ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Effects of Inquiry Learning Method (5E) with STEM Education Approach on Learning Achievement and Problem-Solving Ability of Sixth-Grade Students

นิชนันท์ คำตา[1], กิตติมา พันธ์พฤกษา[2], ธนาวุฒิ ลาตวงษ์[3]
Nichanan Kamta[1], Kittima Panprueksa[2], Thanawuth Latwong[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 3 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E), แนวคิดสะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความสามารถในการแก้ปัญหา

[1] นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[1] M.Ed. Program in Science Teaching, Faculty of Education, Burapha University
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
[2] Assist. Prof. Dr., Faculty of Education, Burapha University, Advisor
[3] อาจารย์ ดร., คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
[2] Lecturer Dr., Faculty of Education, Burapha University, Co-Advisor
Corresponding Author E –mail: kittima@go.buu.ac.th

Received: June 5, 2023 **Revised:** September 28, 2023 **Accepted:** September 28, 2023

Abstract

The purposes of this research were to: compare learning achievements and problem-solving ability of students before and after learning through Inquiry Learning Method (5E) with a STEM Education approach; and to compare learning achievement and problem-solving ability of students after learning through this intervention against 70 percent criteria. The study involved 39 sixth-grade students in the second semester of the 2021 academic year, selected through random cluster sampling. The research instruments included 1) Three lesson plans using Inquiry Learning Method (5E) with STEM Education approach, 2) A learning achievement test comprising 20 multiple-choice questions (r_{cc} = 0.88), and 3) A problem-solving ability test consisting of 20 multiple-choice questions (r_{cc} = 0.74). The data were analyzed using mean, standard deviation, *t*-test for dependent samples, and *t*-test for one sample. The research findings were summarized as follows: 1) The posttest mean scores of students' learning achievement and problem-solving ability after learning with Inquiry Learning Method (5E) with STEM Education were statistically significantly higher than pretest mean scores at the .05 level. 2) The posttest means scores of students' learning achievement and problem-solving ability after learning with Inquiry Learning Method (5E) with STEM Education were statistically significantly higher than the prescribed 70 percent criteria at the .05 level.

Keywords: Inquiry Learning Method (5E), STEM Education, Learning Achievement, Problem-Solving Ability

บทนำ

โลกแห่งอนาคตเป็นโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว ซึ่งเป็นการสืบเนื่องจากการปรับตัวของข้อมูล ข่าวสารที่มีอย่างมหาศาล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดและวิธีการที่จำเป็นเพื่อนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคทดลองให้มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่จะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่จะส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้น การเตรียมผู้เรียนในวันนี้จึงมีจุดหมายเพื่อเปลี่ยนแปลงผู้เรียนให้สามารถใช้ชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงและพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีในอนาคต ตระหนักรู้และเตรียมพร้อมต่อการแปรเปลี่ยนที่จะเกิดขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น. 55) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 จึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาและจัดทำยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาชาติ ด้วยการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยจะเร่งการผลิต

บุคลากรสายวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพตามความต้องการ โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559, น. 163) ซึ่งประเทศที่มีความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญ ล้วนเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาพยายามพัฒนาสมรรถภาพด้านนี้เช่นเดียวกับประเทศไทยที่กำลังตื่นตัวในการสร้างความตระหนักถึงการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 94) โดยบริบทของการสร้างความตระหนักและความสำคัญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำมาซึ่งการเชื่อมต่อความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดของประเทศ (รุ่งนภา ทัดท่าทราย, 2549, น. 293) ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งสำหรับมนุษย์ เพราะมนุษย์ต้องเจอกับปัญหาอยู่ทุก ๆ วัน ทักษะการคิดแก้ปัญหามิใช่เพียงแต่การรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือเป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีอีกด้วย ซึ่งในระบบการศึกษาจะต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา และฝึกเยาวชนให้มีโอกาสฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้มากขึ้น (สุวิทย์ มูลคำ, 2551, น. 16)

