

Effect of STEM Education on Chemistry Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 12 Students.

Kreangsak Wicheansang

M.Ed. (Curriculum and Instruction), Graduate Student
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Patani Campus

Nattinee Mophan

Ph.D. (Science and Technology Education), Lecturer
Department of Education, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Patani Campus

Affi Lateh

Ph.D. (Research and Statistics in Cognitive Science), Assistant Professor
Department of Education Research and Evaluation, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Patani Campus

Abstract

This research aimed to study the effect of STEM education on chemistry achievement, problem solving ability and instructional satisfaction of grade 12 students. The target group was for 30 students of grade 12 at Kuraburi Chaipattana Pittayakom School, Churaburi District, Phungnga Province, which is under jurisdiction of the Secondary Educational Service Area Office 14, in the first semester of the 2017 academic year. They were instructed through using STEM Education approach learning for 24 hours. The research instruments consisted of lesson plan of the STEM Education, a Chemistry achievement test, a Problem Solving Ability test, and a questionnaire of Instructional Satisfaction. The experimental research was conducted using one group time-series research design. The data were analyzed by means, standard deviations, the growth scores, T-test dependent group and Repeated ANOVA Test.

The study found that 1. The students' achievement mean score on Chemistry in the post-test was higher than that in the pre-test after learning by STEM Education approach at the 0.01 level of significance and the growth score of Chemistry achievement was 54.67 % which was in the maximum level. 2. The students' Problem Solving Ability mean score of the post-test was higher than that of the pre-test after learning by STEM Education approach at the 0.01 level of significance. 3. The students' Instructional Satisfaction towards STEM Education approach was at maximum level.

Keywords: STEM Education, Chemistry Achievement, Problem Solving Ability, Instructional Satisfaction

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง

ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน), นักศึกษาปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ณัฐณี โมพันธ์

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา), อาจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

อาฟีฟี ลาเต๊ะ

ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 14 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนรวม 30 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 24 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนาม และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ดำเนินการทดลองตามรูปแบบ กลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest-Posttest Time-Series Research Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าคะแนนพัฒนาการ (Growth Score) การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test dependent group) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated ANOVA Test)

ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังการเรียนรู้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

บทนำ

สังคมโลกในขณะนี้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสารซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายทอดข้อมูลใหม่ ๆ หมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การไหลบ่าของข่าวสารข้อมูล วิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการค้าที่แข่งขันกันทั่วโลก (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ซึ่งมาพร้อมกับการอุบัติของภาคอุตสาหกรรมและวิชาชีพ การแข่งขันและความร่วมมือในระดับโลกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศภาคเศรษฐกิจบริการที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ความรู้ และนวัตกรรมได้เข้ามาแทนที่ภาคเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและได้เปลี่ยนแปลงวงการธุรกิจและการทำงาน เทคโนโลยีเข้ามาแทนที่การทำงานแบบซ้ำซาก คนที่มีความรู้และทักษะในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ทันถึงจะประสบความสำเร็จ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์, 2556) จึงกล่าวได้ว่า การเตรียมผู้เรียนในวันนี้มีจุดหมายเพื่อนำเยาวชนสามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงและพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับสภาพสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีในอนาคต การตื่นตัวและเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์และบริบทต่าง ๆ อย่างกว้างขวางในชีวิตจริง

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ ด้วยการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม โดยจะเร่งการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการโดยเฉพาะในสาขา STEM (วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์

(Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M)) ด้วยการสร้างสิ่งจูงใจ การสร้างแรงบันดาลใจ การสนับสนุนทุนการศึกษา เพื่อเพิ่มจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2559)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 27 และมาตรา 28 เน้นให้สถานศึกษาพัฒนาหลักสูตรและหน่วยบูรณาการ มาตรา 22, 23 และ 24 เน้นให้การจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากกิจกรรมที่เน้นกระบวนการ เพราะกระบวนการเท่านั้นที่นำไปสู่การให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เป็นการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การสร้างค่านิยมต่อสังคม จึงส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น ตัดสินใจเลือกอย่างชาญฉลาด และสามารถแก้ปัญหาที่ต้องเผชิญได้ในทุกสถานการณ์ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2557) การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นของการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 โดยเฉพาะมาตรา 24 ที่กำหนดแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและประยุกต์ความรู้ไปใช้ป้องกันและแก้ปัญหา และมีการย้ำว่าการจัดการศึกษาต้องยึดผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ฉะนั้นการที่ผู้เรียนจะเกิดความรู้ ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ที่มีความหมายแก่ตนเองได้ (ชนาธิป พรพิบูล, 2544) จากการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่ผ่านมาพบว่านักเรียนมีทัศนคติว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนยากจึงทำให้นักเรียนเลือกเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นจำนวนน้อย และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 4 ว30224 ในปีการศึกษาที่ผ่านมา ดังนี้

