

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
Effects of Learning Activities Using Predict-Observe-Explain Strategy with Computer Simulations for Correcting Grade 11 Students' Electricity Misconception

เบญจพร บาทบารุง¹ ทศตริน วรณเกตศิริ^{2*} และ วิทัศน์ ฝักเจริญผล³
Benjaporn Bathbumrung¹ Tussatrin Wannagatesiri^{2*} and Witat Fakcharoenphol³

^{1,2,3} คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
(Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ (POE+CS) เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า 2) เปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรม POE+CS ระเบียบวิธีวิจัยเน้นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง โดยกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ Phet ประกอบด้วย 5 สถานการณ์ ครอบคลุมแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าจำนวน 9 แนวคิด 2) แบบทดสอบแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้า และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ Phet สามารถช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนให้ถูกต้อง 2) ร้อยละของจำนวนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าหลังเรียน (ร้อยละ 80.3) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 55.1) ในภาพรวม และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านเนื้อหาการเรียนรู้และองค์ความรู้ที่ได้รับ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ Phet เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำสำคัญ: การทำนาย-สังเกต-อธิบาย สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ แนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า

ABSTRACT

This research aimed to: 1) study the effects of learning activities using the Predict-Observe-Explain (POE) strategy with computer simulations to correct students' electricity misconceptions; 2) compare students' understanding of electricity before and after learning with the POE strategy; and 3) examine students' satisfaction with this learning approach. This study employed a quasi-experimental one-group pretest-posttest design. The sample consisted of 44 eleventh-grade students from a school in Bangkok. The research instruments included: 1) learning activities using the POE strategy with PhET computer simulations, comprising 5 scenarios and 9 activities related to electricity misconceptions; 2) a conceptual test on electricity; and 3) a satisfaction questionnaire. The results showed that: 1) the learning activities using the POE strategy with PhET computer simulations enhanced students' understanding of electricity; 2) after the intervention, students' understanding of electricity improved, with the percentage of correct understanding increasing from 55.1% before the intervention to 80.3% after; and 3) students reported high satisfaction with this learning strategy, particularly regarding the learning content and knowledge gained. This research revealed that using the POE strategy with PhET computer simulations effectively improves eleventh-grade students' understanding of electricity concepts.

KEYWORDS: Predict-Observe-Explain (POE), Computer Simulations, Electricity Misconceptions

**Corresponding author, E-mail: tussatrin.k@ku.th Tel.062-647-4616*

Received: 16 April 2024 /Revised: 1 September 2024 /Accepted: 10 September 2024 /Published online: 27 December 2024

บทนำ

การจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ (Computer Simulations) เป็นวิธีการใช้สื่อการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบ Constructivist Learning ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จริงผ่านการทำงานในโลกจำลอง เพื่อสร้างความรู้จากประสบการณ์และสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาเอง การเรียนรู้นี้ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่กับสิ่งใหม่ ๆ ที่พบเจอ โดยมีการวิจัยหลายชิ้นระบุว่า การใช้สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง (Elmore, 2018) นอกจากนี้ยังมีการเน้นย้ำถึงจุดเด่นของการใช้สถานการณ์จำลองในการส่งเสริมทักษะการคิดและทักษะทางสังคมที่สำคัญสำหรับการทำงานในชีวิตจริง (Bunt & Gouws, 2020) และการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้ (Simanjuntak et al., 2021) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการลดข้อจำกัดเรื่องอุปกรณ์การทดลองและตอบสนองต่อสถานการณ์แบบทันที (real-time) ที่ทำให้การเรียนรู้การสอนต้องปรับเปลี่ยนไปใช้สื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ที่สามารถทดแทนการเรียนรู้แบบเดิมได้

การเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาไม่จำกัดอยู่แค่การสอนในรูปแบบการบรรยายหรือการยกตัวอย่างเพื่อให้เห็นภาพเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ด้วย การเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่เข้าใจจากการจำลองสถานการณ์ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสะท้อนคิดเกี่ยวกับเนื้อหาการเรียนรู้ในรูปแบบที่เสมือนจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในสถานการณ์จำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kitiphadung, 2021) นอกจากนี้ การศึกษาความเข้าใจผิดเกี่ยวกับฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังมี

ความสำคัญในการระบุปัญหาและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ (Neidorf et al., 2020) การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยที่สามารถระบุและแก้ไขความเข้าใจผิดเหล่านี้ได้มีความสำคัญต่อการปรับปรุงการเรียนการสอน (Assem et al., 2023) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์พบว่านักเรียนมักมีความเชื่อผิดๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางกายภาพและกระบวนการที่ได้รับจากประสบการณ์ส่วนตัว การระบุและแก้ไขความเข้าใจผิดเหล่านี้สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้ (Assem et al., 2023) การใช้กลวิธี POE (Predict-Observe-Explain) ในการสอนได้แก่ การกำหนดสถานการณ์เพื่อตรวจสอบแนวคิดความคลาดเคลื่อน, การปฏิบัติตามสถานการณ์จำลอง, การสรุปผลการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจและค้นหาเหตุผลเกี่ยวกับความคิดของตนเอง (Pongpak & Ruangsuan, 2013) กระบวนการเหล่านี้ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในการเรียนรู้และเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าแสดงข้อมูลว่า นักเรียนมีความเข้าใจผิดหลายประการเกี่ยวกับธรรมชาติของไฟฟ้า ซึ่งเป็นแนวคิดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ความเข้าใจผิดเหล่านี้รวมถึงความเชื่อที่ว่าส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ จะใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นความเข้าใจผิดที่พบบ่อย (Kaltakci-Gurel, Erilmaz, & McDermott, 2017) นอกจากนี้ นักเรียนมักเชื่อว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลออกมาจากขั้วของแบตเตอรี่ทั้งสองขั้ว และเมื่อกระแสชนกัน หลอดไฟจะสว่างขึ้น ซึ่งเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (Phanphech, Tanitdeerapan, & Murphy, 2019) ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการแบ่งแรงดันไฟฟ้าก็เป็นปัญหาที่พบบ่อย นักเรียนบางคนเชื่อว่าแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งเท่ากันในทุกส่วนของวงจร ไม่ว่าจะมีความต้านทานต่างกันอย่างไร (Gaigher, 2014) อีกประการหนึ่งคือ ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความต้านทาน นักเรียนมักจะเข้าใจว่าความต้านทานเป็นการต่อต้านกระแสไฟฟ้าและจะทำให้กระแสลดลง ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจากความต้านทานทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปของความร้อนแต่ไม่ได้ลดจำนวนกระแสไฟฟ้า (Gaigher, 2014) ความเข้าใจผิดเหล่านี้หากไม่ได้รับการแก้ไข อาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น (Korganci et al., 2015; Phanphech & Tanitdeerapan, 2017) อย่างไรก็ตาม การใช้กลวิธีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เช่น การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์หรือการใช้แอนิเมชัน สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น (Chen et al., 2013; Phanphech et al., 2019)

กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ร่วมกับการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน เช่น ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความนามธรรมและยากต่อการทำความเข้าใจในวิธีการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม (Mulhall et al., 2001) นักเรียนหลายคนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า ตั้งแต่ระดับประถมจนถึงมหาวิทยาลัย (Baser & Geban, 2007) กลวิธี POE ประกอบด้วยการให้ผู้เรียนคาดเดาผลลัพธ์ของการทดลอง (Predict) สังเกตผลที่เกิดขึ้น (Observe) และอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ (Explain) ซึ่งกระบวนการนี้กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น (Kearney et al., 2001) เมื่อผสมผสานกับการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยทำให้แนวคิดที่เป็นนามธรรมกลายเป็นรูปธรรม นักเรียนจะสามารถสร้างภาพในจินตนาการที่ชัดเจนและคงทนยิ่งขึ้น (Williamson & Abraham, 1995) จากงานวิจัยพบว่าการใช้ POE ร่วมกับการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเรื่องไฟฟ้าสถิตได้ดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม (Akpınar, 2013) ตัวอย่างจากหลายประเทศ เช่น ตุรกีและไต้หวัน แสดงให้เห็นว่าการนำกลวิธีนี้ไปใช้ในหัวข้อทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ก็ให้ผลลัพธ์ที่ดีเช่นกัน โดยนักเรียนสามารถทำนาย สังเกต และอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน (Muşlu & Özöğüt-Erdoğan, 2017; Bilen et al., 2019; Liang et al., 2021; Günbaş, 2021)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทย์-คณิต พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำในเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าที่มีสาเหตุหลักคือแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า งานวิจัยครั้งนี้จึงนำกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองทางคอมพิวเตอร์ (POE+CS) มาใช้เพื่อช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางไฟฟ้า เมื่อการทำนายและอธิบาย (Predict-Explain) เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนต้องระบุและตรวจสอบความเข้าใจเดิมของตนเองก่อนเริ่มการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้พวกเขาตระหนักถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนที่อาจมีอยู่ (McDermott, 1991; Posner et al., 1982) การสังเกตและเปรียบเทียบ (Observe-Explain) เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ผู้เรียนได้สังเกตผลลัพธ์จากแบบจำลองคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบกับการทำนายเดิม เพื่อระบุจุดที่แตกต่างหรือขัดแย้งกัน ซึ่งจะเป็นการทำลายแนวคิดเดิมและนำไปสู่การปรับเปลี่ยน (Hewson & Hewson, 1984; Chinn & Brewer, 1993) ทั้งนี้การบูรณาการนี้จะเป็นการเชื่อมโยงระหว่างการทำนาย การสังเกต และการอธิบายจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถบูรณาการความเข้าใจใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมได้ (Ausubel, 1968; Bransford et al., 1999) โดยช่วยให้นักเรียนเห็นวงจรแสดงผลอย่างเป็นรูปธรรมจากสถานการณ์จำลองทางคอมพิวเตอร์ให้เกิดสังเกตและปฏิสัมพันธ์กับความคิดนามธรรมทางไฟฟ้าได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดคลาดเคลื่อน (Zacharia, 2003; Finkelstein et al., 2005) งานวิจัยครั้งนี้จึงออกแบบสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าเพื่อแก้ไขปัญหาแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า โดยมุ่งช่วยให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดด้วยตนเองโดยใช้หลักฐานจากสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ นำสู่สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น ผ่านกลวิธีการเรียนรู้ทำนาย-สังเกต-อธิบาย อย่างเป็นขั้นเป็นตอนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจหรือความคิดที่ไม่ตรงกับหลักวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง มักเกิดจากการเรียนรู้ที่ไม่ชัดเจนหรือจากการตีความความขัดแย้งใหม่ที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ผู้เรียนมีคำอธิบายที่ผิดเพี้ยนจากความจริงและอาจเข้าใจง่ายกว่าในมุมมองของตนเอง
2. รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธี POE (การทำนาย-สังเกต-อธิบาย) ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองที่กำหนดให้สำหรับเรียนรู้ 2) ขั้นทำนาย เป็นการสังเกตการณ์อย่างมีระเบียบวินัย เพื่อตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนด้วยการทำนายผลจากสถานการณ์ที่สร้างขึ้น 3) ขั้นสังเกต เป็นการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากการวางแผนการสังเกตหรือทดลองหาคำตอบจากสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ 4) ขั้นอธิบาย เป็นการเชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติ โดยอธิบายผลลัพธ์และการเข้าใจใหม่ด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หากมีความขัดแย้งระหว่างทำนายกับผลสังเกต ให้อธิบายและระบุคำตอบที่ถูกต้อง

3. ความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียน หมายถึง การอธิบายแนวคิดคลาดเคลื่อนที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนจากการเลือกคำตอบได้ถูกต้อง รวมถึงสามารถเขียนอธิบายให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิดได้

สมมติฐานการวิจัย

- 1) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าอยู่ในระดับมาก

กรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าจำนวน 9 แนวคิด เพื่อออกแบบสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าเพื่อแก้ไขปัญหาแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า และจัดการเรียนรู้จะใช้กลวิธี POE+CS ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเองได้ด้วยการให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาเหตุผลเชื่อมโยงแนวคิดกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ที่กำหนด ดังนี้

1.1) การวิเคราะห์สถานการณ์: ออกแบบสถานการณ์บนพื้นฐานของแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อย เช่น ความเข้าใจผิดว่ากระแสไฟฟ้าถูกใช้หมดไปในวงจร นักเรียนจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าและถูกกระตุ้นให้ทำนายการไหลของกระแสในวงจรต่างๆ โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการทำนายผลการทำงานของวงจรไฟฟ้าต่างๆ

1.2) การสังเกตการณ์อย่างมีระเบียบวินัย: นักเรียนจะได้สังเกตการทำงานของวงจรไฟฟ้าผ่านสถานการณ์จำลอง PhET ที่ออกแบบให้แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างชัดเจน เพื่อท้าทายแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้หมดไปของกระแสไฟฟ้า

1.3) การอธิบายทางวิทยาศาสตร์: นักเรียนจะต้องอธิบายผลการสังเกตโดยเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น กฎการอนุรักษ์ประจุ เพื่อแก้ไขความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการใช้หมดไปของกระแสไฟฟ้า

1.4) การเชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติ: กิจกรรมนี้ออกแบบให้นักเรียนได้เห็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีในสถานการณ์จริง เช่น การใช้กฎของโอห์มในการคำนวณกระแสไฟฟ้าในวงจรที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทาน

ในระหว่างกระบวนการเรียนการสอนครูผู้สอนจะเน้นการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามและการสำรวจ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตเห็น โดยเฉพาะในกรณีที่ผลการสังเกตขัดแย้งกับความเข้าใจเดิม เช่น การที่หลอดไฟในวงจรอนุกรมสว่างเท่ากันทุกดวง ซึ่งอาจขัดกับความเข้าใจผิดที่ว่าหลอดไฟดวงแรกจะสว่างที่สุด เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงความเข้าใจและการแก้ไขความคิดเห็นผ่านกระบวนการ POE นักเรียนจะได้เผชิญกับหลักฐานที่ขัดแย้งกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของตน ได้แก่ นักเรียนจะได้เผชิญกับหลักฐานที่ขัดแย้งกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของตน ได้แก่ การที่กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมมีค่าเท่ากันทุกจุด การที่กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้เฉพาะในตัวนำโลหะเท่านั้น กระแสไฟฟ้าเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ออกจากแบตเตอรี่จะมีค่ามาก และค่อยๆ ลดลงไประหว่างตัวต้านทานแต่ละตัว การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในวงจรที่มี

ความยาวต่างกันจะมีความเร็วต่างกัน ความต้านทานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดและความยาวของลวดตัวนำ การที่สภาพความต้านทานไฟฟ้าและสภาพการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของความยาวของลวดตัวนำ หรือความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรจะมีผลต่อสภาพความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุนั้น สุดท้ายนี้ การเพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในเส้นลวดจะส่งผลต่อสภาพความต้านทานไฟฟ้าและสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยก่อนมีการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย Pre-Experimental Design แบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest – Posttest Design)

