

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

A STEM-Based Learning Approach in Enhancing Problem Solving Skills in the Topic of “Electricity” for Grade 6 Students

ปฏิมา ชุมร่า^{1*} และสิรินภา กิจเกื้อกูล²

Patima Chumram^{1*} and Sirinapa Kijkuakul²

(Received: Jun 8, 2022; Revised: Aug 15, 2022; Accepted: Aug 24, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบ 3 วงจร โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และเพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน จำนวน 43 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ได้แก่ การวิเคราะห์ ด้านเนื้อหา การหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุง การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสดงพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ พฤติกรรมขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนสามารถแสดงทักษะออกมาได้สูงที่สุด คือ ร้อยละ 81.39

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา ทักษะการแก้ปัญหา

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก 65000

M.Ed., Student in Science Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author, e-mail: patimac63@nu.ac.th

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก 65000

Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

ABSTRACT

The research was the classroom action research consisting of 3 cycles. The purpose of this research was to study a STEM-based learning approach promoting problem solving skills in Grade 6th students in the topic of “Electricity”. The participants were 43 of 6th grade students selected by purposive sampling. Research instruments comprised the lesson plans, the problem-solving skills test, the problem-solving skills observation form, and the reflective journal and worksheet. Data were analyzed by using qualitative data analysis and quantitative data analysis, which were content analysis, mean, percentage and triangulations were used to analyze the data.

The research results indicated that there were 5 steps to develop problem-solving skill: Identify a challenge step; Explore ideas step; Solution design step; Planning and problems solving step; and Test and evaluate step. The results of test may be used to improve and develop the work piece to move effectively solve the problem. For the presentation the solution step, students need to present their work piece to teacher and students. Presentation should be simplified to understand and interesting. The students continually improved their problem-solving skills, and most students appeared to have the best problem-solving skills in problem identification, 81.39 percent.

Keywords: STEM Education, Problem solving skills

บทนำ

ในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย อันเป็นผลมาจากอำนาจของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ทั่วโลกล้วนแข่งขันกันทางด้าน การเป็นผู้นำในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโลกแห่งอนาคตอันใกล้ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับเยาวชนไทยซึ่งถือเป็นอนาคตของชาติ สิ่งที่สำคัญคือการเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนไทยให้เป็นผู้ที่มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) กล่าวว่า ในสังคมสมัยใหม่ทุกชีวิตล้วนต้องแก้ปัญหาอันเกิดจากสังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี ผู้ที่สามารถปรับตัว เรียนรู้ กล้าที่จะทดลอง และหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใหม่ๆ จะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในโลกแห่งอนาคต จากการสำรวจทักษะสำหรับผู้ใหญ่ (PIAAC) ฉบับใหม่ พบว่าพนักงาน 1 ใน 10 คนต้องเผชิญหน้ากับปัญหาที่ซับซ้อนทุกวัน พวกเขาเหล่านั้นต้องใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ในการแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหาเป็นที่สำคัญอย่างมากในโลกศตวรรษที่ 21 (OECD, 2015) นอกจากนั้นแล้วสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 4) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ ทักษะการแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือปัญหาใหม่

โดยอาจใช้ความรู้ ทักษะ วิธีการ และประสบการณ์หรือการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการใหม่มาใช้แก้ปัญหา ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 161) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหา คือ การคลี่คลายข้อว่างระหว่างสิ่งที่เป็นจริงกับสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาให้แคลง โดยใช้ขั้นตอนหรือวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมตามสถานการณ์ ทักษะแก้ปัญหา จึงเป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์และพยายามหาหนทางที่จะคลี่คลายปัญหาเหล่านั้นให้ปรากฏ

ปัจจุบันสภาพจัดการศึกษาของประเทศไทยยังไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา จากผลการประเมินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่างๆ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง การประเมินของ PISA เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิต ซึ่งจากผลการประเมิน PISA ของนักเรียนไทยที่มีอายุ 15 ปี พบว่า มีแนวโน้มของคะแนนลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ PISA 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 59) ปัญหาเหล่านี้พบเห็นได้ทั่วไปการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ในประเทศไทย และพบในห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยนาท จากการที่ผู้วิจัยสังเกต และสัมภาษณ์นักเรียนในชั้นเรียน พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในอดีตไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา หรือช่วยกันระดมความคิดในการแก้ปัญหาแต่อย่างใด กลับเป็นเพียงแค่การนั่งเรียนแบบกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกหัดในหนังสือของตนเองเท่านั้น นอกจากนั้นแล้วนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถหาคำตอบในแบบฝึกหัดของตน หรือหาวิธีการแก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลได้อีกด้วย

