 75-80) นอกจากนี้ พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (Siripathrachai, 2013, p. 55) ได้กล่าวถึง STEM ว่าช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัยดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบ STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ ได้รับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ SWUEC/X-267/2561 โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง(Quasi-experiment research) โดยการดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย แบบหนึ่งกลุ่ม มีการสอบก่อนเรียนและหลังการเรียน (One-group pretest-posttest design) มีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)

T_1 แทน การทดสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบ STEM(Pretest)

T_2 แทน การทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบ STEM (Posttest)

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 120 คน กลุ่มตัวอย่างที่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนเรียนช่วงขั้นที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM เรื่อง เสียง

สัปดาห์	หน่วยการเรียนรู้ บูรณาการแบบ STEM	กิจกรรม	จำนวน(ชั่วโมง)
1	เสียง	มาทำความรู้จักกับเสียง	2
		เสียงวิ่งได้	2
2		ได้ยินไหม	2
		มลพิษทางเสียง	2
3		ห้องเก็บเสียง	4
4		คลื่นนิ่งและบีตส์	2
		การสั่นพ้องของเสียง	2
5		ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	2
รวม			**18**

จากนั้นนำหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 เมื่อนำมาแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.75 ทั้งฉบับโดยเฉลี่ย 0.61 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33-0.81 ทั้งฉบับโดยเฉลี่ย 0.52 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.86

3. แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นการจำลองสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน 1 สถานการณ์ ประกอบด้วย 6 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูบริค (Rubic scoring) นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.60-1.00 เมื่อนำมาแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficien) ของครอนบาค (Cronbach, 1951, pp. 297-334) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.75

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. ก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรายบุคคลด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียงผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E) เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

3. เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรายบุคคลด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยของนักเรียนทุกคน มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของค่า E_1 และ E_2 มีค่าไม่เกิน ±2.5

5. นำคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนน

2. สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

2.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตร E_1/E_2

2.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และข้อ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ t-test Dependent Samples

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง โดยวัดจากการเทียบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 กับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM เรื่อง เสียง ของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียน

รายการ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมระหว่างเรียน E_1	39	80	2608.5	83.60
ประสิทธิภาพในการทำแบบทดสอบหลังเรียน E_2	39	20	658	84.35

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) คิดเป็นร้อยละ 83.60 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 84.35 จากข้อมูลที่ปรากฏ ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่องเสียงเท่ากับ 83.60/84.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และเทียบเกณฑ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ได้ผลตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. ความจำ	39	2	1.26	0.68	1.90	0.31	6.85**	0.00
2.ความเข้าใจ	39	6	1.72	0.76	4.77	0.87	16.97**	0.00
3.การนำไปใช้	39	5	0.92	0.74	4.64	0.49	24.58**	0.00
4. การวิเคราะห์	39	7	0.87	0.69	5.67	0.74	34.662**	0.00
รวม	39	20	*4.85*	0.81	*16.87*	*0.89*	55.74**	0.00

**p<0.01

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เท่ากับ 4.85 และ 0.81 สำหรับหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เท่ากับ 16.87 และ 0.89 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ70)

รายการ	n	คะแนนเต็ม	หลังเรียน		เทียบกับเกณฑ์	t
			$\overline{X}$	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39	20	16.87	0.89	14.00 (ร้อยละ 70)	117.88**

**p<0.01

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จาก หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผ่านเกณฑ์กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ จากหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM เรื่อง เสียง

ความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. การค้นพบความจริง	39	4	2.23	0.43	3.54	0.72	10.21**	0.00
2. การหาแนวทางการแก้ปัญหา	39	6	2.31	0.47	4.79	0.95	15.19**	0.00
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	39	4	2.28	0.46	3.87	0.52	14.66**	0.00
รวม	**39**	**14**	**6.82**	**0.85**	**12.20**	**1.28**	**26.49****	**0.00**

** p<0.01

จากตารางที่ 6 พบว่า ความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทุกด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM เรื่อง เสียง นี้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียนได้ดี อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

ประการแรก เลือกหัวข้อหน่วยการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับชั้นปีและสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ได้พัฒนานี้ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (Bureau of Academic Affairs and Education Standards, 2004, p. 7) กล่าวว่า การกำหนดหัวข้อเรื่องหรือชื่อหน่วยการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ โดยหัวเรื่องต้องสะท้อนให้เห็นถึงสาระสำคัญหรือประเด็นหลักในแต่ละหน่วยต่อมาในการทำผังความคิด ในการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