ตาราง 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 4 ว30224

ปีการศึกษา	จำนวน (คน) นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{x})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด
2556	31	61.48	8.50	83	48
2557	28	66.21	10.19	89	53

อีกทั้งเมื่อนักเรียนที่จบแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนเลือกเรียนระดับอุดมศึกษา ในสายที่เป็นวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนน้อยด้วย ในขณะที่เรียน นักเรียนให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์น้อย อันเนื่องมาจากนักเรียนเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว และไม่เกี่ยวข้องกับเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้เน้นครูเป็นศูนย์กลางมากเกินไป การจัดการเรียนรู้ไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน อันเป็นผลให้นักเรียนไม่เห็นคุณค่าของการเรียน ดังนั้นการปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้จึงอาจส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ผ่านมาพบว่านักเรียนที่ตั้งใจเรียนมักจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนมีความเข้าใจทฤษฎีแต่นักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนก็ไม่ค่อยตั้งใจเรียนอันเนื่องมาจากไม่เข้าใจทฤษฎีจึงทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และจากการเรียนรู้ที่ไม่ได้ลงมือปฏิบัติผ่านการเชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้และทักษะมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่มีแนวโน้มต่ำลงเรื่อย ๆ และช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรบุคคลในด้านสะเต็มศึกษา ที่ประเทศชาติต้องการอย่างมากในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคง ฯลฯ ในโลกศตวรรษที่ 21 (รักษพล ธนาบุญศรี, 2556) อีกทั้ง

ยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งทรัพยากร ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ทำให้การเรียนรู้เป็นกระบวนการตลอดชีวิต (lifelong process) เพราะความรู้แก่ผู้เรียนมีอยู่แล้วจะถูกนำมา เชื่อมโยงให้เข้ากับความรู้ใหม่ตลอดเวลา จึงทำให้ผู้เรียน เป็นคนไม่ล้าหลัง ทันเหตุการณ์ ทันโลก และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมโลกในอนาคตได้อย่างดี

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจ ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมีตามแนวคิด สะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุรุบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม จังหวัดพังงา โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถ เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับการ พัฒนานักเรียนด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังที่กำหนดไว้

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการ

เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรี ชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ซึ่งใช้วิธีเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเคมี หน่วยที่ 1 เรื่องไฟฟ้าเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 2) ความสามารถในการแก้ปัญหา 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวมเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น

โดยการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ 1) เชื่อมโยงและระบุปัญหาในชีวิตจริง 2) ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา 3) รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องและสะท้อนความคิดความเข้าใจ 4) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 5) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 6) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 7) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา 8) เชื่อมโยงการแก้ปัญหาไปยังสถานการณ์อื่น ๆ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถแต่ละบุคคล ตามระดับความสามารถ ตั้งแต่ ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำประสบการณ์ ทักษะ และความรู้เดิมมาเรียงลำดับใหม่ ผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และบูรณาการอย่างมีเหตุผล เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ อย่างมีลำดับขั้นตอน โดยผู้เรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ความชอบ ที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการเรียนรู้ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งวัดโดยแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest-Posttest Time-Series Research Design) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

T₁ Y₁ X Y₂ X Y₃ X T₂ Y₄

เมื่อ T₁ หมายถึง การทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อน
ทดลอง (Pretest)

Y₁ หมายถึง การทดสอบความสามารถใน
การแก้ปัญหา ก่อนทดลอง (Pretest)

X หมายถึง การจัดการกระทำหรือการทดลอง
(Treatment)

Y₂ หมายถึง การทดสอบความสามารถใน
การแก้ปัญหาระหว่างทดลองครั้งที่ 1

Y₃ หมายถึง การทดสอบความสามารถใน
การแก้ปัญหาระหว่างทดลองครั้งที่ 2

T₂ หมายถึง การทดสอบผลสัมฤทธิ์หลัง
การทดลอง (Posttest)

Y₄ หมายถึง การทดสอบความสามารถใน
การแก้ปัญหาระหว่างทดลอง (Posttest)