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2565, น. 100) กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหานั้นมีมากมายหลายวิธี แต่หนึ่งแนวทางที่มีความเหมาะสมและเข้ากับบริบทในการจัดการศึกษาในยุคนี้ คือ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งผู้เรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน (Vasquez, Comer & Sneider, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับอภิญา สิงโต (2563, น. 142) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งหลังจากที่ได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นถึงสภาพปัญหา จึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา

โดยครูผู้สอนจะมีหน้าที่เพียงผู้คอยดูแล สนับสนุน และให้คำปรึกษาตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่สามารถนำความรู้และทักษะสำคัญที่ได้ในชั้นเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยของ ชมัค (Schmuck, 2006, pp. 8-12) ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 วางแผน ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ ขั้นที่ 3 สังเกต ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ปีการศึกษา 2564 ภาคเรียนที่ 2 ห้องเรียนปกติ ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 43 คน เป็นนักเรียนชาย 23 คน เป็นนักเรียนหญิง 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน รวมจำนวน 12 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงไฟฟ้า กิจกรรมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยประจุไฟฟ้าไอออน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย กิจกรรมรถพลังงานไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน กิจกรรมบ้านพลังงานไฟฟ้า โดยทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมตามแนวทางของ National Research Council (NRC, 2012) 6 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบเป็น 0.67-1 จัดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลถึงข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงและพัฒนาพัฒนา ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปของผู้วิจัยโดยใช้วิธีการเขียนอย่างอิสระภายใต้หัวข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร 2) ข้อดี ข้อเสียที่พบในการจัดการเรียนรู้ 3) ข้อที่ควรปรับปรุง และพัฒนาที่พบในการจัดการเรียนรู้ 4) นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่ 5) ปัญหาอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้ 6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่า IOC เป็น 1.00 ซึ่งมีความสอดคล้องมากที่สุด

2.3 ใบกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบเขียนตอบที่นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องช่วยกันอธิบายด้วยการเขียนบรรยาย โดยในคำถามภายในใบกิจกรรมแต่ละวงจร

ปฏิบัติการ โดยใช้คำถามจะสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหาขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Weir, 1974) นำไปกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่า IOC = 1.00 ซึ่งมีความสอดคล้องมากที่สุด

2.4 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบอัตนัยตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นสถานการณ์ และส่วนที่เป็นคำถาม ทั้งหมด 2 สถานการณ์ คือ 1) สถานการณ์เข้าค่ายพักแรมลูกเสือที่ด้านผจญภัยในความมืด นักเรียนจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้รับจากผู้บังคับบัญชามาเป็นไฟฉาย 2) สถานการณ์การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมที่มีหลอดไฟในวงจรไม่ติดสองหลอด ซึ่งสถานการณ์แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อย่อย ตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอน คือ 1) การตั้งปัญหา 2) การคิดวิเคราะห์ปัญหานั้น 3) การเสนอวิธีแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบผลลัพธ์ และกำหนดเกณฑ์ระดับทักษะการแก้ปัญหากับพฤติกรรมของนักเรียนในการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านมีค่า IOC = 1.00 ซึ่งมีความสอดคล้องมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

3.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 แรงไฟฟ้า

3.1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาและคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 4 เครื่องมือ ได้แก่ 1) ใบกิจกรรมการเรียนรู้ 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 3) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และ 4) แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3.1.2 ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

3.1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

3.1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล นักเรียนจะสะท้อนผลการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยการนำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยจะพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นที่เกิดขึ้น

3.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

3.2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

3.2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

3.2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

3.2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนเช่นเดียวกับขั้นสะท้อนผลใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้ ไปใช้จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

3.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

3.3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

3.3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

3.3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ใบกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหา

3.3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนเช่นเดียวกับขั้นสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้ มาสรุปแนวทางที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังจากเก็บข้อมูลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ถึงการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพจากเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุง และแก้ไขการจัดการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ไฟฟ้า โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่มีลักษณะข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ 1) อ่านเนื้อหาวิเคราะห์และตีความข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ 2) ทำการใส่รหัสของข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มข้อความ 3) จากวิเคราะห์แยกข้อความที่อยู่ในหมวดเดียวกัน 4) ทำการลงข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สรุปผลออกมาเป็นความเรียงว่ามีข้อปรับปรุงแก้ไขอย่างไรเพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดี (Best practice)

