



การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศิริลักษณ์ อีสณพงษ์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อีเมล : sirilukissanapong@gmail.com

ภัทรภร ชัยประเสริฐ

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อีเมล : sirilukissanapong@gmail.com

สมศิริ สิงห์หลพ

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อีเมล : sirilukissanapong@gmail.com

Received : January 25, 2021 Revised : March 25, 2021

Accepted : June 23, 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบ t-test แบบ dependent sample และ การทดสอบ t-test แบบ one sample

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อวิชาเคมี



STEAM EDUCATION APPROACH ON LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC CREATIVITY AND ATTITUDE TOWARD CHEMISTRY FOR GRADE 10 STUDENTS

Siriluk Issanapong

Faculty of Education Burapha University

e-mail : sirilukissanapong@gmail.com

Pattaraporn Chaiprasert

Faculty of Education Burapha University

e-mail : sirilukissanapong@gmail.com

Somsiri Singlop

Faculty of Education Burapha University

e-mail : sirilukissanapong@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were to study science learning achievement, scientific creativity, and attitude toward chemistry after learning with STEAM education approach. The participants were 34 tenth grade students from Piboonbumpen Demonstration School of Burapha University, who studied in the second semester of academic year 2019, selected by cluster random sampling. The research instruments consisted of ; 1) Lesson plans on the topic of covalent bond, 2) Science achievement test, 3) Scientific creativity test, and 4) Attitude towards chemistry questionnaires. The data was analyzed by t-test for dependent sample and t-test for one sample.

The results of this study indicated that:

1. The posttest scores of science learning achievement of the tenth grade students after learning with STEAM education approach were higher than those before learning at the .05 significance level.
2. The posttest scores of science learning achievement of the tenth grade students after learning with STEAM education approach were higher than 70 % set criterion at the .05 significance level.
3. The posttest scores of scientific creativity of the tenth grade students after learning with STEAM education approach were higher than those before learning at the .05 significance level.
4. The attitude towards chemistry of the tenth grade students after learning with STEAM education approach were higher than those before learning at the .05 significance level.

Keywords : STEAM EDUCATION APPROACH, ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC CREATIVITY, ATTITUDE TOWARD CHEMISTRY



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการพัฒนาประเทศจะต้องมีการเตรียมพร้อมกำลังคนให้พร้อมที่จะเผชิญกับการแข่งขัน หรือปัญหาต่าง ๆ โดยจะต้องพร้อมรับมือและแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งในปัจจุบันวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญ เพราะวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับทุกคนในการดำเนินชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งในด้านการให้เหตุผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 15) ได้มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) หรือทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) เพื่อส่งเสริมการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ได้

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการปลูกฝังพลเมืองของประเทศ เพื่อตอบสนองต่อโลกยุคใหม่ที่มีแนวโน้มการสร้างนวัตกรรม โดยทักษะดังกล่าวจะส่งเสริมให้บุคคลรู้จักมองสิ่งรอบตัวและนำความรู้มาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นสิ่งใหม่แตกต่างจากเดิมได้อย่างเหมาะสม ด้วยเหตุผลนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรพัฒนาเยาวชน และเป็นหนึ่งในทักษะที่ประเทศไทยมีความต้องการ ดังเห็นได้จากนโยบายไทยแลนด์ 4.0 โดยจะต้องอาศัยกำลังคนที่มีคุณภาพ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีจินตนาการที่แปลกใหม่ และสามารถใช้เทคโนโลยีได้ ในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ผ่านการทดลอง และการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลายของนักเรียนเอง ดังนั้นแนวคิดทางการศึกษาของไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีทักษะการคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การคิดและสร้างนวัตกรรม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศต่อไป

