Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University
Vol. 14 No. 3 (September – December 2020)

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

EFFECTS OF STEM EDUCATION APPROACH ON CHEMISTRY ACHIEVEMENT, PROBLEM SOLVING ABILITY OF GRADE 10 STUDENTS

ณพัฐอร บัวฉุน
Napattaorn Buachoon

สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
Chemistry Program Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Pathum thani Province
E-mail: napattaorn@vru.ac.th

Received: October 27, 2019
Revised: January 17, 2020
Accepted: January 24, 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 44 คน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสารประกอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

คำสำคัญ

สะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to compare academic achievement in chemistry before and after taught with STEM education, and 2) to compare problem solving ability of students before and after taught with STEM education. The sample of this study was 44 Mathayom Suksa 4/1 students in the first semester of the academic year 2019 at the Demonstration School of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage. A duration of implementing SETM education was 12 hours. The research instruments were STEM education-based learning plan with inquisitive learning on compound separation, academic achievement test, problem-solving ability test, field note and interview. This study used one-group pretest - posttest design. Data were analyzed by determining mean, standard deviation, and Independent Sample T-Test.

The results of this research: 1) after taught with STEM education, the sample's posttest score was higher than pretest score with a statistical significance level of .01. And 2) after taught with STEM education, the sample's academic achievement in chemistry and problem-solving ability was higher than before with a statistical significance level of .01.

Keywords

STEM Education, Problem Solving Ability, Achievement

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตลอดเวลาอย่างไม่หยุดยั้ง มีผลทำให้สังคมเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของทุกคนในสังคม ทั้งในด้านความสะดวกสบายในทุก ๆ ด้าน เช่น การสื่อสาร การขนส่ง การคมนาคม และยังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพชีวิตส่วนบุคคลและสังคมทุกระดับ และนอกจากนี้วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์ให้กับบุคคลในชาติได้นั้น คือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ (The Institute for the Promotion of Teaching and Technology, 2003)

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้วิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกับการสอนเพื่อที่เตรียมสร้างนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสอนเพื่อเตรียมสร้างนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการสอนที่ผู้เรียนต้องการรู้อยู่แล้ว ผู้เรียนก็จะทำได้ทุกทางเพื่อสนองความอยากเรียนรู้ การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ทุกคนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องรวมถึงการระบุให้ได้ว่าในชีวิตจริง และในบริบทของสังคมที่ใช้ชีวิตอยู่นั้นต้องรู้วิทยาศาสตร์อะไรบ้าง เรื่องนี้สังคมหลายส่วนอาจช่วยบอกความต้องการของแต่ละส่วนได้ การเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ โดยจะต้องมีความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนจุดแข็งและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ในโลก และตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในสังคม การที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ เพราะต้องการให้ความชัดเจนกับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในบริบทของชีวิตจริง ไม่ใช่ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนตามปกติในโรงเรียน (Klaynil, Dejsri & Pramojnee, 2008)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกาที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกาที่ต่ำกว่าหลายประเทศและส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Siripatthachai, 2013) สะเต็มศึกษานั้นเป็นหลักสูตรโดยการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต รวมทั้งเพื่อพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลก ศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยม ศึกษาตอนปลายโดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน วิธีการสอนแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และวิธีการสอนแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น

ผลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ส่งผลทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เปิดโอกาสให้นักเรียนระบุปัญหาที่นักเรียนตามความสนใจของนักเรียนจากบริบทรอบ ๆ ตัวนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาตามความสามารถและความถนัด นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นได้หรือไม่

2. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้อง ม.4/1 จำนวน 44 คน ห้อง ม.4/2 จำนวน 42 คน และห้อง ม.4/3 จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 44 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนวิทย์-คณิต ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 แบบคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง การแยกสารประกอบที่มีขั้นตอนการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จำนวน 1 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Weir (1974) มาสร้างเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.3 แบบบันทึกภาคสนาม

3.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

4. การสร้างเครื่องมือ

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ซึ่งผู้วิจัยได้ ดำ56เนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ศึกษาหลักการและทำ56ความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบาย และลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ และ 5) ขั้นการประเมิน

4.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 - ม.6) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