ประการที่สอง หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM ที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary) ที่เชื่อมโยงเนื้อหาและแนวการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM เข้ากับหัวเรื่อง (Theme) ผู้วิจัยใช้หัวข้อเรื่อง เสียง สอดคล้องสภาพปัจจุบัน เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน และความต้องการของผู้วิจัยที่พบว่า เสียง สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ การนำประเด็นที่น่าสนใจหรือเรื่องใกล้ตัวของผู้เรียนมาเป็นหัวข้อในการบูรณาการทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้หลายวิชาในเวลาที่จำกัด เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง มองเห็นภาพเป็นองค์รวมและเป็นการเรียนรู้อย่างสมดุล สอดคล้องกับงานวิจัยของสุชานาฏ สุวรรณพิบูรณ์(Suwunphiboon, 2016, p. 82) ที่ได้ทำการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่องบ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และพรสวัสดิ์ สองแคว (Songkhwae, 2015, p. 145) ทำการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ สามารถแยกอภิปรายเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนหลังการใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 70) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นเป็นการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมของหน่วยการเรียนรู้มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ 4 รายวิชาได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงกัน ผ่านหัวข้อ (Theme) ของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบSTEM ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่มุ่งเน้นแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง จะส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจสาระรายวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับ Henson (2001, p. 145) กล่าวว่า การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้จะต้องบูรณาการประสบการเรียนรู้กับชีวิตจริง กระบวนการเรียนรู้และการประเมินเน้นการปฏิบัติ เน้นการรับรู้ถึงสังคมและพฤติกรรมทำงานร่วมกัน และสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่มีระดับการเรียนรู้แตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (Chaolumbua, 2015, pp. 148-150) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 70) และพลศักดิ์ แสงพรมศรี (Saengpromsri, 2016, pp. 73-77) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และนัสรินทร์ บือชา (Buecha, 2015, p. 59) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ประการสองในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ครั้งนี้ มีการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning cycle) จึงทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเองรู้จักค้นคว้าหาเหตุผลสามารถนำองค์ความรู้นั้นมาแก้ปัญหาได้โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ด้วยวิธีการนี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) เป็นกิจกรรมหรือสิ่งที่มนุษย์ทำหรือกระบวนการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ การทดลองหรือการทดสอบในภาวะต่าง ๆ เพื่อสาธิตในสิ่งที่รู้หรือการค้นหาสิ่งที่ไม่รู้การสืบค้นหรือการศึกษาจากการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน Chitman-Booker and Kopp (2013, p. 55) จากที่กล่าวมาผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และได้นำความรู้มาออกแบบสิ่งต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดได้แก่ การออกแบบห้องเก็บเสียง กระบวนการนี้เป็นการนำกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์มาบูรณาการ เพื่อแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือผู้สอน ต้องรู้จักประยุกต์โดยผสมผสานในการเรียนการสอนเช่นผู้สอนอาจใช้กระบวนการสอนแบบวิศวกรรมศาสตร์ให้เด็กเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา เพื่อให้เด็กเรียนรู้ในหัวข้อที่ตนเองแก้ปัญหาหรือสนใจให้เข้าใจได้ลึกลงไป Vasquez, Comer, and Sneider (2013, pp. 18-19) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

2. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง จากการเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่องเสียง พบว่าความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 จากผลการวิจัยดังกล่าวอธิบายได้ว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง มีความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงขึ้นทั้งภาพรวมและรายด้าน ทั้งนี้เพราะในหน่วยการเรียนรู้

บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง มีการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น รวมไปถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยวิธีการจัดการเรียนรู้นี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้น ช่วยให้นักเรียนสืบค้นหรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ได้อย่างเป็นระบบ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์มาบูรณาการรวมกันให้ได้นวัตกรรมที่สร้างสรรค์ขึ้นมา สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังนี้ 1) การค้นพบความจริง ผู้เรียนจะทราบสถานการณ์และทราบปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด แล้วค่อยเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้สืบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น 3) การวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ร่วมกันวางแผนและออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 4) การค้นหาคำตอบเป็นที่ยอมรับ ผู้เรียนจะได้ลงมือสร้างนวัตกรรมที่ได้ออกแบบ และทดสอบผลลัพธ์ว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หลังจากที่ได้ดำเนินกิจกรรมไปแล้ว ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเห็นประโยชน์ของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