จากรายงานผลคะแนนสอบ O-NET (Ordinary National Educational Test) ในปีการศึกษา 2559-2561 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ 31.62 29.37 และ 30.51 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559-2561) พบว่าคะแนนเฉลี่ยในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์นั้นยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 แสดงถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ยังขาดประสิทธิภาพอยู่มากและเป็นสิ่งที่จะต้องพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังพบปัญหาอยู่หลายประการ ทั้งการที่ผู้สอนขาดวิธีการสอน หรือเทคนิคการสอนที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้และแหล่งค้นคว้าที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการสร้างความรู้ การคิดขั้นสูง และขาดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ประกอบกับการที่ผู้วิจัยได้ฝึกปฏิบัติการสอนในสาขาวิชาเคมีเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ณ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เนื่องจากวิชาเคมีมีลักษณะของเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ และแบบจำลอง ซึ่งเป็นรูปแบบ 2 มิติ ที่จำเป็นต้องใช้จินตนาการอย่างมาก เพื่ออธิบายโครงสร้างมุม และรูปร่างของโมเลกุลที่แท้จริงในรูปแบบ 3 มิติ หากนักเรียนไม่สามารถจินตนาการได้ จะส่งผลต่อความเข้าใจรูปร่าง โครงสร้างของโมเลกุลที่แท้จริงตามทฤษฎี VSEPR ประกอบกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี (ฉัตรสุตา เดชศรี, สัมภาษณ์, 5 ตุลาคม 2560) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ควรให้นักเรียนได้แสดงออกถึงจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ เช่น การสร้างแบบจำลองจากดินน้ำมัน เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพโครงสร้างที่เป็น 3 มิติได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนกระบวนการคิด และการพัฒนาด้วยกระบวนการสอนที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น รวมทั้งสามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้ได้ การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่แก่นักเรียนนั้น จะช่วยสร้างนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน สร้างห้องเรียนให้เป็นเวทีของ



การแสดงผลงาน สามารถฝึกนิสัยและให้เสรีภาพแก่นักเรียน ในห้องเรียนที่มีการแบ่งปันการเรียนรู้และการสร้างผลงานร่วมกัน การสอนแบบนี้จะมีส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ (ไพฑูริย์ สินลารัตน์, 2558)

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ประกอบด้วย การบูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ และสะเต็มศึกษานี้เป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (Madden et al., 2013) ในการบูรณาการเนื้อหาศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา เป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยสะเต็มศึกษามีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ มีสถานการณ์ที่นำไปสู่การแก้ไขปัญหา มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และมีความดึงดูด เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ไขปัญหา รวมถึงกิจกรรมการเรียนการสอนของสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะวิชาเคมีที่มีเนื้อหายากเป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการสูง หากนักเรียนได้ฝึกฝนให้มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ความรู้ทางเคมีโดยแสดงออกผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ได้ และสามารถส่งเสริมความรู้ได้ยาวนาน ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และการนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Yakman, 2008) สอดคล้องกับ Riley (2014) ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่นำทางนักเรียนไปสู่การสืบเสาะ การอภิปราย การคิดวิเคราะห์ และมีการวางแผนการทำงานร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีความคงทนในการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีการคิดวิเคราะห์ได้ อีกทั้งยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างให้นักเรียนเป็นกำลังพลด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างนวัตกรรมสำหรับพัฒนาประเทศ และมีความพร้อมในการแก้ปัญหาได้ในอนาคต (Land, 2013; Madden et al., 2013; Kim & Bolger, 2015)

สำหรับการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ยังคงมีความสำคัญสำหรับการพัฒนานักเรียนเช่นกัน เนื่องจากการมีเจตคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้นเป็นสิ่งยืนยันได้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้ที่มีไปต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์ในอนาคตได้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิทย์ ยินดีสุข, 2548) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิชาเคมีที่มีเนื้อหาที่ยาก เป็นนามธรรม และต้องใช้การจินตนาการสูง ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาเคมี ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจสำหรับครูและนักเรียน จากงานวิจัยของ อารยา คุ้มกันกุล (2558) และหัตยา ไรจน์วิรัตน์ (2559) พบว่า หากนักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้ความรู้ทางเคมี ผ่านการแสดงออกทางผลงาน จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาเคมีมากขึ้น และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน ทั้งสิ้นจำนวน 146 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องเรียนแบบกระจายความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 34 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

และเจตคติต่อวิชาเคมี

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

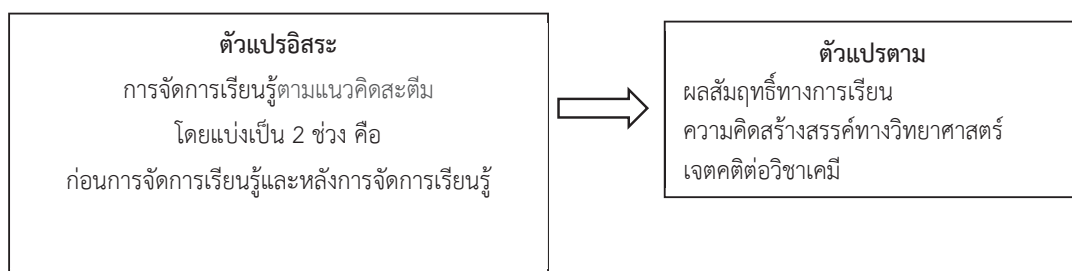
การวิจัยครั้งนี้ ใช้นิเทศในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในวิชาเคมีเพิ่มเติม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ 1) การเกิดและชนิดของ พันธะโคเวเลนต์ 2) การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ 3) ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ 4) รูปร่าง โมเลกุล 5) สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 6) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 7) โครงสร้างร่างตาข่าย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 16 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1- 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี



วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) แนะนำวัตถุประสงค์ การทำกิจกรรม และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ 2) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วกับกลุ่มตัวอย่าง 3) ดำเนินสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ 4) เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี (ฉบับเดิม) 5) นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ 1) ค่าเฉลี่ย 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3) การทดสอบ t-test แบบ One Sample t-test 4) การทดสอบ t-test แบบ Dependent Sample t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	n	$\bar{x}$	SD	df	t	p
ก่อนเรียน	34	10.09	2.72	33		
หลังเรียน	34	23.62	2.52	33	36.70*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 10.09 และ 23.62 ตามลำดับ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	เกณฑ์	$\bar{x}$	SD	df	t	p
หลัง	34	21	23.62	2.52	33	54.59*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าเท่ากับ 23.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือ 21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	n	$\bar{x}$	SD	df	t	p
ก่อน	34	54.38	3.88	33		
หลัง	34	61.76	5.09	33	14.09*	.000

*p < .05



จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 54.38 และ 61.76 ตามลำดับ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	n	$\bar{x}$	SD	df	t	p
ก่อน	34	3.83	0.33	33		
หลัง	34	4.04	0.32	33	8.03*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเท่ากับ 3.83 และ 4.04 ตามลำดับ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (higher order thinking skills-HOTS) เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิดจะเป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผู้เรียน ทักษะการคิดจึงได้รับความสำคัญให้เป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการพัฒนาและฝึกฝนอย่างจริงจัง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะดังกล่าวในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ เช่น การสมมติบทบาทให้นักเรียนเป็นทีมฝ่ายผลิต ที่จำเป็นต้องออกแบบและสร้างคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โดยใช้โครงแบบเป็นรูปร่างโมเลกุลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปผลิตและจัดจำหน่ายในท้องตลาด โดยคอมพิวเตอร์ต้องมีขนาดไม่เกิน 30 x



30 เซนติเมตร มีการใช้รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์อย่างน้อย 3 แบบ รวมถึงมีความแข็ง ราคาถูก มีความสวยงาม และดึงดูดความสนใจ โดยผู้วิจัยจะคอยกระตุ้นด้วยการใช้คำถาม ให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail) เป็นขั้นที่นักเรียนแบ่งกลุ่มกัน 4-5 คน เป็นการฝึกทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ให้ช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาที่ได้รับ ทหารายละเอียดหรือหาองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหา ตัวอย่างเช่น ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องรูปร่างโมเลกุลแบบต่าง ๆ มุมพันธะ การต่อวงจรไฟฟ้า การออกแบบ การคำนวณต้นทุนของวัสดุ การเลือกวัสดุ และสิ่งที่ทำให้การตกแต่ง และให้เขียนบันทึกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาความคิดคล่อง

ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาจากอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การวางแผนและออกแบบชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้ได้กำหนดให้แต่ละกลุ่มออกแบบคอมพิวเตอร์ได้โดยการใช้การเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต และขั้นตอนนี้ในการร่างแบบคอมพิวเตอร์ให้หลากหลายรูปแบบมากที่สุด ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการฝึกความคิดยืดหยุ่น

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ (Application) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างชิ้นงาน (คอมพิวเตอร์) ตามที่ได้ออกแบบไว้ ประกอบด้วยการสร้างและประกอบชิ้นงาน การตกแต่งชิ้นงาน และทดสอบการใช้งาน โดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สมาชิกในกลุ่มได้ร่วมกันสรุปและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในการผลิตชิ้นงานนั้น ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสถานการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอ (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเผยแพร่ผลงาน ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จำลองชั้นเรียนเป็นเวทีในการนำเสนอผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานที่ได้สร้างสรรค์ โดยมีการแสดงชิ้นงานและทดสอบการใช้งาน เสนอราคาขาย พร้อมบอกข้อดีหรือจุดแข็งของชิ้นงาน เพื่อดึงดูดนักเรียนกลุ่มอื่นที่เป็นผู้ชมให้เลือกซื้อชิ้นงานของกลุ่มผู้นำเสนอ อีกทั้งมีการแลกเปลี่ยนมุมมองการแก้ปัญหาให้ผู้ชมได้รับทราบ ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 3 สร้างชิ้นงานโดยใช้ก้านลูกโป่งมาใช้เป็นโครงสร้างหลัก เนื่องจากก้านลูกโป่งไม่นำไฟฟ้า มีความแข็งแรง มีสีสันที่สวยงาม และราคาไม่แพง เมื่อจบการนำเสนอผู้ชมมีการตั้งคำถามและให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้นำเสนอ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินและปรับปรุง (Link) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำข้อเสนอแนะจากผู้ชมไปปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา หรือปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง เช่น การสร้างชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการ 5 สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาระบวนการคิดขั้นสูง การคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ และการคิดสร้างสรรค์ พร้อม ๆ กับสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับจาร์พร ผลมูล และคณะ (2558) ที่ได้ทำการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM พบว่า การเพิ่มศิลปะเข้าไปช่วยในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเชื่อมโยงความรู้และความเข้าใจที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางด้านศิลปะและวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความคิดขั้นสูงที่เกิดจากการฝึกฝนบ่อยครั้งจนเกิดเป็นความชำนาญ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เนื่องมาจากวิธีการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ มีการบูรณาการโดยอาศัยเนื้อหาวิชาเคมีเป็นหลัก มีการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น รูปภาพ วีดิโอ ลูกโป่ง ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้กิจกรรมได้เข้าใจมากขึ้น นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี และอินเทอร์เน็ตในการค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบชิ้นงาน ได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ต้องนำข้อมูลที่มีมาวางแผนแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงาน มีการใช้คณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณราคาต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ ราคาขายชิ้นงาน รวมถึงมีการสอดแทรกกิจกรรมที่ใช้ศิลปะในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน เช่น นักเรียน



บรรยายสีในการออกแบบชิ้นงาน การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีสีทันสมัยสวยงามในการตกแต่งโคมไฟ และมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

ด้านที่ 1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้รวดเร็วและมีปริมาณมาก ในเวลาที่จำกัด ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยถามคำถามว่า “โคมไฟที่ดีในมุมมองของนักเรียนควรเป็นอย่างไร” นักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย เช่น มีความสว่างเพียงพอ ราคาถูก สีสันสวยงาม ขนาดไม่ใหญ่ มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ใช้วัสดุไซเคิล ใช้ตัวโจรสได้ ใช้งานได้

ด้านที่ 2 ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้หลากหลายหมวดหมู่ หลากหลายแนวทาง ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยถามคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าคอมพิวเตอร์ใช้ทำอะไรได้อะไรบ้าง” นักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย เช่น ให้ความสว่าง ใช้ตกแต่ง ใช้อายุของ ใช้เป็นอาวุธ ใช้งานสิ่งของ ให้ความร้อน

ด้านที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และสอดคล้องกับสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยถามคำถามว่า “จงเลือกโคมไฟตั้งโต๊ะที่ดีที่สุดมา 1 วิธี พร้อมวาดรูป และอธิบายอุปกรณ์ที่ใช้” นักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย เช่น การใช้ขวดน้ำพลาสติกที่เป็นวัสดุเหลือใช้มาเป็น ส่วนประกอบของโครงร่างโคมไฟ ตัดกระดาษสติ๊กเกอร์เป็นรูปร่างโมเลกุลที่ต้องการนำไปติดกับขวดพลาสติก แล้วใส่หลอดไฟกะพริบเข้าไปภายในขวดพลาสติก

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศิลปะ โดยผ่านการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างสร้างสรรค์ ซึ่ง ผู้เรียนมีการใช้ศิลปะในออกแบบและตกแต่งชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ เป็นการ แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ด้วยการออกแบบชิ้นงานที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร เป็นการพัฒนาความคิดริเริ่ม และในการคิดหาวิธี แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์นั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นด้วย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Riley (2016) ในแต่ละขั้นมีการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด สร้างสรรค์ ในขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ เป็นการฝึกความคิดคล่อง นักเรียนต้องตอบคำถามได้หลากหลายและ สอดคล้องกับประเด็นคำถาม ขั้นศึกษาค้นคว้า เป็นการฝึกความคิดยืดหยุ่น นักเรียนต้องออกแบบการแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หลากหลายมากที่สุด ขั้นประยุกต์ เป็นการฝึกความคิดริเริ่ม นักเรียนทำการสร้างสรรค์ ชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร การฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา รวมถึง ส่งเสริมการใช้ศิลปะ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างหลากหลาย การคิดสิ่งใหม่ไม่ซ้ำใคร จะช่วยพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

3. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ใช้สถานการณ์กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในแสดงออกถึงความรู้ ความคิดเห็น และสามารถอภิปรายร่วมกันกับผู้อื่นได้ เช่น การให้นักเรียนตอบคำถามตามประสบการณ์ที่ตนเองมี และรับฟังประสบการณ์ของเพื่อนร่วมชั้น โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างหลากหลาย เป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม เริ่มจากการระบุปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะต้องร่วมกันสรุปปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ต้องการศึกษา ลงมือค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีหน้าที่ในการค้นคว้าข้อมูลในหัวข้อที่แตกต่างกัน เมื่อได้ข้อมูลแล้วมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง นำไปสู่ความเข้าใจและความสามัคคีในกลุ่ม นำข้อมูลที่ได้มาวางแผนและออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งนักเรียนบางคนได้กล่าวกับผู้วิจัยว่า “ชอบการทำงานเป็นกลุ่ม เนื่องจากได้ช่วยกันคิดหาคำตอบ รู้สึกไม่กดดัน” “ช่วยกันทำงาน จะได้เสร็จเร็ว ๆ” เมื่อสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจที่ตรงกันในการปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้สามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จลุล่วงตามเวลาที่กำหนด รวมถึงสื่อการสอนที่ใช้มีความหลากหลาย เช่น รูปภาพ วิดีทัศน์ หรือแบบจำลองรูปร่างโมเลกุลที่สวยงาม ทำให้นักเรียนสามารถจินตนาการหรือเรียนรู้ได้ง่ายมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Kwon et al. (2011) ที่ได้พบว่าการใช้ STEAM ที่มีการเพิ่มศิลปะเข้าไป ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้อีกด้วย และสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และนำข้อมูลที่ได้อาแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกคนอื่น ๆ



ในกลุ่มจนเกิดความเข้าใจ อีกทั้งผู้วิจัยได้มีการเสริมแรงทางบวกด้วยการกล่าวชมเชยและให้รางวัล เช่น เมื่อผู้วิจัยถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าน้ำดื่มที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร” นักเรียนส่วนใหญ่จะเงียบ เมื่อผู้วิจัยได้กล่าวชมเชยหรือให้รางวัลนักเรียนที่ตอบคำถามอย่างรวดเร็วและตรงประเด็น พบว่าในคำถามต่อ ๆ มา จะมีนักเรียนร่วมตอบคำถามมากขึ้น เนื่องจากมีการสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกถึงความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการลดความกดดันในการเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียน และรู้สึกสนุกสนานในการแข่งขันตอบคำถาม จึงทำให้ผู้เรียนทุกคนเกิดความสุขในการเรียน และส่งเสริมให้แสดงออกทางความคิด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้จัดกิจกรรม ควรมีการเตรียมครูผู้สอนและนักเรียนให้พร้อมต่อการเรียนรู้ มีการปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ครูผู้สอนควรเตรียมสื่อการสอนที่หลากหลายให้พร้อม อีกทั้งควรจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มีความยืดหยุ่นกับระยะเวลา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในชั้นระดับสถานการณ์ (Focus) ควรเตรียมสถานการณ์ที่หลากหลายและทันสมัย เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้จัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดกลุ่มทำกิจกรรมเป็นแบบคละความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ นักเรียนที่อยู่ระดับเก่งช่วยอธิบายให้เพื่อนในระดับอื่นเข้าใจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนหลังเรียนมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน จึงควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 อื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ดียิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ: ปริกหวานกราฟฟิค.
- จารีพร ผลมูล, เกริก ศักดิ์สุภาพ และสุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาแหล่งการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. ใน 34th The National Graduate Research Conference.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). ผลสอบ O-NET. (2561). เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>.
- ฉัตรสุตา เดชศรี. ครู โรงเรียนสาธิต “ปิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา. (5 ตุลาคม 2560). สัมภาษณ์.
- ไพฑูรย์ ลินลารัตน์. (2558). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และ พยารัณ ยินดีสุข. (2548). วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- หัตยา โรจน์วิรัตน์. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.



- อารยา ควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Kim, D., & Bolger, M. (2015). Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education* volume 15(4), 587–605.
- Kwon, S., Nam, D., & Lee, T. (2011). The effects of convergence education based STEAM on elementary school students' creative personality. *The 19th International Conference on Computers in Education*, Chiang Mai: Asia Pacific Society for Computers in Education.
- Land, M. H. (2013). *Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts in to STEM*. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546.
- Riley, S. (2014). *No Permission Required: A Guide of being STEAM to life K-12 Schools*. Westminster: The Vision Board, LLC.
- Riley, S. (2016). 6 Steps to creating a STEAM-centered classroom. Retrieved from <https://educationcloset.com>
- Yakman, G. (2008). *An overview of creating a model of integrative education*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education#fullTextFileContent