



การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)

The Development of Scientific Concept About Electric Current for Mathayomsuksa 6 Students Using Predict-Observe-Explain (POE)

สาโรจน์ ทองนาค^{1*} และ ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ²

Sarote Thangnak^{1*} and Chaiyapong Ruangsuan²

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Section of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

² ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (POE) โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน สำนักรงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงตีความ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม การวิเคราะห์ข้อมูลเน้นการตีความโดยจัดกลุ่มตามแนวคิดของนักเรียน ซึ่งยึดมโนคติที่นำเสนอในตำราของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประเมินมโนคติทางเลือกของนักเรียนก่อนเรียน นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) มีทั้งหมด 4 กิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนสูง แต่หลังจากนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดและสามารถอธิบายความรู้สึมนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น จึงสรุปได้ว่าวิธีการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) สามารถพัฒนาแนวคิดหรือความรู้เดิมของนักเรียนสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในการใช้มโนคติทางเลือกในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นั้น ควรมีความหลากหลายและสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์, ไฟฟ้ากระแส, วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

*Corresponding author. Tel.: 043-897030

E-mail address: ear85manu@gmail.com

Abstract

This research was conducted to study and develop scientific concepts on electric current through Predict-Observe-Explain (POE) approach. There were 40 students grade 12 during the first semester of academic year 2014 (May – September 2014) of Using pseudonym like R School School, The Office of Academic Area 24, Kalasin Province. This research was an interpretive research. The research tools are consisted of the POE lesson plans in electric currents and informal interview protocol. The data analysis was done by categorizing the students' responses according to their scientific correct by using the textbook IPST. The students' pre-concepts were used for designing the POE lesson plans, There were 4 lesson plans be used in this studied. At pre-test, it was found that most students had misconcepts, but they deviled more understanding and change their miscomputes to scientific concepts after learned by the POE lesson plans. It could be concluded that the POE lesson plans could develop students the scientific concepts. In addition, the everyday phenomena can be applied with the POE, technique which with link the fogies students leaned with their real lives

Keywords: Scientific, Electric Current, Predicts - Observe – Explain (POE)

บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้และนักเรียน สามารถใช้ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นรูปแบบการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone [4] เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยที่ผู้เรียนสามารถสร้างความ รู้ใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งความรู้ที่ได้นักเรียนจะสร้างขึ้นด้วยตนเอง ทำให้นักเรียน ได้แสดงแนวความคิดของตนเองออกมาอย่างเป็นขั้นตอนและ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความสำคัญของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ที่ว่านักเรียนได้ฝึกทำงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict-Observe-Explain, POE) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการทำนายผล (Predict : P) เป็นขั้นตอนการทำนายผล จากสถานการณ์ปัญหา 2) ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe : O) เป็นขั้นตอนการหาคำตอบโดยการทำการ ทดลอง การสังเกต การทำกิจกรรม การสืบค้นข้อมูลและ| วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา 3) ขั้นการอธิบาย (Explain : E) เป็นการอธิบายผลจากขั้นตอน การทำนายและการหาคำตอบ ว่าเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

จากวิธีจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการ ที่กล่าวมา จึงเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความสำคัญของ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ว่านักเรียนได้ฝึกการทำงานอย่าง นักวิทยาศาสตร์ ได้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อหา

คำตอบของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนจะต้องใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็น การสังเกต ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ลงมือทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อได้ผลการทดลอง นักเรียนต้องทำการอธิบายผลการทดลองที่ได้ว่า ผลการ ทดลองเป็นอย่างไรนั้นได้อย่างไร ซึ่งกิจกรรมข้างต้นเป็นวิธีการ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์เดิมในการสืบเสาะ หาความรู้ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหวังของการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

ซึ่งจากที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์และ ความรู้เดิมของตนในการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นไปตาม ความมุ่งหวังของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ทั้งด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Knowledge) และ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ และจิตวิทยาศาสตร์ จนกระทั่ง สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

จากผลการทดสอบคุณภาพทางการศึกษาระดับชาติ โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าคะแนนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 30.90 และในปี พ.ศ. 2554 คะแนนตามลำดับ 27.90

และคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ร้อยคำ ปีการศึกษา 2552, 2553 และ 2554 คือ 26.89, 27.24 และ 25.70 ตามลำดับ [1] ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าคะแนน เฉลี่ยระดับประเทศ และความสำคัญของการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีตามรูปแบบ POE และสภาพการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์จากรูปแบบการจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบ POE ว่าจะสามารถพัฒนามโนคติของ นักเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็น ผู้สร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากพื้นฐานของความรู้และ ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสใช้วิธีการสอนแบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict-Observe-Explain, POE)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงตีความมุ่งที่จะ สืบค้นเพื่ออธิบายและตีความพฤติกรรมของมนุษย์บนพื้นฐาน ของการจัดกระทำตามธรรมชาติ หรือตามสภาพจริงที่เป็นอยู่ (Natural Setting) โดยลักษณะของการวิจัยจะเป็นการศึกษา วิเคราะห์อย่างเป็นองค์รวม มุ่งทำความเข้าใจความหมาย และการอธิบายภายใต้แนวคิดหรือความเชื่อที่ว่าความจริง หรือความรู้ขึ้นอยู่กับบริบท

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน โรงเรียนร้อยคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ POE เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนามโนคติ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1.1) กำหนดกรอบเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 4 มโนคติ ประกอบด้วย มโนคติเรื่องกระแสไฟฟ้า มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

มโนคติเรื่องพลังงานในวงจรไฟฟ้า มโนคติเรื่องวงจรไฟฟ้า เบื้องต้น 1.2) ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ POE 1.3) สรุปรวมมโนติก่อนเรียนเรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 4 มโนคติ ประกอบด้วย มโนคติเรื่องกระแสไฟฟ้า มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนคติเรื่องพลังงานในวงจรไฟฟ้า มโนคติเรื่องวงจรไฟฟ้า เบื้องต้น 1.4) นำมโนติก่อนเรียนที่ได้จากข้อ 3 มาเป็น รากฐานการออกแบบและสร้างสถานการณ์ปัญหาในแผนการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ POE 1.5) ดำเนินการสร้างแผน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการทำนาย – สังเกต – การ อธิบาย (POE) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ๗ ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ดังนี้ (1) แหล่งกำเนิด ไฟฟ้า (2) กระแสไฟฟ้าและการนำไฟฟ้า (3) กฎของโอห์มและ ความต้านทาน (4) สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า (5) แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า (6) การต่อตัว ต้านทาน (7) การต่อเซลล์ไฟฟ้า (8) พลังงานไฟฟ้าและกำลัง ไฟฟ้า 1.6) นำแผนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ 1.7) ปรับปรุงแผนรูปแบบ Predict-Observe- Explain (POE) ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และนำมาแก้ไขให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบอีกครั้ง 1.8) นำแผนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำที่ เรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 1.9) ปรับปรุงแผนการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำมาแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบอีกครั้ง 1.10) นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ที่ปรับปรุงนำไปใช้กับกลุ่ม เป้าหมายต่อไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (informal interview) คือ ไม่มีรูปแบบหรือพิธีการตามขั้นตอน ของการสัมภาษณ์ชัดเจน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการ สัมภาษณ์แบบเจาะลึก (indepth interview) เป็นรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูล คำอธิบายต่อเหตุการณ์หรือการกระทำต่าง ๆ ของนักเรียนในการทำกิจกรรม โดยผู้วิจัยจะทำหน้าที่เป็น ผู้คอยบอคำถามและสร้างบรรยากาศในการสนทนาให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน

2) แบบวัดมโนคติไฟฟ้ากระแส แบบวัดมโนคติ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบทดสอบ แบบปรายเปิด จำนวน 2 ชุด เพื่อวัดมโนคติของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

จำนวน 4 มโนคติ ซึ่งเป็นแบบวัดมโนคติแบบอัตรนัยประกอบด้วย 2.1) กระแสไฟฟ้า 2.2) ความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า 2.3) พลังงานในวงจรไฟฟ้า และ 2.4) วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยสำรวจและทำการทดสอบวัดมโนคติก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อนำข้อมูลมาวางแผนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการเพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียน โดยการนำมโนติก่อนเรียนที่ได้จากขั้นที่ 1 มาเป็นฐานในการสร้างและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติ

ขั้นที่ 1 การทำนาย (ลัวงเอาแนวคิดของผู้เรียน) (Prediction: the elicitation of students' ideas) ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนหรือนำเสนอแนวคิดของตนก่อนเริ่มการทดลองลงในใบบันทึก (worksheet) โดยทำนายว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อทั้งผู้สอนและผู้เรียนโดยผู้เรียนจะได้รวบรวมความคิดและเกิดความตระหนักในการคิด