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เราจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ แต่รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2561 – 2563 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.93, 35.55 และ 38.78 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน, 2561 - 2563) ส่วนโรงเรียนอนุบาลชลบุรี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 50.86, 51.54 และ 52.32 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า ในสาระที่ 2 : พลังงาน มาตรฐาน ว 2.2 และ ว 2.3 ปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยที่ 46.28 และ 49.71 ตามลำดับ โดยทั้งสองมาตรฐาน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน, 2563) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าและการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน เป็นต้น นอกจากนี้จากการสอบถามคุณครูที่สอนวิทยาศาสตร์ ในสายชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้และแก้ปัญหาเมื่อพบสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่กล่าวไว้ว่า จากการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้ และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิชาที่มีเนื้อหาในลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรมซับซ้อน และที่มีเนื้อหามาก ต้องอาศัยการท่องจำมาก จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (นาตยา ปิลันธนานนท์, สมถวิล ธนะโสภณ และมธุรส จงชัยกิจ, 2553, น. 15) เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของกิตติชัย สุธาสิโนบล (2552, น. 2) ซึ่งกล่าวถึงสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่านักเรียนไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ต่ำ ขาดทักษะการคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลทำให้ผลการเรียนรู้จากการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับ

ผลการประเมิน PISA (Programme for International Student Assessment) ที่พบว่าปี ค.ศ. 2006 และ 2009 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวม (พิชญ์สินี ชมพูดา, 2554)

ในปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 จากผลการทดสอบความรู้พื้นฐานโดยใช้ข้อสอบที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ทั้งภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรีเขต 1 มีผลคะแนนไม่น่าพอใจ ซึ่งผลที่ตามมาคือทำให้นักเรียนได้คะแนน O–NET ต่ำ ในเรื่องแรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความพยายามมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากเดิมที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีความหมายในตัวเองนั้น การเรียนการสอนในปัจจุบันที่ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากกว่าการเรียนทฤษฎี และมีการบูรณาการความรู้ในการเรียนเพื่อส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ในด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีการใช้ทักษะในการเรียนในรายวิชาดังกล่าว เพื่อเป็นการนำความรู้มาปรับใช้ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น โดยที่วิชาทั้งสี่ในสะเต็มศึกษานี้ ล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์สังคมตั้งอยู่บนฐานของ ความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่นับวันยิ่งเจริญ ก้าวหน้าขึ้นไป (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556) การเรียนรู้นี้สามารถบูรณาการสู่การเรียนการสอนส่งผลทำให้การเรียนรู้เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี มีความน่าสนใจ และมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการคิดการออกแบบ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลต่าง ๆ ทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมมาบูรณาการร่วมด้วย (สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2557) กล่าวคือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มจะกลมกลืนและมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหาความรู้และวิจัยด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น รู้สึกสนุก พึงพอใจและอยากเข้ามามีส่วนในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้นด้วย อันจะส่งผลให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น (Diana, 2012; สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2557, น. 3-5) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ช่อทิพย์ มารัตนะ (2560) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิจัยครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้จะช่วยพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับผู้สอนที่สนใจต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

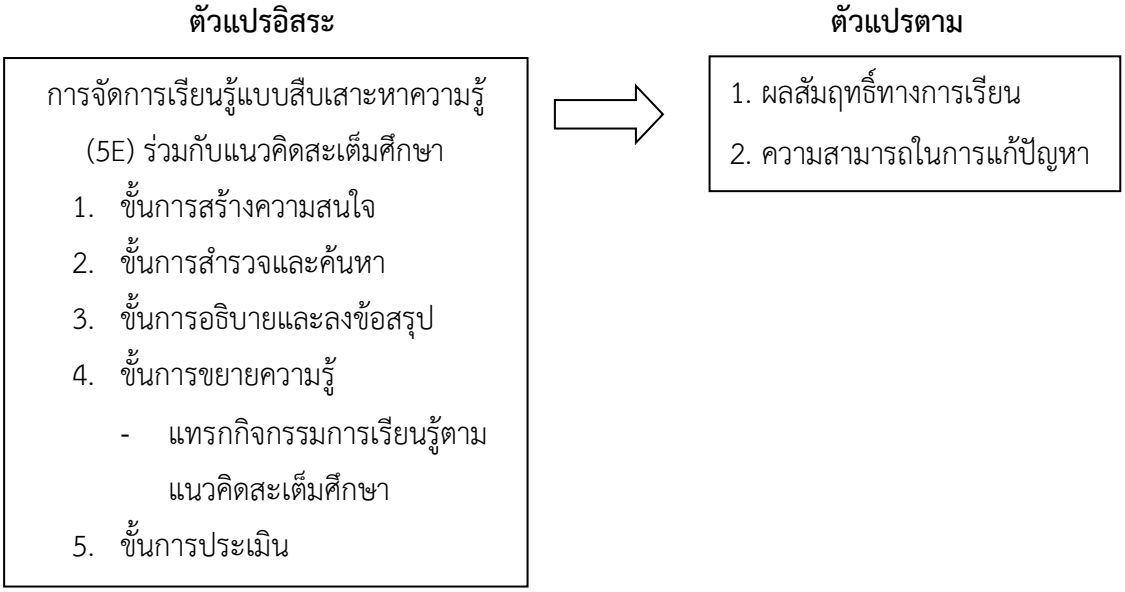
สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) หมายถึง วิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งเกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของผู้เรียน 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษาแล้ว จึงวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ 4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) การนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายเรื่องอื่นๆ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ของ สสวท.ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