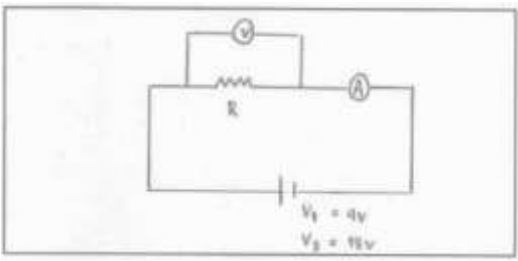
ผู้เข้าร่วมวิจัย

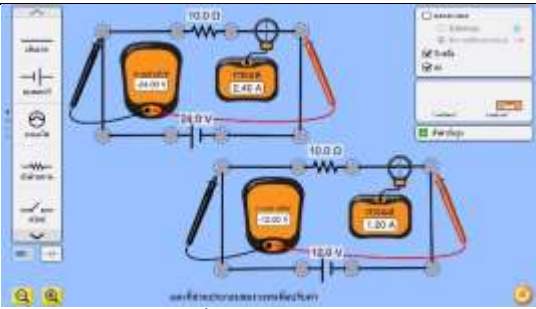
ผู้เข้าร่วมวิจัยได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทย์-คณิต จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 44 คน จาก 1 ห้องเรียนที่จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ ได้มาจากการเจาะจงเลือกตามความสะดวก (purposive convenience sampling) เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้เป็นผู้สอน

เครื่องมือวิจัย

1) กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า โดยใช้กลวิธีการทำงาน-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์จากเอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอนที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหากระแสไฟฟ้า กฎของโอห์มและความต้านทาน และสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) โดยรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จะเน้นให้นักเรียนสร้างวงจรไฟฟ้าด้วยสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ PhET ที่กำหนดให้ ด้วยผู้เรียนมีส่วนร่วมในสนทนาและอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน (IOC อยู่ในช่วง 0.67-1.00)

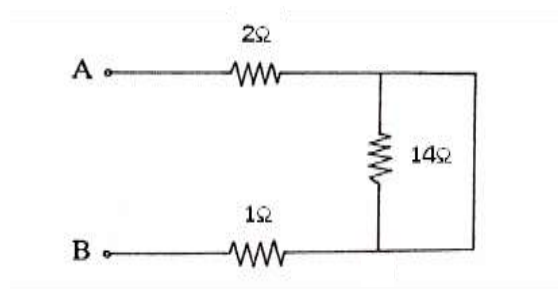
ตารางที่ 1 ขั้นตอนและตัวอย่างกิจกรรม POE+CS เพื่อแก้ไขแนวคิดความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า

ขั้นตอน	ตัวอย่างการจัดกิจกรรม
1. การวิเคราะห์สถานการณ์	นักเรียนพิจารณาภาพวงจร และตอบคำถามต่อไปนี้ คำถามที่ 1 จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าสำหรับโลหะตัวนำไฟฟ้าเส้นที่ 2 ในการทดสอบความต้านทานไฟฟ้า 

ขั้นตอน	ตัวอย่างการจัดกิจกรรม
2. การสังเกตการณ์อย่างมีระเบียบวินัย	 นักเรียนดำเนินการบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต นักเรียนจะสังเกตผลลัพธ์จริงจากการทดลอง เช่น การเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานไฟฟ้าในสภาวะแวดล้อมต่างๆ และผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความยาวของสายไฟต่อความต้านทานและค่าการนำไฟฟ้า
3. การอธิบายทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตได้จากการทดลอง เช่น การอธิบายว่าทำไมกระแสไฟฟ้าถึงเพิ่มขึ้นเมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ตามหลักของกฎโอห์ม การอธิบายถึงผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่างๆ ต่อความต้านทานไฟฟ้า และการวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงความยาวของสายไฟต่อความต้านทานและค่าการนำไฟฟ้า พวกเขาจะใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองเพื่อเชื่อมโยงกับทฤษฎีที่เรียนมาและเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น
4. การเชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติ	นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอธิบายเปรียบเทียบเพื่อสนับสนุนหรือขัดแย้งกับสิ่งที่คิดทำนายไว้ในขั้นตอนแรกก่อนลงมือค้นคว้าหาคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ จากนั้นทำการตรวจสอบเปรียบเทียบคำอธิบายโดยเชื่อมโยงกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาบทเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น และปรับเปลี่ยนแนวคิดที่มีแต่เดิมให้ถูกต้องหรือสร้างเป็นความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นมาได้

2) แบบทดสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้า เพื่อใช้ทดสอบนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที ลักษณะข้อสอบเป็นแบบ Two-Tier Diagnostic Test จำนวน 9 ข้อ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน (IOC อยู่ในช่วง 0.67-1.00) แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องไฟฟ้า จำนวน 40 คน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.89 โดยมีตัวอย่างคำถาม ดังนี้

จากวงจรไฟฟ้างี้รูป ถ้านักเรียนนำแบตเตอรี่ไปต่อเข้ากับวงจรที่จุด A และ B จะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด



- (1) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน
- (2) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าไม่เท่ากัน
- (3) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานไม่ครบทุกตัวในวงจร

เหตุผลที่ให้:

- ก. เพราะในวงจรมีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม
- ข. เพราะในวงจรมีการต่อตัวต้านทานแบบขนาน
- ค. เพราะในวงจรมีตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานแตกต่างกัน
- ง. เพราะในวงจรมีสายไฟต่อลัดวงจร

3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ POE+CS เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน (IOC อยู่ในช่วง 0.67-1.00) และทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.92