4.1.3 ศึกษาและทำความเข้าใจ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจากรายละเอียดในวิชาเคมี ช่วงชั้นที่ 4 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบาย รายวิชา เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เรื่อง การแยกสารประกอบ

4.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) จำนวน 1 แผนเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและ ประเมินผล

4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้ององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert (Likert Scale) จากนั้นนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมาย

4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.46 สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์และเนื้อหาวิชา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อโดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.2.1 ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ ศึกษาแบบเรียน ศึกษาคู่มือครูวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม (Index of item objective Congruence: IOC) และ

ความถูกต้องด้านภาษา ตัวเลือก และการใช้คำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.78-1.00

4.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ผ่านการเรียนวิชาเคมีเรื่องการแยกสารประกอบมาแล้ว

4.2.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยาก 0.32-0.79 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.24 ขึ้นไป

4.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ผ่านการเรียนวิชาเคมี เรื่องการแยกสารประกอบมาแล้ว จำนวน 40 ข้อ ระยะเวลาทำ57แบบทดสอบ 50 นาที

4.2.7 นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร Kuder – Rechardson 20 (KR-20) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.94

4.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการแยกสารประกอบจำนวน 40 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Weir (Weir, 1974) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

4.3.2 ศึกษาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางและประยุกต์ใช้ในการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา

4.3.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างสถานการณ์ 10 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามจำนวน 4 ข้อรวมทั้งหมด 40 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

4.3.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 10 สถานการณ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา (Index of Consistency: IC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.65-1.00

4.3.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

4.3.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง 0.25-0.72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป

4.3.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

4.3.8 นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร Kuder – Rechardson 20 (KR-20) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92

4.3.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจำนวน 40 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบ บันทึกภาคสนาม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

4.4.1 แบบบันทึกภาคสนาม

4.4.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เป็นชนิดมีโครงสร้างแบบปลายเปิด ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิด และความรู้สึกของตนเองที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนแบบไม่เป็นทางการ ซึ่งจะสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้เสร็จแต่ละครั้ง การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพดังกล่าว มีลำดับขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.4.2.1 ศึกษาทฤษฎี และเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสัมภาษณ์

4.4.2.2 กำหนดกรอบแนวคิดและขอบข่ายพฤติกรรมที่จะสังเกต/สัมภาษณ์ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.4.2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

4.4.2.4 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและการใช้ภาษา

4.4.2.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลร่วมกับ แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบจากการที่ได้สอบถามครูและสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว

5.2 ปฐมนิเทศ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ และอธิบายถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

5.3 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ดังนี้

5.3.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ จำนวน 40 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

5.3.2 นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจำนวน 40 ข้อ โดยมี ระยะเวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

5.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

5.5 นำข้อมูลที่ได้จากแบบการบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เพื่อนำข้อเสนอแนะไปเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ

5.6 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว

5.6.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ จำนวน 40 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

5.6.2 นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน จำนวน 40 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

5.7 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากคะแนนการทำ59แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางสถิติและเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ มีวิธีการดังนี้

6.1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบ

6.1.2 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติการทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group)

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีวิธีการดังนี้

6.2.1 หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.2.2 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติการทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที (t-test dependent)

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวนทั้งหมด 44 คน เป็นหญิง 25 คน คิดเป็นร้อยละ 56.80 และ ชายจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 43.20 นักเรียนร้อยละ 60 มีภูมิลำเนาจังหวัดปทุมธานี และอีกร้อยละ 40 มีภูมิลำเนาที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้ปกครองของนักเรียนร้อยละ

55 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20 รับราชการ ร้อยละ 20 เป็นพนักงานรัฐวิสาหกิจ และร้อยละ 5 ประกอบอาชีพอื่น ๆ

ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ตรวจคะแนนและทำการวิเคราะห์ผลได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	44	20.21	5.01	7.128**	.00
หลังเรียน	44	31.65	5.64		

**p<.01

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.01 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.64 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามาตรวจคะแนน และทำการวิเคราะห์ผลได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	44	20.46	0.63	5.921**	.00
หลังเรียน	44	31.92	0.72		

**p<.01

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารประกอบหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเท่ากับ 20.21 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เท่ากับ 31.65 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนนนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rungluxsameesri (2008) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยร้อยละ 75.58 และ 83.90 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saengpromsri (2015) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการกำหนด

ขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา สะท้อนความคิดจากประสบการณ์จริงและการใช้สื่อเทคโนโลยีจนนำไปสู่การสร้างชิ้นงานขึ้นมา

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เท่ากับ 20.46 และมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เท่ากับ 31.15 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rugbida (2006) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอนสามารถนำเสนอสิ่งที่ตนค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันรู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนและการแก้ปัญหา และเรียนรู้อย่างมีความสุข และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tanoorut (2010) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ผลการวิจัยพบว่า ด้านความสามารถในการแก้ปัญหามีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 12 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 โดยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะนี้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ การใช้คำถามที่จะช่วยให้นักเรียนคิดหาคำตอบทำให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความกระตือรือร้นที่จะสืบเสาะหาคำตอบ เกิดความเข้าใจสาระการเรียนรู้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และ การศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและควรวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรชี้แจงทำความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษา

1.3 ครูสอนควรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบทุกครั้ง

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์

References

Klaynil, S., Dejsri, P. & Pramojnee, A. (2008). **khwāmrū læ samatthana thāng witthayāsāt samrap lōk wan phrungnī : raingān chak kānpramœ̄nphon nakrīan nānā chāt PISA sōngphanhok** [Science Knowledge and Competency for the World Tomorrow: PISA International Student Assessment Report]. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching and Technology.

Rugbida, A. (2006). **phon khǭng kānchatkān rianrū tām nǣokhit witthayāsāt theknōlōyī læ sangkhom tǭ phon samrit thāngkān rian khwāmsāmāt nai kān khit kǣ panhā læ khwāmphưngphǭchai khǭng nakrīan chan matthayommasưksā pī thī hā** [Effects of the Science, Technology and Society Approach on Achievement and Problem Solving Ability and Satisfaction of Mathayomsuksa Five Students]. Master's thesis of Education in Science Education, Prince of Songkla University.

Rungluxsameesri, W. (2008). **phon khǭng kān rian kānsǭn thī nēn krabūankān 'ǭk bǣp thāng witsawakam thī mī tǭ khwāmsāmāt nai kān kǣ panhā chœ̄ng witthayāsāt læ thaksa krabūankān thāng witthayāsāt khan phasomphasān khǭng nakrīan chan matthayommasưksā tǭn ton nai rōngrīan sāthit** [Effects of instruction emphasizing engineering design process on scientific problem solving ability and integrated science process skills of lower secondary school students in demonstration schools]. Master's thesis of Science, Chulalongkorn University.

Saengpromsri, P. (2015). **kānprīapthīap phon samrit thāngkān rīan thaksa krabuānkān thāng witthayāsāt khan būranākān læ chētakhati tọ̄ kān rīan wichā khēmī khọ̄ng nakrīan chan matthayommasuksā pī thī hā thī dai rap kānchatkān rīanrū sa tem suksā kap bǣp pakati** [Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods]. Master's thesis of Science, Mahasarakham University.

Siripatthachai, P. (2013). STEM Education kap kānphatthanā thaksa nai satawat thī 21 [STEM Education and 21st Century Skills Development]. **Journal of executive**. 2(2), 49-56.

Tanoorut, T. (2010). **kānsuksā khwāmsāmāt nai kān kǣ panhā læ phon samrit thāngkān rīan klum sāra kān rīanrū witthayāsāt rūang sombat khọ̄ng watsadu khọ̄ng nakrīan chan prathomsuksā pī thī hā thī dai rap kānsọ̄n bǣp wattachak kān supsọ̄ hākhwām rū** [The Study of Problem Solving Ability and Learning Achievement in Science Learning Substance titled "Material Characteristic,"of Pratomsuksa 5 Students Taugh by Inquiry Cycle.]. Master's thesis of Education, Khon Kaen University.

The Institute for the Promotion of Teaching and Technology. (2003). **kānchat sāra kān rīanrū klum witthayāsāt laksut kānsuksā naphūn than** [Organizing learning topics in science, basic education curriculum]. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching and Technology.

Weir, J. (1974). Problem Solving is every body's Problem. **The Science Teacher**. 4 (April 1974), 16–18.