

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*

วรัญญู พิษณุสุทธิธิ¹ เอี่ยมพร หลินเจริญ²

(วันที่รับบทความ: 1 พฤษภาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ: 30 มิถุนายน 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 20 กรกฎาคม 2563)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเจียงทองพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 29 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) แบบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3) แบบประเมินภาคปฏิบัติ ประกอบด้วย แบบสังเกตการสื่อสาร แบบสังเกตการนำเสนองาน แบบสังเกตความร่วมมือในการทำงาน แบบประเมินผลงานโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบมาตรฐานค่า 4 ระดับ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 30 ข้อ และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 75.78/75.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา, ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

* การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2563

¹ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, E-mail: p.wathanyu888@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์



Development of Learning Activities on Chemistry Course on Rate of Chemical Reactions using STEM Education Approach to Learning and Innovation Skills of Students for Grade 11 Students’*

Wathanyu Pitchayaput¹ Aumporn Lincharoen²

(Received: May 1, 2020; Revised: June 30, 2020; Accepted: July 20, 2020)

Abstract

The purposes of this research were 1) to create and study the efficiency of learning activity based on STEM Education at the criterion 75/75; 2) to implement the learning activity based on STEM Education; 3) to study the students’ satisfaction towards learning. The sample of this study consisted of 29 11th grade students in 2019 academic year at Jieng-thongpittayakom school, the secondary Education Office Service Area 30. The participants were selected by simple random sampling through cluster sampling. The research instruments consisted of 4 set with 1) The lesson plans designed basing on the learning activity based on STEM Education; 2) Learning and Innovation Skills tests; 3) The performance observation assessment form consists of Communication, Presentation, Collaboration and the student performance evaluation form with rating scales in 4 levels; 4) Rate of Chemical Reaction learning achievement test containing 30 items; and 5) The student’s satisfaction questionnaire. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The results of research were as follows:

1. The result create and study the efficiency of the learning activity based on STEM Education at high level and met efficiency at 75.78/75.60.
2. The Learning and Innovation Skills mean post test score of students was significantly higher than the mean pretest score ($p = .05$). In addition, The achievement on Rate of Chemical Reaction mean posttest score of students was significantly higher than the mean pretest score and criterion score of 75% ($p = .05$).
3. The student’s instructional satisfaction towards learning activity was at a high level.

Keywords: Learning Activities, STEM Education, Learning and Innovation Skills

* Independent Studies M.Ed. in Educational Research and Evaluation, Naresuan University, 2020

¹ Student in Master of Education Program in Educational Research and Evaluation, Naresuan University, E-mail: p.wathanyu888@gmail.com

² Assistant Professor, Education Program in Educational Research and Evaluation, Naresuan University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันการศึกษาในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ได้ก้าวหน้าและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ ส่งผลให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เข้ากับยุคสมัย ซึ่งการศึกษาในยุคใหม่เน้นเป็นการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ ความสามารถ และพัฒนาศักยภาพของตน โดยเปิดโอกาสให้พัฒนาศักยภาพของตนตามความสนใจโดยไม่มีข้อจำกัด มีการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น สร้างสรรค์ และท้าทาย ซึ่งประเทศไทยได้ปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (ปี พ.ศ. 2552 - 2561) โดยปรับเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางการปฏิรูปการศึกษาในระดับโลก (พิชญาดิมี, 2559: 1) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6) ซึ่งสมรรถนะดังกล่าวมีความสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skill) ที่จะให้ผู้เรียนได้ปรับตัว และรู้จักเตรียมความพร้อมในการทำงานและดำเนินชีวิตในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและมีความซับซ้อนมากขึ้นกว่าในอดีตได้ดีขึ้น (Kay, & Greenhill, 2011 อ้างถึงใน น้ำทิพย์ ่องอาจวานิชย์, 2556: 16)

นอกจากนี้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560: 3) จากผลการประเมินรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติ (TIMSS) ปี ค.ศ. 1999 - 2015 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ในปี ค.ศ. 2015 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รายงานผลการประเมินรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยจำแนกตามเนื้อหาวิชา ได้แก่ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่า นักเรียนประเทศไทยมีแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ลดลงโดยเฉพาะวิชาเคมี และผลการประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการให้เหตุผล นั้น นักเรียนมีผลการประเมินด้านความรู้สูงสุด (469 คะแนน) รองลงมาคือ การประยุกต์ใช้ความรู้ (477 คะแนน) และการให้เหตุผล (450 คะแนน) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 32) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้และการให้เหตุผล และยังมีความต้องการในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิชาเคมีให้สูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 – 2561 ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ที่มีคะแนนเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 30.08 คะแนน จากคะแนนเต็ม