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ POE+CS เรื่องไฟฟ้า เป็นระยะเวลา 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียน ระยะเวลา 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์แนวคิดเรื่องไฟฟ้าแยกเป็นแนวคิดสมบูรณ์ แนวคิดไม่สมบูรณ์ แนวคิดคลาดเคลื่อน และแนวคิดไม่ถูกต้อง ตลอดระยะเวลาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยดำเนินการสังเกตแบบมีส่วนร่วมขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Participant Observation) และสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการหลังการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวิเคราะห์เอกสารใบกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและนำเสนอข้อมูลในเชิงคุณภาพ ได้แก่ การบรรยายสถานการณ์และตีความหมาย (Erickson, 1986; Neuman, 2003)

ผลการวิจัย

1) ผลการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการทำงาน-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง จากตัวอย่างแรก นักเรียนทำนายว่า "กระแสไฟฟ้าและกระแสอิเล็กทรอนิกส์จะไหลในทิศทางเดียวกัน" ซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ภายหลังการเรียนรู้ด้วยกลวิธี POE นักเรียนได้แก้ไขความเข้าใจว่า "กระแสไฟฟ้า (ประจุบวก) และกระแสอิเล็กทรอนิกส์ (ประจุ

ลบ) มีทิศทางเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน" ซึ่งแสดงถึงการพัฒนาในการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าและกระแสอิเล็กทรอนิกส์ ในอีกตัวอย่างหนึ่ง นักเรียนทำนายว่า "กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำจะไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ" ซึ่งเป็นความเข้าใจเบื้องต้นที่ถูกต้องในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ภายหลังการเรียนรู้ นักเรียนได้แก้ไขความเข้าใจว่า "กระแสไฟฟ้าในความเป็นจริงเป็นการไหลของอิเล็กตรอนจากขั้วลบไปยังขั้วบวกในวงจร" ซึ่งแสดงถึงการทำความเข้าใจเพิ่มเติมที่ลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับกระบวนการไฟฟ้าในวงจร ข้อความดังกล่าวนี้ถูกต้องและแสดงให้เห็นว่า กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ได้ดีขึ้นและแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาของโอห์มและความต้านทาน พบว่า นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์ของการทดลองที่เกี่ยวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานในตัวต้านทานที่ทำจากโลหะและโลหะผสม โดยระบุว่า "เมื่อเพิ่มความต้านทานในวงจร กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเพราะต้องใช้แรงมากขึ้นในการผ่านความต้านทาน (นักเรียน B)" ภายหลังการเรียนรู้จากกิจกรรมทำให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทาน ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าได้ชัดเจนมากขึ้น เช่น "เมื่อเพิ่มความต้านทานในวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะลดลงตามกฎของโอห์ม $I = V/R$ เมื่อ V คงที่ และ R เพิ่มขึ้น I จะลดลง (นักเรียน B)" นอกจากนี้ นักเรียนบางคนยังได้คาดการณ์ว่า "เมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดทองแดงลดลงครึ่งหนึ่ง จะทำให้ค่าความต้านทานลดลงด้วย" ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นลวดและความต้านทาน ในความเป็นจริง ความต้านทานจะแปรผันตรงกับความยาวของลวดและแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของลวด ดังนั้นเมื่อพื้นที่หน้าตัดของลวดลดลง ความต้านทานจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนที่คาดการณ์ว่า "ความต้านทานของลวดทองแดงจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองข้างของลวด" ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเช่นกัน เนื่องจากความต้านทานเป็นคุณสมบัติภายในของวัสดุที่ไม่ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์ไฟฟ้าโดยตรง แต่ขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนในหลายประเด็น ซึ่งได้รับการแก้ไขหลังจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เนื้อหาสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าที่เน้นความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานและการนำไฟฟ้า รวมถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการทดลองเชิงปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้ได้ออกแบบให้นักเรียนทำนายว่า "เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความต้านทานภายในลวดโลหะตัวนำลดลงเนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น" ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิด เนื่องจากในความเป็นจริง ความต้านทานของวัสดุไม่เปลี่ยนแปลงตามกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า แต่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ เช่น ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ นักเรียนทำนายว่า "ความต้านทานของโลหะตัวนำจะลดลงเมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพราะความต้านทานขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน" ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเช่นกัน เนื่องจากความต้านทานเป็นค่าคงตัวที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ ไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามความต่างศักย์หรือกระแสไฟฟ้า ภายหลังจากกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนบางส่วนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น นักเรียน (D) ระบุว่า "หากตัวนำมีสภาพต้านทานสูง กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะมีค่าสูงเช่นกัน" และให้เหตุผลว่า "ความต้านทานสูงส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น" ซึ่งแสดงถึงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากความต้านทานที่สูงขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมเพื่อปรับแก้ความเข้าใจของนักเรียนให้ถูกต้องมากขึ้น

Table 1 ระดับความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน (คิดเป็นร้อยละ) (จำนวนนักเรียน 44 คน)