จำแนก (r) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร
Kuder-Rechardson 20 (KR-20) จากนั้นเลือกข้อสอบ
ที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.50-0.79 จำนวนจำแนก
ตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป และความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

2.2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้าง
ขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนจำนวน 7 ท่าน พิจารณา
ความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ความสอดคล้องของคำถามกับขอบข่ายที่ต้องการวัด
พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งแบบ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) ระหว่าง 0.86-1.00

2.3. แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)
จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วน
ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert แล้ว
หาคุณภาพโดยเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อหาค่าดัชนี
ความสอดคล้อง (Index of item objective Congruence:
IOC) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้
ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.71-1.00

2.4. แบบบันทึกภาคสนาม

2.5. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการ
จัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการ
จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
มีขั้นตอนการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน จำนวน 1 แผน ระยะเวลา
24 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ประกอบด้วย

2.1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก
จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้าน
การสอนวิชาเคมีจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความ
สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
(Index of item objective Congruence: IOC) ความ
ถูกต้องทางภาษา แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความ
สอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.60-1.00 จากนั้นแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out)
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบุรีรัมย์พัฒนา
พิทยาคม อำเภอกระบุรี จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 2 ปี
การศึกษา 2559 ที่ผ่านการเรียนเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมีแล้ว
จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) อำนาจ

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
เคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 40 ข้อ
คะแนนเต็ม 40 คะแนน ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที จากนั้นนำ
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ตรวจสอบคะแนน
และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พัฒนาการทางการ
เรียนของนักเรียน และทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่าง
ไม่อิสระต่อกัน (Dependent t-test) ได้ผลการวิเคราะห์
ดังนี้

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

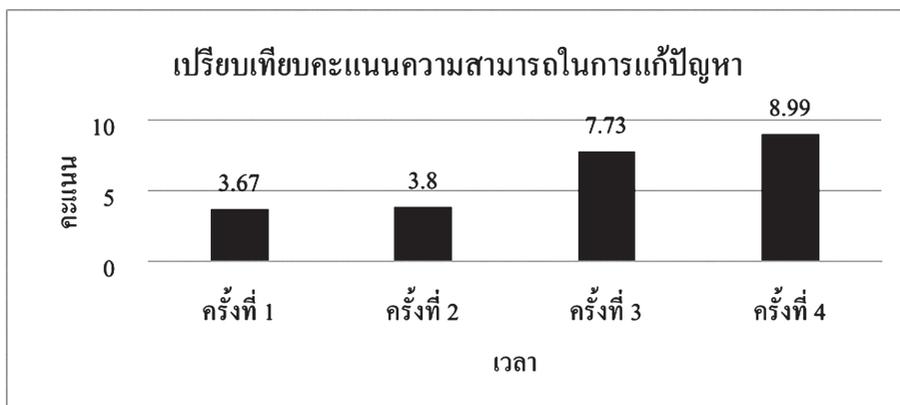
การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	11.13	3.19	17.33**
หลังเรียน	30	26.93	4.68	

**p < .01

จากตาราง 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องไฟฟ้าเคมี นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.19 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 26.93 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.68 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายความว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องไฟฟ้าเคมี หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนการจัดการเรียนรู้อะหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ วัดโดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้ผลดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 3.67, 3.80, 7.73 และ 8.99 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

ความสามารถในการแก้ปัญหาคั้งที่ 1-4 เท่ากับ 0.47, 0.49, 0.91 และ 0.49 ตามลำดับ

ตาราง 3 ผลการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

แหล่งความผันแปร	Sum Square	df	Mean Square	F
จำนวนครั้งที่ทดลอง (Sphericity Assumed)	666.150	3	222.050	724.474*
ความคลาดเคลื่อน (Sphericity Assumed)	26.665	87	0.306	
ผลรวม	692.815	90	222.356	
Mauchly's W	0.59	Sig.	0.012 β	
Approx. Chi-Square	14.68			

*p < .01

จากตาราง 3 พบว่า ค่า Mauchly's W เท่ากับ 0.59 และค่า Approx. การทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของสองประชากร (Chi-Square) เท่ากับ 14.68 และค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.012 แสดงว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 4 ครั้งมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

ของ Sphericity และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของการกระจายของข้อมูล (F-test) พบว่ามีค่าเท่ากับ 724.474 และค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.00 แสดงว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างน้อย 1 คู่ มีระดับคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 จากนั้นผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ได้ผลดังนี้