100 คะแนน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นอกเหนือจากการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในปี ค.ศ. 2018 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD และมีนักเรียนไทยประมาณ 56% มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ของนักเรียนอยู่ที่ 78% (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 2) ข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยต้องพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนไทยในศตวรรษที่ 21 สามารถดำเนินชีวิตในโลกที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะในศตวรรษที่ 21 พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง รวมทั้งส่งเสริมความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี (Capraro et al. , 2013: 34) นอกจากนี้ Honey, Pearson and Schweingruber (2014) ยังสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยอธิบายว่าสะเต็มศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันรวมทั้งการทำงานในอาชีพต่าง ๆ กล่าวคือ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และประกอบอาชีพได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอีกทักษะหนึ่งในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนให้เข้าสู่โลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าเรียน
2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ ในอนาคตผ่านกิจกรรมที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรม ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, ม.ป.ป.: 3; สุทธิดา จำรัส, 2560: 18) ซึ่งทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง (Constructivist theory of learning) ที่มีความเชื่อว่า “การเรียนรู้” เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้น ภายในตัวผู้เรียนโดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างโดยนำประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเองหรือโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) (ทิสนา แฉมมณี, 2556: 96-98) และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสร้างกรอบการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ขั้นที่ 2 การใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และขั้นที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 13 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเจียงทองพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 29 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม คือ 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ 3) ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งแต่ละแผนกิจกรรมมีขั้นตอนตามกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล และปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญห และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหา ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการจัดกิจกรรมที่	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	นักทำความสะอาดมือโพร	12
2	มิตรภาพแห่งเพื่อน	5
3	ลูกโป่งสวรรค์	5
รวม		22

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.1.1 แบบวัดการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ จำกัดเวลาตอบ 15 นาที โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ แบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 มีค่าดัชนีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.31 - 0.36 มีค่าดัชนีความยาก ตั้งแต่ 0.39 - 0.46 และสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.94

2.1.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 สถานการณ์ รวม 30 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน และตอบถูกได้ 1 คะแนน โดยแบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.34 - 0.69 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.32 - 0.80 และค่าความเที่ยง (KR-20) เท่ากับ 0.92

2.1.3 แบบวัดการสื่อสารและการร่วมมือ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ 1) แบบวัดทักษะการสื่อสาร เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.43 - 0.69 และมีความยาก ตั้งแต่ 0.36 - 0.64 ความเที่ยง (KR-20) เท่ากับ 0.85 และ 2) แบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นแบบมาตราวัด 5 ระดับ จำนวน 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์วัดดังนี้ ข้อ 1 ใช้วัดความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ และข้อ 2 - 4 ใช้วัดแนวโน้มในการปฏิบัติ หากเผชิญปัญหา วิเคราะห์อำนาจจำแนกแบบ Item total correlation ของเพียร์สัน (Pearson) พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.28 - 0.85 และสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.82

2.2 แบบประเมินภาคปฏิบัติ ประกอบด้วย

2.2.1 แบบสังเกต ได้แก่ แบบสังเกตการสื่อสาร แบบสังเกตการนำเสนองาน แบบสังเกตความร่วมมือในการทำงาน โดยแบบสังเกตการสื่อสารมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 แบบสังเกตความร่วมมือในการทำงาน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 และแบบสังเกตการนำเสนองาน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

2.2.2 แบบประเมินผลงานโดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง มีตั้งแต่ 0.80 - 1.00 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index) เท่ากับ 0.82

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 มีค่าดัชนีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.25 - 0.83 มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.36 - 0.72 และค่าความเที่ยง (KR-20) เท่ากับ 0.95

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ดัชนีอำนาจจำแนกแบบ Item Total Correlation มีค่ามีค่าตั้งแต่ 0.23 - 0.85 และสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.92

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยทดลองตามแบบแผนการวิจัย แบบ One - Group Pretest Posttest Design ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 3 กิจกรรม ใช้นเวลารวม 22 ชั่วโมง
3. วัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกับก่อนเรียน
4. ศึกษาความความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ด้วยร้อยละ และค่าเฉลี่ย
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการขั้นตอนต่อไปนี้
 - 2.1 วิเคราะห์คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทดสอบการแจกแจงคะแนนด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test พบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าสถิติเท่ากับ .94 และค่า p-value เท่ากับ .10 คะแนนหลังเรียนมีค่าสถิติเท่ากับ .97 และค่า p-value เท่ากับ .66 ซึ่งคะแนนก่อนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที (Paired Samples t-test)
 - 2.2 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทดสอบการแจกแจงคะแนนด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test พบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าสถิติเท่ากับ .96 ค่า p-value เท่ากับ .28 คะแนนหลังเรียนมีค่าสถิติเท่ากับ .94