ข้อ	แนวคิดสมบูรณ์		แนวคิดไม่สมบูรณ์		แนวคิดคลาดเคลื่อน		แนวคิดไม่ถูกต้อง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	61.4	90.9	20.5	4.5	11.4	4.5	6.8	0
2	52.3	84.1	27.3	15.9	18.2	0	2.3	0
3	68.2	77.3	27.3	22.7	4.5	0	0	0
4	56.8	65.9	22.7	27.3	20.5	6.8	0	0
5	36.4	81.8	43.2	15.9	11.4	2.3	9.1	0
6	45.5	70.5	22.7	29.5	27.3	0	4.5	0
7	68.2	93.2	15.9	6.8	15.9	0	0	0
8	31.8	68.2	34.1	31.8	27.3	0	6.8	0
9	75	90.9	11.4	9.1	4.5	0	9.1	0
เฉลี่ย	55.1	80.3	25.0	18.2	15.7	1.5	4.3	0

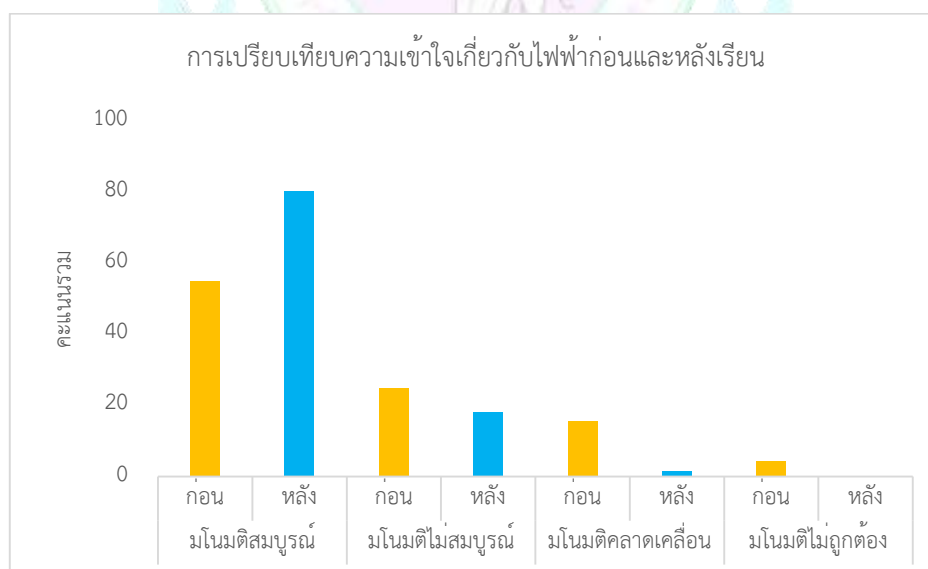


Figure 1 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าก่อนและหลังเรียน (จำนวนนักเรียน 44 คน)

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ ในการเรียนเกี่ยวกับไฟฟ้าช่วยเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญหลังจากการอบรม เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการอบรม นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าอย่างสมบูรณ์เพิ่มจาก 55.1% เป็น 80.3%, ในขณะที่นักเรียนที่มีความ

เข้าใจไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลงจาก 25% และ 15.7% เป็น 18.2% และ 1.5% ตามลำดับ โดยมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องและที่คลาดเคลื่อน จากแบบวัดแนวคิดแบบ Two-Tier Diagnostic Test เช่น

แนวคิดถูกต้อง: นักเรียนคาดการณ์ว่าเมื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มที่ระบุว่า $I = \frac{V}{R}$ (หาก R คงที่ และ V เพิ่มขึ้น I ก็จะเพิ่มขึ้น)

ในส่วนของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้า พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้าใจหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะในด้านกฎของโอห์มและความต้านทาน ค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 2.17 เป็น 2.70 และในด้านสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 2.32 เป็น 2.84 การเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียนแสดงให้เห็นว่า การใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์มีผลอย่างมีนัยสำคัญในการปรับปรุงความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียน ในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจาก 55.1% ก่อนการเรียน เป็น 80.3% หลังการเรียน ขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลงจาก 25% และ 15.7% เป็น 18.2% และ 1.5% ตามลำดับ สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้า

Table 2 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์

ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
- ด้านเนื้อหาการเรียนรู้	4.11	0.653	มาก
- ด้านสื่อกิจกรรมการเรียนรู้	3.72	0.326	มาก
- ด้านความรู้สึกรู้สึกดีต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้	3.69	0.485	มาก
- ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้	3.64	1.142	มาก
- ด้านองค์ความรู้	3.90	0.243	มาก
รวม	3.81	0.570	มาก

ผลการวิเคราะห์แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (59.1%) และเพศชาย (40.9%). ความพึงพอใจโดยรวมของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในเรื่องไฟฟ้าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.81 โดยเฉพาะด้านเนื้อหาการเรียนรู้มีความพึงพอใจสูงสุดด้วยค่าเฉลี่ย 4.11 ตามด้วยด้านองค์ความรู้ที่ค่าเฉลี่ย 3.90 ในขณะที่ด้านความรู้สึกรู้สึกดีต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 3.69 ผลลัพธ์นี้ยืนยันสมมติฐานที่ว่านักเรียนพึงพอใจกับการใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าในระดับที่ดี

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการใช้กลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าวิธีการนี้ช่วยพัฒนาความเข้าใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างมี

ประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บนพื้นฐานของแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบจากการสำรวจเบื้องต้น เช่น ความเข้าใจผิดว่ากระแสไฟฟ้าถูกใช้หมดไปในวงจร หรือความเชื่อที่ว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลออกมาจากขั้วบวกของแบตเตอรี่เท่านั้น การใช้กลวิธี POE ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองผ่านการทำนาย สังเกต และอธิบาย โดยมีการนำสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ PhET มาใช้ในขั้นตอนการสังเกต ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพการทำงานของวงจรไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรม และสามารถเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองจริงได้อย่างชัดเจน

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าที่ถูกต้องมากขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจาก 55.1% เป็น 80.3% ในขณะที่นักเรียนที่มีความเข้าใจไม่สมบูรณ์ลดลงจาก 25% เป็น 18.2% และนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลงจาก 15.7% เหลือเพียง 1.5% ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่เห็นได้ชัด เช่น นักเรียน A ที่เคยเข้าใจว่า "กระแสไฟฟ้าจะค่อยๆ ลดลงเมื่อผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชิ้นในวงจร" เปลี่ยนเป็น "กระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมมีค่าคงที่ตลอดทั้งวงจร เพราะประจุไฟฟ้าไม่ได้ถูกใช้หมดไป แต่เป็นการเปลี่ยนรูปพลังงาน" หลังจากการเรียนรู้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Baltaci & Yildiz (2018) ที่พบว่าการใช้กลวิธี POE ร่วมกับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยให้นักศึกษาสามารถแก้ไขความเข้าใจผิดและเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น

ในด้านความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.81) โดยด้านเนื้อหาการเรียนรู้ได้รับความพึงพอใจสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.11) อย่างไรก็ตาม ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมและความรู้สึกนึกคิดต่อรูปแบบกิจกรรมได้รับความพึงพอใจน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.64 และ 3.69 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความไม่คุ้นเคยของนักเรียนกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่ต้องทำนาย สังเกต และอธิบายด้วยตนเอง รวมถึงการใช้สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ที่อาจทำให้นักเรียนบางคนรู้สึกท้อแท้หรือกดดัน จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่านักเรียนบางคนยังลังเลที่จะแสดงความคิดเห็นหรือคำอธิบายของตนเองในช่วงแรกของกิจกรรม ซึ่งอาจส่งผลต่อความพึงพอใจในด้านนี้

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuysuz & Özdemir (2024) ที่พบว่าการใช้ POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabín (2024) ที่พบว่าการใช้กลวิธี POE ช่วยกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียนและทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และ Chen (2022) ที่พบว่าการใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักเรียน ดังนั้น การใช้กลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าของนักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการนำกลวิธี POE ร่วมกับสถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้ ครูควรเน้นขั้นตอนการทำนายในช่วงต้นของการจัดการเรียนรู้ โดยกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบการทำนายของตนเอง เนื่องจากพบว่านักเรียนมักลังเลที่จะแสดงความคิดเห็นในช่วงแรก ครูอาจใช้คำถามนำหรือให้นักเรียนอภิปรายกันเป็นกลุ่มย่อยก่อนนำเสนอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียน

2. หากไม่สามารถใช้โปรแกรม PhET ได้ ครูสามารถใช้สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์อื่นๆ ที่มีลักษณะสำคัญดังนี้: สามารถแสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน สามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ ในวงจรได้ เช่น ความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และสามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงแบบทันที (real-time) เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้ชัดเจน

3. ในขั้นตอนการสังเกต ครูควรเตรียมแนวทางการสังเกตหรือแบบบันทึกการสังเกตให้นักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำกับประเด็นสำคัญที่ต้องการให้สังเกตได้ เนื่องจากพบว่านักเรียนบางคนอาจหลงประเด็นหรือสนใจเฉพาะการเล่นกับสถานการณ์จำลองโดยไม่ได้สังเกตอย่างมีเป้าหมาย

4. ในขั้นตอนการอธิบาย ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตได้กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาจใช้คำถามกระตุ้นการคิด เช่น "ทำไมจึงเกิดผลเช่นนี้?" "มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ใดที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้?" เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเชื่อมโยงกับทฤษฎีได้

5. ควรจัดเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ตให้เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกคนหรือน้อยที่สุดกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสทดลองใช้สถานการณ์จำลองด้วยตนเอง หากมีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ อาจพิจารณาใช้วิธีการสาธิตหน้าชั้นเรียนผ่านโปรเจกเตอร์ แต่ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ

6. ในการประเมินผล นอกจากการใช้แบบทดสอบแนวคิดแล้ว ควรพิจารณาใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล การให้นักเรียนอธิบายแนวคิดผ่านการวาดภาพหรือแผนผัง เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาในอนาคตควรมุ่งเน้นการตรวจสอบว่าการปรับปรุงความเข้าใจแนวคิดและการแก้ไข ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่สังเกตได้ทันทีหลังจากการดำเนินการมีการรักษาไว้ได้เป็นเวลานานหรือไม่ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลติดตามหลายสัปดาห์หรือหลายเดือนหลังจากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อติดตามการรักษาความรู้และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดระยะยาว

2. การศึกษาในอนาคตควรมีการสำรวจว่าปัจจัยทางวัฒนธรรม การศึกษา และเศรษฐกิจสังคมอาจมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพอย่างไร การศึกษายังสามารถตรวจสอบว่ากลวิธีทำงานอย่างไรสำหรับนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้หรือความต้องการที่แตกต่างกัน เช่น ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นต้น

3. ควรดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐานกลวิธี POE กับวิธีการสอนนวัตกรรมอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน, หรือการใช้เกมในการสอน ซึ่งอาจช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิภาพของ POE ในภูมิภาคที่สอนที่กว้างขึ้นและระบุบริบทหรือวิชาเฉพาะที่อาจเป็นประโยชน์เฉพาะหรือมีประสิทธิภาพน้อยกว่า

References

- Assem, H. D., Nartey, L., Appiah, E., & Aidoo, J. K. (2023). A review of students' academic performance in physics: attitude, instructional methods, misconceptions and teachers' qualification. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 84-92.
- Baltaci, S., & Yildiz, A. (2018). Using Predict-Observe-Explain (POE) Strategy for the Software-Aided Solutions of Geometrical Location Problems. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 19(3), 1891-1936.
- Bilen, K., Ince, E., Eroğlu, A. E., & Guzey, S. S. (2019). The POE+Simulation approach: Applications on electric concepts and kinematics concepts. *Research in Science & Technological Education*, 37(3), 273-293.
- Boden, A., Archwamety, T. and McFarland, M. (2015). Programmed Instruction in Secondary Education: A Meta-Analysis of the Impact of Class Size on Its Effectiveness. *Educational Resources International Center*, 13(2), 91-101.
- Chen, J. C. (2022). Developing a cycle-mode POED model and using scientific inquiry for a practice activity to improve students' learning motivation, learning performance, and hands-on ability. *Interactive Learning Environments*, 30(7), 1252-1264.

- Elmore, R. (2018). Hard questions about practice. *Educational leadership*, 59(8), 22-26.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., ... & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Günbaş, N. (2021). Investigation of Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding Levels on Optical Instruments Using POE Strategy Aided by Simulation. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(7), 592-611.
- Kitiphadung, J. (2021). Simulation-Based Learning to Enhance Citizenship in Higher Education. *Journal of MCU Peace Studies*, 9(5), 2220-2229. [in Thai]
- Liang, J. C., Chou, P. N., Mensah, J., Kuan, Y. H., & Tsai, C. C. (2021). Development of a Predict-Observe-Explain Strategy with Computer Simulations Learning Model [Journal article]. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 201-217.
- Muşlu, G., & Özöğüt-Erdoğan, E. E. (2017). Investigation of effect of simulation assisted POE tasks on students' conceptual understanding about mechanical wave. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 56-73.
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., Mai, T., Neidorf, T., ... & Mai, T. (2020). Review of research into misconceptions and misunderstandings in physics and mathematics. *Student Misconceptions and Errors in Physics and Mathematics: Exploring Data from TIMSS and TIMSS Advanced*, 11-20.
- Sabin, J. (2024). Activating the students' prior knowledge in the learning of third Newton's law through a POE ("Predict-Observe-Explain") strategy. *New Perspectives in Science Education (13th Edition)*, 175.
- Tuysuz, A., & Özdemir, Ö. F. (2024). An experimental study exploring the effects of predict–observe–explain method supported with simulations. *Research in Science & Technological Education*, 2024, 1-13.
- Bunt, B., & Gouws, G. (2020). Using an artificial life simulation to enhance reflective critical thinking among student teachers. *Smart Learning Environments*, 7, 1-19.
- Simanjuntak, M. P., Hutahae, J., Marpaung, N., & Ramadhani, D. (2021). Effectiveness of Problem-Based Learning Combined with Computer Simulation on Students' Problem-Solving and Creative Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(3), 519-534.
- Chen, Y.L., Pan, P.R., Sung, Y.T., & Chang, K.E. (2013). Correcting misconceptions on electronics: Effects of a simulation-based learning environment backed by a conceptual change model. *Educational Technology & Society*, 16(2), 212–227.

- Gaigher, E. (2014). Questions about answers: Probing teachers' awareness and planned remediation of learners' misconceptions about electric circuits. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), 176-187.
- Kaltakci-Gurel, D., Erilmaz, A., & McDermott, L.C. (2017). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238-260.
- Korganci, N., Miron, C., Dafinei, A., & Antohe, S. (2015). The importance of inquiry-based learning on electric circuit models for conceptual understanding. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463–2468.
- Phanphech, P., Tanitteerapan, T., & Murphy, E. (2019). *Explaining and enacting for conceptual understanding in secondary school physics. Issues in Educational Research*, 29(1), 180-204.
- Pongpak, P., & Ruangsuwan, C. (2013). The development of analytical thinking skills about the earth's crust transformation process using the Predict-Observe-Explain (POE) method for 6th grade students. *Kku Journal of Education*, 36(2), 74-83. [In Thai]
- Phanphech, P., & Tanitteerapan, T. (2017). *Using predict-do-observe-explain strategy to enhance conceptual understanding of electric circuits for vocational learners. Current Debates in Education*, 5, 379-389.
- Akpınar, E. (2013). The use of interactive computer animations based on POE as a presentation tool in primary science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 947-962.
- Başer, M., & Geban, Ö. (2007). Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 243-267.
- Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia-supported predict-observe-explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31(4), 589-615.
- Mulhall, P., Mckittrick, B., & Gunstone, R. (2001). A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity. *Research in Science Education*, 31, 575-587.
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.