ขั้นที่ 2 สังเกตการณ์ (observation) การทดลองส่วนมากที่นำเสนอขึ้นจะเป็นการสาธิต หรือเป็นการทดลองให้ผู้เรียนลงมือเองได้ แต่หากเป็นการสาธิตก็ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม จากนั้นให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 3 อธิบาย (Explanation) ผู้เรียนมักปรับแต่งแนวคิดของตนผ่านการพูดคุยและเขียน และมักพบบ่อย ๆ ว่าผู้เรียนจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบาย เมื่อผู้เรียนเขียนอธิบายเสร็จแล้ว ควรทำการอภิปรายทั้งห้องอีกครั้งหนึ่ง

4.3 ผู้วิจัยทำการสำรวจและทดสอบวัดมโนคติของนักเรียนหลังเรียนของนักเรียนหลังจากที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดสอบวัดมโนคติของนักเรียนมาจัดกลุ่มคำตอบ วิเคราะห์ความสอดคล้องและนำเสนอข้อมูล

4.4 ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ กับนักเรียน จากนั้นนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปใช้ประกอบการวิเคราะห์การตอบคำถามหรือการสรุปกิจกรรมของผู้เรียนต่อไป

4.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมและใบงาน ที่สร้างขึ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมโนคติของนักเรียนก่อนเรียน มาวิเคราะห์เพื่อสำรวจพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

5.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมโนคติของนักเรียนหลังเรียน มาวิเคราะห์ผลจากการทดลอง

การเขียนสรุปผลการทดลองและตีความคำตอบของนักเรียน และทำการจัดกลุ่มความเข้าใจมโนคติของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์ แล้วนำคำตอบของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ความสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ โดยใช้มโนคติวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทำการจัดระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำเสนอข้อมูลเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มคำตอบ

5.3 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากผลงานทั้งหมดของนักเรียนจากการดำเนินกิจกรรม มาจัดกลุ่มคำตอบ แล้วนำคำตอบของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนมโนคติของนักเรียน

5.4 นำข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้มาร่วมวิเคราะห์เชิงตีความอีกรอบ ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer debriefing) เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของการวิจัย (Trustworthiness) มากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยคำถามปลายเปิด แบบอัตรนัยจำนวน 11 ข้อ พบว่าก่อนเรียนนั้น นักเรียนมีมโนคติหลักเรื่อง 1) กระแสไฟฟ้า 2) ความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า 3) พลังงานในวงจรไฟฟ้า และ 4) วงจรไฟฟ้า ตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อนในการตอบ ไม่ตรงคำถามหรือไม่ตอบคำถามเลย (NU) ไปจนถึงความเข้าใจมโนคติในระดับที่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยความเข้าใจส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความเข้าใจมโนคติที่บางส่วนถูกต้อง (PS) และคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ไปแล้วนั้นพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลด

น้อยลงอย่างเห็นได้ชัด และมีการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางที่ถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงสรุปผลการวิจัย เป็นรายข้อดังนี้

1. ผลการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในการตอบคำถามจากแบบวัดมโนคติก่อนและหลังเรียนผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ทำให้มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นนำไปสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระแสไฟฟ้ามากขึ้น โดยจากการทำการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามวัดมโนคติแบบปลายเปิดแล้ว จากคำถามทั้ง 3 ข้อ พบว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ดังนี้ นักเรียนมีมโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการเกิดกระแสไฟฟ้า สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มมโนคติ นักเรียนในกลุ่มมโนคติที่ 1 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไปในตัวนำที่มีความต่างศักย์ไม่เท่ากัน ซึ่งกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุที่เคลื่อนพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไฟฟ้าในหน่วยเวลานักเรียนในกลุ่มมโนคติที่ 2 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปตามตัวนำไฟฟ้าภายใต้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทั้งสองกลุ่มมโนคตินี้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และกลุ่มมโนคติที่ 3 มีมโนคติที่ว่าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนไปตามตัวนำไฟฟ้าโดยอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจากมโนคติของนักวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง หลังจากคำถามแรกพยายามให้นักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของกระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นแล้วกระแสไฟฟ้ามีการเคลื่อนที่อย่างจึงมีคำถามข้อที่ 1.2 ความเข้าใจเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า เป็นคำถามที่เกี่ยวกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กับการไหลของอิเล็กตรอนอย่างไรซึ่งนักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสอิเล็กตรอน คือกระแสไฟฟ้ามีทิศจากตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ ส่วนกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนกลุ่มที่ 2 กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสอิเล็กตรอน กระแสไฟฟ้ามีทิศทางไปตามตัวนำไฟฟ้าส่วนกระแสอิเล็กตรอน