4.2 ใบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อตีความและสรุปข้อมูลที่ได้ ว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่ และสรุปเป็นระดับทักษะการแก้ปัญหาตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดโดยจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ จากนั้นข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ เพื่อนำมาสรุปเป็นผลการวิจัยต่อไป

4.3 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหาหลังจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อตีความและสรุปข้อมูลที่ได้ ว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่ และสรุปเป็นระดับทักษะการแก้ปัญหาตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดโดยจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ จากนั้นข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ เพื่อนำมาสรุปเป็นผลการวิจัยต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ทั้ง 2 วิธี คือวิธีการตรวจสอบแบบ สามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method triangulation) พบว่ามีความสอดคล้องกัน และวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Source triangulation) พบว่ามีความสอดคล้องกัน อีกทั้งยังใช้การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer debriefing)

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอน	วงจรปฏิบัติที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
การจัดการเรียนรู้	1	2	3	แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 1	คำถามยังไม่กระตุ้นให้	นักเรียนเริ่มค้นคว้า	นักเรียนสามารถ	ต้องใช้คำถามในการกระตุ้น
ระบุปัญหา	ผู้เรียน	กับรูปแบบการจัดการ	ปฏิบัติกิจกรรมได้	นักเรียนให้ฝึกการระบุปัญหา
	เกิดความสนใจ	เรียนรู้ ผู้วิจัยใช้คำถาม	อย่างเรียบง่าย	ใช้สถานการณ์
	การตอบคำถาม	ที่ตรงประเด็น นักเรียน	ในส่วนของ	ในชีวิตประจำวัน สื่อต้อง
	โดยใช้เกมส์เปิด	เข้าใจปัญหา และ	การศึกษาไปความรู้	เหมาะสมกับวัยน่าสนใจ ควร
	แผ่นป้าย	สามารถระบุปัญหาได้ดี	นักเรียนบางกลุ่ม	มีการเตรียมความพร้อม
	พบนักเรียนที่ไม่กล้า	ขึ้น มีการใช้กิจกรรม	ไม่ค่อยสนใจ ผู้วิจัย	ผู้เรียนก่อนที่จะทำกิจกรรม
	แสดงออกทำให้	เพื่อเตรียมความพร้อม	อาจจะเปลี่ยนเป็น	หากนักเรียนใช้เวลา
	การจัดกิจกรรมติดขัด	ให้กับนักเรียน	การใช้สื่ออื่นๆ แทน	ในการระบุปัญหา หรือตอบ
	ควรใช้คำถามกระตุ้น		เช่น สื่อวิดีโอ	คำถามในประเด็นต่างๆ นาน
	เพิ่มเติม ให้กำลังใจ			ผู้วิจัยควรกระตุ้นผู้เรียน ให้
	หรือให้ความรู้			หาความรู้เพิ่มเติม