5) ขั้นการประเมิน (Evaluation) การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียนและจะส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น จากแนวคิดดังกล่าวสามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-posttest Design

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 262 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า จำนวน 3 แผน ระยะเวลา 22 คาบ มีการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 4.70 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ในการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดตามแนวคิดของ คอฟเฟอร์ (Klopfer, 1971 อ้างอิงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) 4 ด้าน ดังนี้ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัดโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 และนำไปทดลองกับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า มาแล้ว ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลพบว่ามีค่าความยากตั้งแต่ 0.26-0.79 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ของเบรนแนน (Brennan) ตั้งแต่ 0.21-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) เท่ากับ 0.88

3.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ของเวียร์ (Weir,1974) ดังนี้ 1) ขั้นการระบุประเด็นปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผลที่ได้จากวิธีการคิดแก้ปัญหา มีการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อกับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 และนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า มาแล้ว ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลพบว่ามีค่าความยากตั้งแต่ 0.26-0.79 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ของเบรนแนน (Brennan) ตั้งแต่ 0.22-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) เท่ากับ 0.74

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลอง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน 2) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การทางเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้เวลา 1 คาบ 3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ใช้เวลาสอน 22 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง 4) เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การทางเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับเดิม) โดยมีการสลับตัวเลือก ใช้เวลา 1 คาบ 5) นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 9.67 และหลังเรียนเท่ากับ 16.10 เมื่อเปรียบเทียบพบว่าคะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยคะแนน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวัดประเมินผลด้านพุทธิพิสัย	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p (one-tailed)
			$\bar{x}$	SD	$\bar{\bar{x}}$	SD		
ความรู้	39	4	1.92	0.87	3.56	0.68	9.637*	0.000
ความเข้าใจ	39	7	4.21	1.04	5.81	0.80	7.702*	0.000
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	39	5	2.03	1.14	4.13	0.77	9.70*	0.000
การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	39	4	1.51	0.79	2.56	0.72	6.108*	0.000
ภาพรวม	39	20	9.67	1.22	16.10	1.36	17.364*	0.000

*$p < .05$

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 16.10 คิดเป็นร้อยละ 80.50 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70	$\bar{x}$	SD	t	p (one-tailed)
หลังเรียน	39	20	14	16.10	1.56	61.29*	0.00

*$p < .05$

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนเท่ากับ 8.94 และหลังเรียน เท่ากับ 14.12 เมื่อเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหา พบว่า ทุกขั้นมีค่าเฉลี่ยคะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ก่อนเรียนและหลังเรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p (one-tailed)
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
ขั้นการระบุประเด็นปัญหา	39	5	1.56	1.04	2.76	0.77	6.814*	0.000
ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	39	5	2.23	0.98	3.41	0.96	6.5712*	0.000
ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา	39	5	2.12	1.19	3.56	1.07	6.046*	0.000
ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผลที่ได้จากวิธีการคิดแก้ปัญหา	39	5	3.02	1.30	4.38	0.84	6.593*	0.000
ภาพรวม	39	20	8.94	2.54	14.12	2.06	18.222*	0.000

*$p < .05$

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 14.12 คิดเป็นร้อยละ 70.60 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70	$\bar{x}$	SD	t	p (one-tailed)
หลังเรียน	39	20	14	14.12	2.06	40.57*	0.000

*$p < .05$

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ครูให้นักเรียนสังเกตภาพ โดยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีการทำกิจกรรมการเรียนรู้และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มแล้วให้นักเรียนร่วมกันทำการทดลอง สังเกตผลและเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองร่วมกัน โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยการใช้คำถาม 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล และสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือ

ข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการอธิบายเรื่องอื่น ๆ เพราะถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยผู้วิจัยแทรกกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้น มาร่วมด้วย เน้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นคว้าหาความรู้เพื่อตอบคำถามการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน โดยวิธีการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนต้องศึกษาหาความรู้ มีความเข้าใจในเนื้อหาจึงจะสามารถตอบคำถามที่เป็นปัญหาได้ เมื่อนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชุมชน ทำให้ตอบคำถามได้ละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้อีกด้วย โดยเป็นกิจกรรมที่ครูให้สถานการณ์ ปัญหา เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน ทำให้นักเรียนมีการนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น สามารถนำความรู้ไปทำข้อสอบหลังเรียนได้คะแนนสูงกว่าก่อนเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และ 5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ ทดสอบความเข้าใจโดยการให้ตอบคำถามว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่และความรู้ที่ได้จากการค้นหาจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเองมาเป็นข้อมูลในการตอบคำตอบ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถเพิ่มพูนความรู้ใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cox et al. (2016) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากนักเรียนที่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังผสานความรู้จากหลายวิชา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มี กระบวนการคิดและเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรสวัสดิ์ สองแคว (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Chung et al. (2014) เนื่องจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนต้องการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนจึงต้องศึกษาความรู้พื้นฐาน เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากขั้นตอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ นำไปซึ่งความรู้ที่จะไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนและคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 80.51 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอน

เป็นผู้อำนวยความสะดวกและผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ตรง และแก้ปัญหาด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคมได้ เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมเกิดการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบของปัญหา และเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ หาสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลของการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่ เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้ เพื่อระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาแนวความคิด แนวทาง ทฤษฎีหรือวิธีการแก้ไข ปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ รวบรวมวิธีการที่แปลกใหม่และหลากหลาย ขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์เลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมี เหตุผล แล้วนำมาสู่การวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบและลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการ แก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้เช่น รถแข่งจิ๋วพลังแจ๋ว โดยมีการดัดแปลงจากเศษวัสดุเหลือใช้มาประกอบกัน เป็นชิ้นงาน ผู้เรียนจะมีการปรับปรุงชิ้นงานจนกระทั่งสามารถนำไปใช้งานได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ภายในกลุ่ม เพื่อลองผิดลองถูกในสิ่งที่ได้วางแผนไว้ เพื่อนำมาแก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผลที่ได้จากวิธีการคิดแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้ทำตาม รูปแบบที่สนใจ โดยมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จากนั้น ประเมินผลงานจากรูปแบบความคิดหรือวิธีการในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่ กำหนด ผู้เรียนมีการนำความรู้จากเรื่องใกล้ตัวมาประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์ชิ้นงานได้ดี จากกระบวนการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ อย่างสร้างสรรค์ และทำให้ผู้เรียนมีแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอื่น ๆ อีกต่อไป นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและ ขั้นตอนที่สามารถฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดีขึ้น จึงทำให้นักเรียน

สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้นักเรียนระบุปัญหา สามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาตามความสามารถและความถนัด ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ทางเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มีการวางแผนการทำงานในด้านการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาให้ดีกว่าเดิม สอดคล้องกับ งานวิจัยของดารารัตน์ ชัยพิลา (2558) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการทำโครงงาน ได้ใช้ความรู้จากศาสตร์สาขาทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551) ที่ศึกษาผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิตผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 75.58 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ อภิญญา สิงโต (2563) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการสร้างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับการสร้างหุ่นกระป๋องเคลื่อนที่ ถ้านักเรียนตกแต่ง มากเกินไปหุ่นกระป๋องอาจจะเคลื่อนที่ไม่ได้ ก่อนทำกิจกรรมคุณครูอาจแนะนำหลักการแนวทางการประดิษฐ์ ให้นักเรียนฟังก่อนประดิษฐ์จริง

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีข้อจำกัดเรื่องเวลา ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นเรื่อง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสม และควรเปิด โอกาสให้กับนักเรียนได้คิด และได้ใช้จินตนาการอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะเรื่อง สร้างรถหมุนใบพัด นักเรียนอาจใช้ระยะเวลานานในการประดิษฐ์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องระดมความคิด วิเคราะห์ในการสร้างหลายชิ้นส่วน แล้วนำมาประกอบเป็น