มีทิศทางเคลื่อนที่จากหัวลบไปยังหัวบวก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีความคิดที่สอดคล้องตามมโนคติของนักวิทยาศาสตร์ และคำถามข้อ 1.3 เป็นการวัดมโนคติเกี่ยวกับความเร็วของอิเล็กตรอนในการเคลื่อนที่ในตัวนำและมีผลต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร ซึ่งสามารถจัดกลุ่มมโนคติของนักเรียนได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเท่ากับ 1.48×10^{-4} m/s ซึ่งมีค่าน้อยมาก สาเหตุที่ทำให้หลอดไฟสว่างทันทีเมื่อเปิดสวิตช์เพราะอิเล็กตรอนทุกตัวมีแรงกระทำอันเนื่องมาจากสนามไฟฟ้าในตัวนำพร้อมกัน และกลุ่มที่ 2 ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนมีค่าน้อย แต่อิเล็กตรอนเรียงตัวหนาแน่นทำให้เมื่อเปิดสวิตช์ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหลอดไฟได้เร็วจึงทำให้หลอดไฟสว่างทันที ซึ่งนักเรียนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์และสามารถอธิบายได้มากขึ้นหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมนี้สามารถพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

2. ผลการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ไปแล้ว พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ทำให้มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นนำไปสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือเรื่อง เรื่อง ความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ามากขึ้น โดยจากการทำการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามวัดมโนคติแบบปลายเปิดแล้ว จากคำถามทั้ง 4 ข้อ พบว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จากคำถามข้อที่ 2.1 นักเรียนมีมโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สอดคล้องกับกฎของโอห์มสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มมโนคติ นักเรียนในกลุ่มมโนคติที่ 1 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า การเพิ่มความต่างศักย์สองเท่าจะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มเป็นสามเท่าจากของเดิม ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎของโอห์ม เพราะความต่างศักย์แปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้า แต่กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าความต่างศักย์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์นักเรียนในกลุ่มมโนคติที่ 2 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าเหตุการณ์ในคำถามข้อที่ 2.1 เป็นไปตามกฎของโอห์ม

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต่างศักย์จากสมการ $I = \frac{V}{R}$ ส่วนกลุ่มมโนมิติที่ 3 มีมโนมิติที่ว่าเหตุการณ์ในคำถามข้อที่ 2.1 เป็นไปตามกฎของโอห์มเพราะถ้าความต้านทานคงที่ ความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าจะน้อยลง ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีมโนมิติที่คลาดเคลื่อนจากมโนมิติของนักวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง หลังจากคำถามแรกพยายามให้นักเรียนมีมโนมิติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม สิ่งที่เกี่ยวข้องระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ก็คือความต้านทานไฟฟ้าเพื่อให้นักเรียนมีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงมีคำถามข้อที่สองเกี่ยวกับความยาวของสายไฟมีผลต่อความต้านทานอย่างไรจึงเป็นคำถามข้อที่ 2.2 นักเรียนมีมโนมิติหลังเรียน ดังนี้ กลุ่มมโนมิติที่ 1 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ คือ หลอดไฟที่ต่อสายสั้นสว่างกว่าสายยาว เพราะสายไฟจะมีความต้านทานขึ้นอยู่กับความยาวของสายไฟและพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ คือสายไฟยาวจะมีความต้านทานมากกว่าสายสั้นซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้จะมีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ส่วนกลุ่มมโนมิติที่ 2 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ คือ หลอดไฟที่ต่อสายสั้นสว่างกว่าสายยาว เพราะสายสั้นกระแสไฟฟ้าเคลื่อนได้เร็วกว่าสายยาว ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีการให้เหตุผลที่ยังไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลทั้งสองข้อจึงนำไปสู่การรายงานข้อมูลแบบกราฟซึ่งกฎของโอห์มบอกว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าและความต้านทานจึงนำไปสู่คำถามข้อที่ 2.3 สามารถแบ่งมโนมิติของนักเรียนได้สองกลุ่มหลัก ๆ คือ กลุ่มมโนมิติที่ 1 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์คือ โลหะ P เพราะความต่างศักย์มากที่สุดและกระแสไฟฟ้าน้อยสุด ทำให้ความต้านทานมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มที่ 2 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์คือ โลหะ M เพราะความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์เท่ากับความต้านทาน ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้มีความคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์เท่ากับความต้านทานเมื่อกระแสไฟฟ้าอยู่ในแกนนอน ส่วนความต่างศักย์อยู่แกนตั้ง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความต้านทานและสภาพต้านทานของวัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจึงมีคำถามข้อที่ 2.4 เป็นการสำรวจมโนมิติของนักเรียนในเรื่อง ความแตกต่างระหว่างสภาพต้านทานไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งนักเรียนมีมโนมิติดังนี้ กลุ่มมโนมิติ