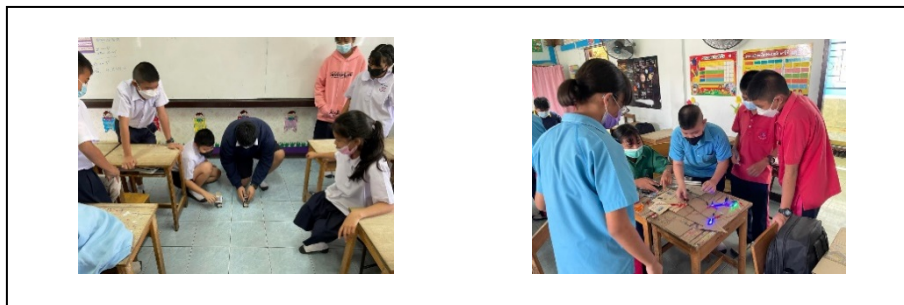
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูต้องใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้ได้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา จากนั้นจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันใกล้ตัว ใช้สื่อที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น สื่อการ์ตูนแอนิเมชัน เกมส เป็นต้น หลังจากถามคำถามครูควรเว้นระยะเวลาให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง หรือสืบค้นข้อมูลก่อนที่จะตอบคำถาม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเองมากขึ้นและกล้าที่จะตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วครูควรอธิบายหน้าที่และบทบาทในกลุ่มเพื่อนนักเรียนจะสามารถแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม เพราะนักเรียนในวัยนี้ยังไม่เข้าใจหน้าที่ต่างๆ ของสมาชิกกลุ่ม จากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนจะเลือกปฏิบัติหน้าที่ตามความชอบไม่ใช่ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ครูกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างเพียงพอ หลังจากนั้นจึงแนะนำให้ นักเรียนได้คิดพิจารณาว่าแนวคิดหรือข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นมานั้น มีความน่าเชื่อถือ และมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการออกแบบวิธีแก้ปัญหา ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือยกตัวอย่างขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆ ไม่ซับซ้อน มีการอธิบายถึงความสำคัญของการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาว่าจะเกิดประโยชน์อย่างไร บางกิจกรรมที่นักเรียนใช้เวลานานครูควรมีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้า เพื่อที่จะจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนในวัยนี้ส่วนใหญ่จะยังไม่เข้าใจ การเขียนขั้นตอนการทำงานนักเรียนจะเลือกที่จะลงมือปฏิบัติก่อนแล้ว จึงนำขั้นตอนหรือ กระบวนการที่ตนเองได้ปฏิบัติไปแล้วนั้นมาเขียนขั้นตอนการทำงานในภายหลัง หรือบางกลุ่มจะเขียน ขั้นตอนการทำงานไปพร้อมๆ กับการลงมือปฏิบัติ ซึ่งในการเขียนขั้นตอนการทำงานนี้นักเรียน ต้องใช้ความรู้ใหม่ หรือทักษะที่นักเรียนยังไม่เคยฝึกฝนมาก่อน ครูจะต้องให้ความรู้กับนักเรียน และมีการยกตัวให้นักเรียนเข้าใจก่อน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีความรู้และสามารถนำไปใช้ได้ในการทำ กิจกรรมได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงานครู ควรให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทดสอบ ประเมินผล และหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ของกลุ่มตนเอง นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานไปกับการได้ทดสอบสิ่งที่ตนเองสร้างขึ้นมาก หากไม่เป็นไป ตามที่คาดหวังหรือที่วางแผนเอาไว้ต้องหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของตนประสบความสำเร็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นอกจากความสนุกสนานแล้วนักเรียนจะเกิดความเชื่อมั่นและภาคภูมิใจในตนเอง โดยผู้วิจัยอาจให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานของตนเองและของเพื่อนๆ ในชั้นเรียนได้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

ที่มา: ปฐิมา ชุมร่า ถ่ายเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ณ โรงเรียนอนุบาลชัยนาท

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ครูต้องบอกประเด็น ที่นักเรียนจะต้องมานำเสนอ ในการนำเสนอครูจะต้องมีการสรุปกิจกรรม และองค์ความรู้ที่นักเรียน ได้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน พูดคุย ซักถามนักเรียนเพื่อให้ทราบว่าการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ครั้งนั้นๆ นักเรียนได้รับองค์ความรู้มากน้อยเพียงใด และเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรืออาจจะเสริมความรู้ต่อยอดในเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับ เรื่องที่เรียน

2. การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1 ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

กระบวนการคิด แก้ปัญหา ของเวียร์ (Weir, 1974)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน (N = 43)								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
ขั้นที่ 1									
ระบุปัญหา	56.52	13.04	30.44	67.39	-	32.60	67.44	21.73	10.86
ขั้นที่ 2									
วิเคราะห์ปัญหา	23.91	36.95	39.14	43.47	23.91	32.60	56.54	32.60	10.86
ขั้นที่ 3									
เสนอวิธี									
แก้ปัญหา	16.30	16.30	67.39	67.41	10.86	21.73	67.41	21.73	10.86
ขั้นที่ 4									
ตรวจสอบ									
ผลลัพธ์	16.30	16.30	67.39	23.91	43.47	32.62	89.14	-	10.86

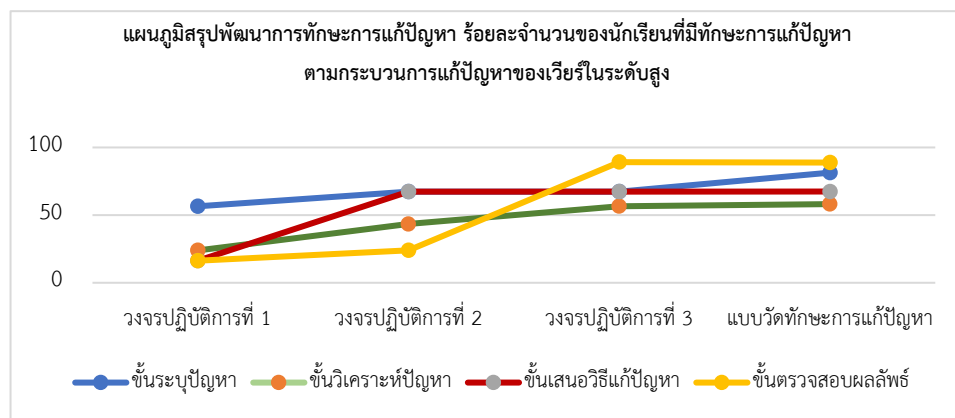
จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนในกลุ่มต่ำมีจำนวนลดลง และนักเรียนกลุ่มสูงมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นั้น ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์เป็นขั้นที่นักเรียนมีพัฒนาการจัดอยู่ในระดับสูงมากที่สุดคือร้อยละ 89.14 รองลงมา คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงร้อยละ 67.44 ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหานักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงร้อยละ 67.41 และขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงร้อยละ 56.54