ค่า p-value เท่ากับ .09 ซึ่งคะแนนก่อนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที (Paired Samples t-test) และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยสถิติทดสอบที (One - Sample t-test)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วแปลค่าตามระดับความพึงพอใจ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ดังผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการ	คะแนนระหว่างเรียน			รวม	คะแนน หลังเรียน
	แผนกิจกรรม การเรียนรู้ ที่ 1	แผนกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 2	แผนกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 3		
คะแนนเต็ม	300	300	300	900	300
คะแนนรวม	5,422	5,475	6,153	17,050	5,670
คะแนนเฉลี่ย	216.88	219.00	246.12	682.00	226.80
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	72.29	73.00	82.04	75.78	75.60
E_1/E_2 เท่ากับ 75.78/75.60					

จากตารางที่ 1 พบว่าจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 216.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.29 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 219.73 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 246.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.04 ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มีคะแนนเฉลี่ย 682.00 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 75.78 และจากผลการทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 226.80 คิดเป็นร้อยละ 75.60 ดังนั้นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 75.78/75.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D. _D	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	117.55	24.26	97.31	15.46	33.89	0.00
หลังเรียน	214.86	27.39				

จากตารางที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ย เท่ากับ 117.55 คะแนน และ 214.86 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D. _D	t	Sig. (1-tailed)
ก่อนเรียน	7.59	3.28	15.83	1.65	51.69	0.00
หลังเรียน	23.41	2.86				

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทั้งก่อนและหลังคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.59 และ 23.41 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	% of Mean	<i>t</i>	Sig (1-tailed)
หลังเรียน	29	30	23.41	2.86	78.05	1.72	0.04

จากตารางที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ ร้อยละ 75 กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจในด้านปัจจัยนำเข้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.77 ด้านกระบวนการอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ เท่ากับ 3.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 และด้านผลผลิตอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.74 ซึ่งโดยภาพรวมนักเรียนความพึงพอใจต่อ กิจกรรมการเรียนรู้ภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$, $S.D. = 0.77$)

อภิปรายผลการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75.78/75.60 โดยผ่านการพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของ แผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ โดยภาพรวมมีความสอดคล้องเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $S.D. = 0.56$) นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ การสื่อสารและ ได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเนื้อหา กิจกรรม มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของนักเรียน ทันสมัย น่าสนใจ และสถานการณ์แก้ปัญหาของกิจกรรม มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับแนวคิดของ Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian (2013) อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล (2558: 203) ที่กล่าวว่า จัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้ทำให้สามารถนำเนื้อหาความรู้ และกระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหา อย่างผู้มีความรู้และความเข้าใจ อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายสร้างความสนใจให้ผู้เรียน

และส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาแก้ไขและออกแบบชิ้นงาน

2. จากการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 117.55 คะแนน และ 214.86 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลการประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยมีเป้าหมายในการปรับพฤติกรรมของผู้เรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3) การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ท้าทายให้นักเรียนประมวลความรู้และทักษะทั้งหมดเพื่อนำไปสู่การคิดออกแบบวิธีแก้ไขปัญหาและลงมือสร้างผลงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ที่ว่าด้วยเรื่องของบุคคลจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีหากมีการนำความรู้ไปใช้สร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง ซึ่งการนำสถานการณ์ปัญหาที่อิงบริบทในชีวิตจริงมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเอื้อให้นักเรียนคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหานั้น สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีทักษะการสื่อสารและรู้จักทำงานเป็นทีม ซึ่งนำไปสู่การคิดเพื่อสร้างผลงานใหม่และเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นได้ (อาทิตย์ นิมกุล, 2559: 88) สอดคล้องกับเบญจวรรณ ถนอมชยรัช และคณะ (2559: 215) ที่กล่าวว่า หากสามารถส่งเสริมให้ใช้วิธีคิดเชิงระบบโดยคิดจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ออย่างเป็นองค์รวมอย่างเป็นระบบ รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นและมองเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นทีม มีความละเอียดรอบคอบต่อการคิดวิเคราะห์ จนสามารถประเมินแนวความคิดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนางานในเชิงสร้างสรรค์จะสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จได้