> *"...หนูประทับใจกิจกรรมการสร้างกล่องเก็บเสียง เพราะได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาแก้ปัญหา และได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ตามความคิดพวกหนู สนุกดีค่ะ..."* (นักเรียนคนที่ 1)

> *"...ชอบที่ครูนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เชื่อมโยงเนื้อหา แล้วให้แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยไม่ปิดกั้นความคิด..."* (นักเรียนคนที่ 2)

จากที่กล่าวมา การจัดการเรียนรู้แบบ STEM จะช่วยพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของดารารัตน์ ชัยพิลา (Chaipila, 2015, p. 78) ที่พัฒนารูปแบบการสอนแบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาแยกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ก่อนนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ ควรศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของหน่วยการเรียนรู้ในด้านจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ก่อนนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้
2. การนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ ควรคำนึงถึงบริบทของโรงเรียนและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
3. ในการจัดการเรียนการสอนตามหน่วยการเรียนรู้ ผู้สอนควรมีความเข้าใจในเรื่องเนื้อหารวมไปถึงการเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นผู้ชี้แนะที่ดี สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างราบรื่น และผู้สอนสามารถพัฒนาต่อยอดให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเอง เพื่อช่วยเพิ่มความท้าทายของผู้เรียนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ใช้กิจกรรมเป็นฐาน การใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือกิจกรรมเป็นฐาน เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน

2. ควรมีการศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ในประเด็นอื่น ๆ เช่น ทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นต้น

3. ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ควรสร้างแบบทดสอบในรูปแบบคู่ขนาน เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดการจำแบบทดสอบก่อนเรียนได้

เอกสารอ้างอิง

Buecha, N. (2014). *Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students.* Thesis, Master of Education Program in Teaching Science and Mathematics Prince of Songkla University, Songkla. (In Thai)

Bureau of Academic Affairs and Education Standards. (2004). *Learning...integrated*. Bangkok : Kurusapa Printing Ladphrao. (In Thai)

Chaipila, D. (2015). *Effect of Project-Based Learning Activities Based on Stemeducation to Promote Mathayomsuksa II Students' Creative Problem Solving Ability in Learning Chemical Reaction.* Thesis, Master of Education Program in science Education, Naresuan University, Phitsanulok. (In Thai)

Chaolumbua, S. (2015). *Development of a stem integrated curriculum on "SUGARCANE" for the 9TH grade students.* Thesis, Doctor of Education Program in Science Education, Srinakharinwirot University, Bangkok. (In Thai)

Chitman-Booker, L., & Kopp, K. (2013). *The 5Es of inquiry-based science*. USA : Shell Education.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test. *Phychometrika, 16*(3), 297-334.

Henson, K. T. (2001). *Curriculum Planning.* USA *:* McGraw_Hill.

Klainin, S. (2012). *Education of science DevelopmentandRecession*. Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (In Thai)

Moonkhum, S. (2000). *Learning to Professional Teacher.* Bangkok : T.P. print. (In Thai)

National Institute of Educational Testing Service. (2013). *Announcement O-net*. Retrieved February 21, 2018, from http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx (In Thai)

Saengpromsri, P. (2015). *Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional Methods.* Thesis, Master of Chemistry Education Program in Chemistry, Mahasarakham University, Mahasarakham. (In Thai)

Siripathrachai, P. (2013). STEM Education and 21st Century Skills Development. *Executive Journal, 33*(2), 49-56. (In Thai)

Songkhwae, P. (2016). *Development of STEM learning units to enhance scientific literacy in the topic of preservation land and rock of maehongsorn for prathomsuksa 6 students.* Thesis, Master of Education Program in Curriculum and Instruction, Naresuan University, Phitsanulok. (In Thai)

Suwunphiboon, S. (2016). *Development of stem education learning unit "ECO HOUSE" for seventh-grade students.* Thesis, Master of Education Program in Educational Science and Learning Management, Srinakharinwirot University, Bangkok. (In Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Assessment results* PISA *2015 Science Reading andMathematic*. Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (In Thai)

Vasquez, A. V., Sneider, C., & Cormer, M. (2013). *Grade 3-4 STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* USA : Hei.

ผู้เขียนบทความ

นางสาว จุฑารัตน์ เกาะหวาย
นิสิตปริญญาโท หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิทยาการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีครินทรวิโรฒ
เลขที่ 114 ซอยสุขุมวิท 23 เขตวัฒนา
กรุงเทพมหานคร 10110
E-mail: nongying365@gmail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
E-mail: krirk2020@outlook.com

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมะประสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
E-mail: sunee-h@swu.c.th