รถหมุนใบพัดและอาจเกิดการผิดพลาดในระหว่างการทดลอง อย่างเช่น การใช้คัดเตอร์ คุณครูอาจจะต้องคอยระวังเป็นพิเศษ

1.3 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถนำไปใช้ได้ในหลากหลายวิชา แต่ควรยกสถานการณ์หรือปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันหรือใกล้ตัวของนักเรียน โดยจากการกิจกรรมพบว่าถ้าเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว หรือนักเรียนมีการพบเห็นเป็นประจำ นักเรียนจะสามารถทำกิจกรรมได้อย่างรวดเร็วและมั่นใจ แต่ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไกลตัว ครูอาจจะต้องใช้เวลานานในการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์นั้น ๆ ก่อนเพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ถ้าเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงประสบการณ์จริงได้ โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรายวิชา

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) พบว่านักเรียนได้ทักษะการอ่าน การนำเสนอ การอธิบายเหตุผล การสื่อสาร และในการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาตัวแปรดังกล่าว หรือศึกษาพัฒนาการของทักษะด้านต่างๆ เพิ่มเติม

2.2 จากการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) พบว่านักเรียนหลายกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ แต่บางกลุ่มยังขาดความสวยงาม ความคิดสร้างสรรค์ในชิ้นงาน ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ในการวิจัยครั้งถัดไป

2.3 จากการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหายึดตามขั้นตอนของเวียร์ (weir, 1974) โดยมีขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นการระบุประเด็นปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผลที่ได้จากวิธีการคิดแก้ปัญหา พบว่าขั้นการระบุประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนมีคะแนนน้อยที่สุด ในการศึกษาครั้งถัดไป ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า การจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ทำไมนักเรียนจึงได้คะแนนขั้นการระบุประเด็นปัญหาต่ำที่สุด ส่วนขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ผลที่ได้จากการคิดแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเพิ่มเติมตามลำดับขั้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนววิธีพุทธสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครนายก. *วารสารวิชาการศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 10*(1), 39-45.

ช่อทิพย์ มารัตนะ. (2560). *การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.

ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

นาตยา ปิลันธนานนท์, สมถวิล ธนะโสภณ และมธุรส จงชัยกิจ. (2553). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับครูเพื่อเพิ่มศักยภาพในการสอนคิดวิเคราะห์แก่ผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9*(4), 7-14.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร, 2*(2), 49-56.

พรสวัสดิ์ สองแคว. (2559). *การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พิชญ์สินี ชมพูคา. (2554). *การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการเรียนรู้ตลอดชีวิต: สิ่งจำเป็นในการจัดการศึกษาไทย.* [ออนไลน์]. สืบค้นจาก http://www.phichsinee.cmru.ac.th/file/newsfile/220710123109.pdf.

พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2545). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *นิตยสาร สสวท, 41*(182), 15-20.

รุ่งนภา ทัดท่าทราย. (2549). ไขปริศนาแห่งภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยจิตสำนึกความตระหนักด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *วารสารวิทยาศาสตร์, 59*(4), 293-294.

วรรณา รุ่งลักษะมีศรี. (2551). *ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต* (วิทยานิพนธ์คุรุศาสตรบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2561-2563). *สรุปผลวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน ป.6, ม.3, ม.6 จากคะแนน O-NET,* สืบค้นจาก http://www.nietes.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564).*

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท, 42*(186), 3-5.

สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *ครบเครื่องเรื่องการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์

อภิญญา สิงโต. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์, 7*(7), 387-398.

Chung, C. J., Cartwright, C. & Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education*, *15*(2), 24-29.

Cox, C., Reynolds, B., Schunn, C. & Schuchardt, A. (2016). Mathematics and Engineering to Solve Problems in Secondary Level Biology. *Journal of STEM Education*, *17*(1), 22-30.

Diana, L.R. (2012). *Integrated STEM Education through Project-based Learning*. Retrieved from http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975

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

การอ้างอิงบทความ

นิชนันท์ คำตา, กิตติมา พันธ์พฤกษา, และ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *e-Journal of Education Studies, Burapha University, 5*(3), 27-42. สืบค้นจาก https://so01.tci-thaijo.org/index.php /ejes/article/view/267804