2.2 ทักษะการแก้ปัญหานักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับทักษะการแก้ปัญหตามกระบวนการแก้ปัญหของเวียร์ หลังการจัดการเรียนรู้

กระบวนการคิดแก้ปัญหของเวียร์	ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับทักษะการแก้ปัญหา		
	สูง	กลาง	ต่ำ
1. ขั้นระบุปัญหา	81.39%	11.62%	6.52%
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	58.13%	18.60%	20.93%
3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา	67.44%	25.58%	13.95%
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	55.81%	23.25%	20.94%

จากการวิเคราะห์ผลการตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นระบุปัญหาสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 81.39 รองลงมา นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 67.44 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 58.13 และนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 55.81



ภาพที่ 2 แผนภูมิสรุปพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ร้อยละจำนวนของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในระดับสูง

จากภาพที่ 2 แผนภูมิสรุปพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ร้อยละจำนวนของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ในระดับสูง พบว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ทั้ง 4 ขั้น คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นระบุปัญหาสูงที่สุด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในทุกขั้นตอนดีขึ้น และขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหามีนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงเท่ากับขั้นระบุปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการในทุกขั้นตอนดีขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยขั้นตรวจสอบผลลัพธ์เป็นขั้นที่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากที่สุด หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาครบทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา หลังจากตรวจวิเคราะห์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแล้วพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นระบุปัญหาสูงขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนในขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา เสนอวิธีแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนมีระดับทักษะใกล้เคียงกับในวงจรปฏิบัติการที่ 3

อภิปรายผล

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

1.1 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องสามารถบอกปัญหา หรือระบุปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครูต้องใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้ได้ฝึกกระบวนการระบุปัญหา โดยอาจสมมติปัญหาง่ายๆ ไม่ซับซ้อนก่อนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกคุ้นชินกับการที่ต้องตอบคำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่วิธีการแก้ปัญหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัวนักเรียน ควรใช้สื่อที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยสื่อต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และมีความน่าสนใจ เช่น สื่อการ์ตูนแอนิเมชัน เกมส์ วิดีโอ เป็นต้น ผู้วิจัยควรเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรม ควรใช้คำถามที่มีความน่าสนใจ ภาษาที่ใช้ต้องไม่ซับซ้อน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย หลังจากถามคำถามครูควรเว้นระยะเวลาให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง หรือสืบค้นข้อมูลก่อนที่จะตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับ พัทธดนัย อุดมสันติ (2560, น. 145) กล่าวว่า ขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่ผู้วิจัยควรมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พบเจอกับปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถานการณ์มาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากที่จะใช้ความรู้ที่ตนเองมีหรือความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่หลังจากนักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องแล้ว นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูล หรือสืบค้นข้อมูลเพื่อมาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ว่าวิธีนั้นๆ จะสามารถนำมาแก้ปัญหานั้นได้จริงหรือไม่ โดยในขั้นตอนนี้ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ อย่างเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษฎดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557, น. 40-41) กล่าวว่า ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่สืบค้นข้อมูลเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยข้อมูลที่ได้นั้นนักเรียนจะต้องพิจารณาถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย

1.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากทีนักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องนำแนวคิดหรือวิธีการนั้นมาออกแบบวิธีการหรือชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับอภิญา สิงโต (2563, น. 89) กล่าวว่า ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้น และหาวิธีต่างๆ ที่จะนำมาแก้ปัญหานั้นตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการพิจารณาถึงข้อดี ข้อจำกัดต่างๆ แล้วจึงตัดสินใจว่าวิธีใดเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน หรือในการสร้างชิ้นงานที่จะมาแก้ปัญหานั้น ซึ่งสอดคล้องกับธนวรรธน์ ศรีวิบูลย์รัตน์ (2561, น. 125) กล่าวว่า ผู้เรียนจะต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง หรือปรึกษา