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีขั้นตอนของการสืบค้นเพื่อรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยนักเรียนจะได้สืบค้นข้อมูลสำคัญ สำหรับใช้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เช่น กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้มโนทัศน์ที่ถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ Ceylan and Ozdilek (2015: 227) ที่ได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวคิดสำหรับการสร้างนวัตกรรม และใช้สำหรับแก้ปัญหที่เกิดขึ้นในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และภายในกิจกรรมการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษายังมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการ

แก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้อภิปรายและสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองโดยมีครูและเพื่อนเป็นผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จึงทำให้นักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองได้ อีกทั้งยังเป็นไปได้ว่าในขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ทั้งหมดจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มาเชื่อมโยงกันใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการสร้างความเข้าใจของตนเองและเป็นความรู้ที่คงทน จึงสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ได้ดี สอดคล้องกับ Bybee (2013: 75) ที่ได้ระบุว่ากิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนต้องมีการบูรณาการความรู้ไปใช้ในการคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้จัดกิจกรรมต้องมีการกำหนดองค์ความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างวิธีหรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติ และสร้างผลงานผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากแนวคิดข้างต้นทำสรุปได้ว่าการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสริเริ่มความคิดหรือพัฒนาผลงาน ใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ปัญหา และหาแนวทางแก้ปัญหาที่สอดคล้องเหมาะสมกับสถานการณ์ และได้ร่วมทำงานกับกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จตามเป้าหมายที่กลุ่มได้คาดหวังไว้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการให้อิสระในการคิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และมีขั้นตอนที่นักเรียนสามารถแก้ไขนวัตกรรมที่ออกแบบให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งแตกต่างจากการเรียนที่ต้องทำกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในหนังสือเรียน ดังนั้นการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้จึงทำให้นักเรียนเกิดความท้าทาย และมีความสนุกสนานในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ เจนจิรา สันติไพฑูรย์ และวิสูตร โพธิ์เงิน (2561: 69-85) ได้จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนนักเรียนชอบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากได้รับความรู้และเกิดความสุขสนุกสนานในด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านศิลปะ ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับปฏิบัติการเคมีนั้น ผู้จัดกิจกรรมต้องมีความรู้ความเข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัย
2. ระหว่างปฏิบัติการกิจกรรมผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นหลัก อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความล่าช้าในการคิดซึ่งมักพบคือนักเรียนในกลุ่มอ่อน ฉะนั้นหากผู้จัดกิจกรรมมีการเสริมแรงและชี้แนะแนวทาง สามารถช่วยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความสนุกสนาน และเมื่อมีการใช้เทคโนโลยีระหว่างกิจกรรมนักเรียนจะมีความตื่นตัว และให้ความสนใจในกิจกรรมเป็นพิเศษในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการส่งเสริมทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีให้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2562, จาก <http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75>
- จิรันธินัน คงจีน. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- เจนจิรา สันติไพบูลย์, และ วิสูตร โพธิ์เงิน. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารครุศาสตร์, 16(3), 69-85.
- ญาณี วัฒนการ. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทิสนา แฉมณี. (2556). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

น้ำทิพย์ งามอจจาพาณิชย์. (2556). การพัฒนาแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามการรับรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น : การประยุกต์ใช้แนวคิดการเข้าถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแบบสอบ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เบญจวรรณ ถนอมชยวิช, ผ่องศรี วาณิชย์สุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ, และ ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 3(2), 208-222.

ปรีชาญ เดชศรี, และ ปรีชาดี เบญจวรรณ. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ (*Trends in International Science Study 2007*). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พิชญ์ ดิมิ. (2559). การพัฒนาแนวทางการประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของผู้เรียน ตามแนวคิดการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

มุกทราย บวรนิธิกุล. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการสื่อสารแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์ส่งเสริมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป). คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2562, จาก STEM Thailand: http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2014/08/STEM_Manual.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). สถิติ O-NET ย้อนหลัง. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2562, จาก <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2562, จาก <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/timss2015report>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 201-207.

สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 10(2), 13 - 34.



อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Bybee R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington: The National Science Teaching Association.

Capraro et al. (2013). *STEM Project-based learning*. Texas: Sense publisher.

Glass, Gene.V. (1978). Standards and Criteria. *Journal of Educational Measurement*, 15(4), 243-257.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research (Vol. 500)*. Washington, DC: NAP.

Sevil Ceylana, & Zehra Ozdilek. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (177), 223-228.