ที่ 1 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์คือ สภาพต้านของสารชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิเดียวกันจะมีค่าเท่ากัน ส่วนความต้านทานจะต่างกันขึ้นอยู่กับความยาวและพื้นที่หน้าตัด ส่วนกลุ่มที่ 2 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์คือ สภาพต้านทานมีค่าคงที่ ส่วนความต้านทานจะขึ้นอยู่กับความยาวของลวดตัวนำ ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์แสดงว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) มีส่วนในการพัฒนามโนมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมนี้สามารถพัฒนามโนมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

3. ผลการพัฒนามโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ไปแล้ว พบว่านักเรียนมีมโนมิติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ทำให้มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นนำไปสู่มโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยจากการที่ทำการเปรียบเทียบมโนมิติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามวัดมโนมิติแบบปลายเปิดแล้ว จากคำถามทั้ง 2 ข้อ พบว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากคำถามข้อที่ 3.1 นักเรียนมีมโนมิติหลังเรียนเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าสามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่มมโนมิติ นักเรียนในกลุ่มมโนมิติที่ 1 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดจากแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยประจุ ส่วนความต่างศักย์คือ พลังงานไฟฟ้าของขึ้นส่วนต่าง ๆ ในวงจรต่อหนึ่งหน่วยประจุซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์แต่ยังให้เหตุผลที่ยังไม่สมบูรณ์บางประการ นักเรียนในกลุ่มมโนมิติที่ 2 มีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นแรงดันไฟฟ้า ใช้พลังงานในการเคลื่อนประจุผ่านตัวต้านทาน ส่วนความต่างศักย์เป็นพลังงานที่สูญเสียระหว่างจุดสองจุด ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีมโนมิติที่คลาดเคลื่อนจากมโนมิติของนักวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง หลังจากคำถามแรกพยายามให้นักเรียนมีมโนมิติเกี่ยวกับแหล่งพลังงานในวงจรไฟฟ้า และพลังงานที่สูญเสียไปในวงจรไฟฟ้า เพื่อให้นักเรียนมีมโนมิติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจึงมีคำถามข้อที่สองเกี่ยวกับผลของพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อวงจรไฟฟ้าคำถามข้อที่ 3.2 นักเรียนมีมโนมิติหลังเรียน ดังนี้ กลุ่มมโนมิติที่ 1 มีมโน

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือหลอดไฟสว่างไม่มาก เนื่องจากหลอดไฟมีความต้านทานมากใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 V ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อย หลอดไฟจึงสว่างน้อย ส่วนกลุ่มมโนทัศน์ที่ 2 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือหลอดไฟไม่ติด เนื่องจากหลอดไฟใช้กับแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 12V แต่เมื่อนำมาใช้กับแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5V ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่เพียงพอกระแสไฟฟ้าไม่พอ ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสมบูรณ์ และกลุ่มมโนทัศน์ที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ หลอดไฟไม่สว่าง เพราะขนาดความต่างศักย์ของแบตเตอรี่น้อยกว่าขนาดของหลอดไฟ ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีการให้เหตุผลที่ยังไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ แสดงว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) มีส่วนในการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมนี้สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

4. ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ไปแล้ว พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ทำให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เรื่อง วงจรไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยจากการที่ทำการเปรียบเทียบมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามวัดมโนทัศน์แบบปลายเปิดแล้ว จากคำถามทั้ง 2 ข้อ พบว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นดังนี้ จากคำถามข้อที่ 4.1 นักเรียนมีมโนทัศน์หลังเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น สะพานไฟ ซึ่งมีฟิวส์ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าสามารถนำทองแดงมาใช้แทนฟิวส์ได้หรือไม่ สามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่มมโนทัศน์ นักเรียนในกลุ่มมโนทัศน์ที่ 1 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าไม่สามารถใช้ทองแดงได้ เพราะทองแดงและฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่างกัน คือฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่ำ ส่วนทองแดงมีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อมีไฟรั่วหรือใช้ไฟมาก ทองแดงจะไม่ตัดวงจรเหมือนฟิวส์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์สอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนในกลุ่มมโนทัศน์ที่ 2 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าสามารถใช้ทองแดงแทนฟิวส์ได้แต่ไม่ควรใช้ เพราะทองแดงสามารถให้กระแสไฟฟ้าผ่านไหลผ่านได้ แต่ทองแดงมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าฟิวส์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้

ยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง หลังจากคำถามแรกพยายามให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญของวงจรไฟฟ้า เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจึงมีคำถามข้อที่สองเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้า คำถามข้อที่ 4.2 นักเรียนมีมโนทัศน์หลังเรียน ดังนี้ กลุ่มมโนทัศน์ที่ 1 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ เมื่อสับสวิตช์ลงความต้านทานรวมในวงจรลดลงทำให้มีกระแสไฟในวงจรมากขึ้นทำให้หลอดไฟ P จะสว่างมากขึ้นกว่าเดิม ส่วนหลอดไฟ Q จะสว่างเท่าเดิม เพราะกระแสไฟฟ้าไหลเพิ่มแต่ ก่อนมาถึงหลอดไฟ Q ต้องแบ่งให้ หลอดไฟ R ไปส่วนหนึ่งเนื่องจาก Q และ R ต่อกันแบบขนานจึงทำให้ Q สว่างเท่าเดิมสอดคล้องกับกลุ่มมโนทัศน์ที่ 2 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ เมื่อสับสวิตช์ S ลง หลอดไฟ P จะสว่างมากขึ้นกว่าเดิม เพราะความต้านทานรวมลดลงทำให้กระแสไหลมากขึ้น และเป็นการต่อแบบอนุกรมกับหลอดไฟ Q ทำให้หลอดไฟ Q สว่างน้อยลง เพราะแบ่งกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งให้หลอดไฟ R ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสมบูรณ์ และกลุ่มมโนทัศน์ที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ เมื่อสับสวิตช์ S ลง หลอดไฟ P จะสว่างมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากอยู่หลอดเดียว ส่วน Q จะสว่างลดลงเพราะอยู่กับหลอดไฟ R ซึ่งกลุ่มนี้ยังมีการให้เหตุผลที่ยังไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ แสดงว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) มีส่วนในการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมนี้สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

สรุปได้ว่าการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ของนักเรียนโดยทำการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 4 มโนทัศน์ คือ 1. กระแสไฟฟ้า 2. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ 3. พลังงานในวงจรไฟฟ้า และ 4. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น พบว่าก่อนเรียนนั้นนักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 มโนทัศน์หลักอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งจากการ

วิเคราะห์คำตอบนั้นนักเรียนไม่สามารถที่จะอธิบายหรือให้เหตุผลในคำถามที่ผู้วิจัยได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาในเรื่องไฟฟ้ากระแสเป็นพื้นฐานเดิม หรือนักเรียนมีพื้นฐานเดิมที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนมีการตีความเกี่ยวกับประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์นั้น โดยอาศัยความเชื่อ ประสบการณ์ส่วนบุคคลในชีวิตประจำวัน หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนที่จะได้เรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ และนักเรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ไม่น่าสนใจหรือทำทาสความคิดของนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งตัวครูนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีขึ้นในห้องเรียน โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เป็นปัจจัยสำคัญในการแปลความหมายของสิ่งที่นักเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจของมโนทัศน์นั้น ๆ และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ครูผู้สอนจะต้องค้นหาความรู้เดิม ที่นักเรียนมีอยู่ก่อนสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมิตร ถิ่นปัญญา [3] ได้ศึกษาได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง สาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อน เกิดจากการความคลุมเครือทางภาษา, การใช้ระบบการท่องจำผู้เรียนมีความรู้ก่อนหน้าที่ไม่เพียงพอ และไม่สามารถอธิบายหรือมีความเข้าใจถึงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ การขาดความร่วมมือระหว่างครูกับนักเรียน กิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมน้อย และเป็นผู้รับการถ่ายทอดอย่างเดียว ซึ่งไฟฟ้ากระแสที่กล่าวถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือสิ่งที่ไม้อาจจะสังเกตได้ด้วยตนเองได้ ทำให้การสร้างมโนคติที่ถูกต้องต่อผู้เรียนเป็นไปได้อย่างลำบาก ครูต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเรียนรู้ร่วมกัน กิจกรรมนี้จะสามารถพัฒนามโนคติของผู้เรียนได้