กันภายในกลุ่ม รวมทั้งยังต้องกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน และกำหนดเป้าหมายในการทำงาน ให้มีความชัดเจนอีกด้วย

1.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องทดสอบ และประเมินชิ้นงานของตนเอง และถ้าชิ้นงานของนักเรียน ไม่เป็นไปตามที่วางแผนเอาไว้ นักเรียนจะต้องหาวิธีแก้ปัญห และปรับปรุงชิ้นงานของตนเองให้มี ประสิทธิภาพตามต้องการ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 8) กล่าวว่า ในขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไข ชิ้นงานนี้ นักเรียนจะต้องทดสอบชิ้นงานของตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องและทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพตามที่ต้องการ

1.6 ขั้่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญห ผลการแก้ปัญห หรือชิ้นงาน หลังจากที่นักเรียน พัฒนาปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้วนักเรียนจะต้องนำเสนอชิ้นงานของตนเอง ด้วยข้อมูลที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ Morgan, Capraro and Capraro (2013) ที่กล่าวว่า ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ของนักเรียนมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนำเสนออย่าง สมเหตุสมผล

2. พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมแต่ละขั้น ของกระบวนการแก้ปัญห ตามกระบวนการแก้ปัญหของเวียร์ได้เป็นอย่างดี และแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยใน การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาใน ชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องของนักเรียน นักเรียนจึงสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย และสามารถระบุ ปัญหาได้ถูกต้องตรงกับสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับอภิญา สิงโต (2563, น. 121) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิดแก้ปัญหตามขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญห และการตรวจสอบผลลัพธ์ สิริรักษา กิจเกื้อกูล (2558, น. 154-160) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการเนื้อหาใน 4 วิชาหลัก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนทุกคนมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีแก้ปัญหได้ อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ปาลิตา สุขสำราญ (2560, น. 114) เรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาพบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาทิตย์ นิมกุล (2559, น. 97) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญห และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหหลังเรียนเท่ากับ 76.35 จัดอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้แล้ว เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า ยังเป็นเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพราะเนื้อหาในเรื่องนี้เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวของผู้เรียนเน้นการลงมือปฏิบัติ เป็นเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ตนเองเกิดความสงสัยเริ่มตั้งแต่กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

การต่อวงจรไฟฟ้ามีแบบใดบ้างแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียและแตกต่างกันอย่างไร จนนำไปสู่การค้นพบว่า การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านต้องต่ออย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับนิตยา หัสมินทร์ (2563, น. 151) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต้องเป็น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื้อหาหรือสถานการณ์ที่ใช้จะต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เนื้อหาต้องมีความใหม่สนุก กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้และหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาต่อไป

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการที่ครูใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย มีความกระตือรือร้น อยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ที่ได้สืบค้นมา และทักษะที่มีทั้งหมดเพื่อนำไปสู่ การคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ เข้าใจง่าย นอกจากทักษะการแก้ปัญหาแล้วสิ่งที่นักเรียนได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ยังทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนที่สนุกสนาน ตื่นเต้น ท้าทาย ได้ทำงานเป็นทีมกับ เพื่อนๆ และเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยครั้งนี้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษานักเรียนยังไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้ ในรูปแบบนี้มาก่อน ครูควรชี้แนะแนวทางในการทำกิจกรรม บทบาทหน้าที่ของครู และบทบาทหน้าที่ ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ป้องกันความสับสนอันอาจจะก่อให้เกิด การเรียนรู้ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

1.2 ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่าย และเป็น การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ และได้รับความรู้ ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง

2.2 ควรมีการวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยี: กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร?. *สสวท.*, 42(190), น. 37-39.
- ธนวรรธน์ ศรีวิบูลย์รัตน์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่องงานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- นัตยา หัสมินทร์. (2563). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.
- ปาลิตา สุขสำราญ. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- พัทธนัย อุดมสันติ. (2560). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนูปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- _____. (2560). เอกสารจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(3), น. 154-160.
- _____. (2565). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อภิญญา สิงห์โต. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 33 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- Morgan, J. R. Capraro, M. M. & Caprara, R. M. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and Mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense.
- National Research Council (NCR). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *PISA 2015 draft collaborative problem solving framework*. Paris: OECD.
- Schmuck, R. A. (2006). *Practical Action Research for Change*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, Grades 3-8 Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
- Weir, J. J. (1974). Problem is everybody's problem. *The Science Teacher*, 41(4), pp. 16-18.