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยในแต่ละครั้ง

ครั้งที่	1 (\bar{x} = 3.67)	2 (\bar{x} =3.80)	3 (\bar{x} =7.73)	4 (\bar{x} = 8.99)
1 (\bar{x} = 3.67)	-	0.137	4.067*	5.323*
2 (\bar{x} =3.80)		-	3.930*	5.187*
3 (\bar{x} =7.73)			-	1.257*
4 (\bar{x} = 8.99)				-

*p < .01

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยแตกต่างกัน จำนวน 5 คู่ (Sig. < .01) ดังนี้ 1) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 1 และ 3, 2) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 1 และ 4, 3) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 2 และ 3, 4) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 2 และ 4, 5) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 3 และ 4

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.51 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอันดับแรก คือนักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 นักเรียนชอบที่จะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม และมีส่วนร่วม

ในการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 นักเรียนคิดว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิต มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 นักเรียนชอบที่จะซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถาม ขณะเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และนักเรียนคิดว่าความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไปแก้ปัญหาสังคม และพัฒนาประเทศชาติได้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านนำไปใช้ประโยชน์ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 รองลงมา คือด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ด้านต่อมา คือด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และสุดท้าย คือด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเฉลี่ยร้อยละ 27.83 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และหลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 67.32 อยู่ในระดับค่อนข้างดี และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการข้ามสาขาวิชา ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความแตกต่างกันในมิติต่าง ๆ เช่น ทางด้านกายภาพ ทางสมองสติปัญญา ทางด้านความฉลาดทางอารมณ์ ทางด้านความฉลาดทางจริยธรรม ด้านความสามารถในการฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ จึงส่งผลให้นักเรียนมุ่งมั่นที่จะพัฒนาให้ตนรู้เข้าใจว่าทำไมถึงต้องเรียนเนื้อหา ดังกล่าว ผู้เรียนเรียนด้วยความกระตือรือร้น อายกรเรียนด้วยความเข้าใจ และมีความต้องการที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต และที่สำคัญเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนมีบทบาทอย่างเต็มที่ ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ และมีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งทำให้

นักเรียนตั้งใจเรียนและเกิดการเรียนรู้มากขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ก็ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงขึ้น

2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นทุกครั้ง เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 1-4 เท่ากับ 3.67, 3.60, 7.73 และ 8.99 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ Repeated ANOVA Test พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ยกเว้นคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 ที่แตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ผลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนระบุปัญหาตามความสนใจของนักเรียนจากบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาตามความสามารถและความถนัด นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548) ซึ่งกล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่มีการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนมีการสำรวจตรวจสอบ ค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะของวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวของผู้เรียน นั่นคือ “เด็กคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chonkeaw (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านการแก้ปัญหาและทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM โดยอาศัยการเรียนรู้จากปัญหาได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านการแก้ปัญหา นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีและสามารถรวบรวมความรู้จาก 4 สาขาวิชาเพื่อแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ

นักเรียนประมาณ 80% มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70% ของคะแนนเต็ม หลังจากเรียน คะแนนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.51 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chonkeaw (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านการแก้ปัญหาและทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM โดยอาศัยการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้พัฒนาทัศนคติต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์ โดยคะแนนทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือ มีอิสระในการคิดและค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างอิสระ ได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ จนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และที่สำคัญคือ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข สามารถบูรณาการความรู้ข้ามวิชาหรือสาขาวิชา โดยเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนต้องเข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นอย่างดี เพื่อจะได้ชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจ อันจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

1.2 ครูผู้สอนต้องบริหารเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้ดี โดยเฉพาะในขั้นที่นักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติจริงในการผลิตชิ้นงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่และสามารถสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ครูผู้สอนควรมีความยืดหยุ่นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่เหมาะสม ตามศักยภาพของผู้เรียน

1.4 ครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงและให้คำแนะนำกับนักเรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับหรือรายวิชาอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อตัวแปรตามอื่น ๆ ที่เป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการทำงานเป็นทีม

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- ชนาธิป พรกุล. (2544). *คลังพระราชบัญญัติฯจัดการเรียนการสอนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง*. วารสารวิชาการ, 4 (10), 15-18
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนั้กบริหาร*, 33 (2), 49-55
- รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 41 (182), 15-20
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตกฤษฎ์. (2556). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โอเพ่นเวิลด์ส พับลิชซิง เฮาส์ จำกัด
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*.
- Chonkaew, P., Sukhummek, B., &Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, DOI : 10.1039/c6rp0007