ดังนั้น จากการที่ผู้วิจัยเองได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์คำตอบมโนคติของนักเรียนก่อนเรียน เรื่องไฟฟ้ากระแส ทำให้ทราบถึงปัญหาที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ว่ามีสาเหตุเกิดจากอะไรบ้างและผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมาปรับใช้ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และสถานการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้น โดยที่ผู้วิจัยเองได้นำรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ไปในทิศทางที่ถูกต้องสมบูรณ์สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ

ซึ่งในผลการวิจัยในครั้งนี้ จากการวิเคราะห์พัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ก่อนเรียนนั้น นักเรียนมีระดับความเข้าใจในมโนคติก่อนเรียนตั้งแต่ระดับระดับความไม่เข้าใจ (NU) ไปจนถึงความเข้าใจในมโนคติในระดับที่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยความเข้าใจส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ ความเข้าใจในมโนคติที่ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนทั้งหมด และความไม่เข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อนในการตอบไม่ตรงคำถามหรือไม่ตอบคำถาม (PS+AC+NU) แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับการพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) นั้น นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) ลดน้อยลงและมีมโนคติที่ถูกต้องสอดคล้องกันกับมโนคติวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ (CU+PU) เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเป็น

จากการพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสโดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ช่วยพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งครูและนักเรียนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนนักเรียนมีบทบาทสำคัญต่อการร่วมกิจกรรม กิจกรรมทุกกิจกรรมตลอดเครื่องมือได้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาใช้จริงระหว่างดำเนินการสอนได้มีการปรับปรุงปัญหาและข้อบกพร่องที่พบทุกระยะ และด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) ได้ให้นักเรียนทำนายพร้อมให้เหตุผลประกอบ และมีการจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทำการทดลอง หรือสืบค้นเพื่อตรวจสอบคำตอบทำนายนั้นในทันที โดยผู้วิจัยเองใช้คำถามต่าง ๆ กระตุ้นนักเรียนและท้าทายความต้องการของนักเรียนให้นักเรียนต้องคิดค้นหาคำตอบอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้เกิดการเรียนรู้มโนคติวิทยาศาสตร์ที่ดีมากขึ้น และนักเรียนได้นำมโนคติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้ในการอธิบายและให้เหตุผลทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมและการตอบคำถามลงในแบบทดสอบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ได้ถูกต้องและสอดคล้องกันกับมโนคติวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือได้ด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ระดับอื่น และสาขาอื่น ๆ ควรนำรูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (POE) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (POE) เป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนามโนคติให้ตรงตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนรู้จักคิด และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ อันนำไปสู่การพัฒนาสติปัญญา เป็นคนที่มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน และสังคมในอนาคตควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้มีเวลาศึกษาค้นคว้ามากขึ้น จัดสื่อที่เกี่ยวข้องเช่น คอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูล

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (POE) ควรตรวจสอบและปรับความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในการทดลอง เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนจัดกิจกรรมการสอน

2.2 การใช้มโนคติทางเลือกในการออกแบบกิจกรรมการเรียนแบบ POE นั้น ควรมีความหลากหลายและสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] งานบริหารวิชาการโรงเรียนร่อนคำ. **เกณฑ์การประกันคุณภาพการศึกษาที่สถานศึกษากำหนด**. กฟส. : โรงเรียนร่อนคำ. 2555.
- [2] โชคชัย ยืนยง. กระบวนทัศน์เชิงตีความ (Interpretive paradigm): อีกกระบวนทัศน์หนึ่งสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์** เล่ม 3., 20(3), 1-20. 2552.
- [3] สุมิตร ถิ่นปัญญา. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2545.
- [4] White, R.T. and Gunstone, R.F. **Probing understanding**. London: Falmer Press. 1992.