Journal of Education Graduate Studies Research
http://ednet.kku.ac.th/edujournal

ตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

Grade 10 Students' Mental Representation about "Work and Energy" through Predict-Observe-Explain (POE)

ลลิตา สารสุวรรณ [1)] และ วิมล สำราญวานิช [2)]
Lalita Sarasuwan [1)] and Wimol Sumranwanich [2)]
[1)] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University
[2)] อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Associate professor, Department of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดก่อนและหลังใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 43 คน ทำการศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก แบบวัดตัวแทนความคิด และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อนำมาตีความและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยเทียบกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่ใช้อธิบาย เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE ในภาพรวมนักเรียนมีจำนวนแบบของตัวแทนความคิดน้อยลง ตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงออกมาใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการเชื่อถือในปัจจุบันมากขึ้น

คำสำคัญ : ตัวแทนความคิด การเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

Corresponding author. Tel: Mobile+66 (0)8-4488-7136
E-mail address: Lalital_physics@hotmail.com

Abstract

The objectives of this research were to study the grade 10 students' mantal representation before and after learning implementation in the topic of using Work and Energy representations of learning through Predict -Observe -Explain (POE) learning approach. The participants were 43 students, who studied in the 2nd semester of 2012 academic year, in Sawangdaendin School of Sakon nakhon province. Students' mantal representation was collected by open-end questionnaire and students' interview. The representation was interpreted and classified the groups of mantal representation. Data were analyzed by using the percentage. It was found that students' mantal representation of Work and Energy before and after the intervention were different. There was various students' mantal representation before intervention but after learning with POE approach the majority of students' mantal representation had developed mantal representation toward scientific mantal representation.

Keywords : Mantal Representation, Predict-Observe-Explain (POE)

บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลก เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี ซึ่งทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงความต้องการทางเศรษฐกิจ สังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่มสาระ ซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จัดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 8 สาระด้วยกัน ซึ่งในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่กับสาระที่ 5 พลังงาน เป็นสาระที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ [1]

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ อย่างมีเหตุผล ก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี แต่การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เท่าที่ผ่านมา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่บรรลุผลตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาบางเรื่องในวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรม จึงเป็นปัญหาต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่จะส่งเสริมโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive structure) คือวิธีการตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ และการเรียนรู้ ซึ่งอธิบายว่า ความรู้เป็นความจริงชั่วคราว มีการพัฒนา ไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง โดยบุคคลจะต้องต่อสู้กับความขัดแย้งระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ และสร้างเป็นโมเดลของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น โดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย [5] ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น ครูมีความจำเป็นที่จะต้องทราบความรู้เดิมของนักเรียน และความเข้าใจแนวความคิด

หรือมโนมติหลัก (Concept) ของนักเรียนในเนื้อหาที่เรียนเรื่องนั้น ๆ ซึ่งวิธีการที่จะเข้าใจในสิ่งนั้นอาจทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทดสอบ การสอบถาม การสัมภาษณ์ การที่ให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่พวกเขาคิดออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย การเขียนแผนภาพ การบรรยายด้วยคำพูด การแสดงท่าทาง และการวาดภาพพร้อมคำอธิบายนั้น เป็นสิ่งที่เรียกว่า ตัวแทนความคิด (Mental Representation) ของนักเรียน Prain [6]

งานวิจัยเกี่ยวกับตัวแทนความคิดของ Hubber [7] ได้ศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียน เกรด 12 กลุ่มหนึ่ง ในประเทศออสเตรเลีย เรื่อง ธรรมชาติของแสง เป็นเวลา 3 ปี จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียน เกรด 10 - 11 มีบางรูปแบบการทำความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จนกระทั่งมีการปรับเปลี่ยน และในนักเรียน เกรด 12 มีรูปแบบการความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนบางคนมีตัวแทนความคิดที่คลาดเคลื่อน เป็นอุปสรรคต่อการเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละประเด็น โดยเฉพาะความรู้หรือหัวข้อใหม่ ๆ ที่จะเรียนรู้ต่อไป ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งจากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน เป็นเนื้อหาหนึ่งในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม เช่น ในหัวข้อเกี่ยวกับงาน นักเรียนต้องอาศัยการจินตนาการถึงงานในทางฟิสิกส์ จึงยากแก่การเข้าใจของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างงานในชีวิตประจำวัน และงานทางฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับน้ำค้าง จันเสริม [4] ที่พบว่า ปัญหาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน คือ นักเรียนจะใช้ความคิดหรือประสบการณ์เดิมในการอธิบายคำตอบนั่นคือนักเรียนคิดว่าการทำงานในชีวิตประจำวันเป็นการทำงานทางฟิสิกส์ด้วย

วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain) เป็นวิธีหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เกี่ยวกับความรู้เดิมและการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถช่วยสำรวจแนวคิด และตัดสินใจในความคิดของนักเรียน ซึ่ง White and Gunstone [9] ได้กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนจะต้องลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายกับการสังเกต ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อนำไปทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักเรียนเอง

งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้แบบ POE ของสงกรานต์ มูลศรีแก้ว [6] พบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมเรียนรู้ เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของณราภรณ์ บุญกิจ [3] ที่พบว่าหลังจากการใช้วิธีการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง แสง นักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดในหัวข้อการเดินทางของแสงสอดคล้องตามตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 90 และ Kearney [8] ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE โดยมีสื่อมัลติมีเดียเป็นฐานในการเรียนรู้แบบสนทนากลุ่ม โดยตีความจากบทสนทนาของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีวิธี

การจัดการเรียนรู้แบบ POE ที่ใช้คอมพิวเตอร์ร่วมด้วยนั้นช่วยส่งเสริมการเรียนแบบสนทนาโต้แย้ง โดยเฉพาะในขั้นของการทำนาย การสังเกต การแสดงเหตุผล ซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE

จากงานวิจัยจะเห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE ทำให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิชาฟิสิกส์ เพราะคำตอบของปัญหาจะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นได้ แต่จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ พบว่าปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ คือ นักเรียนขาดความสามารถในการให้เหตุผลในการประยุกต์หลักการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกสูตรที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาด้วยการสุ่มเดาโดยไม่สามารถบอกเหตุผลได้ ว่าทำไมจึงเลือกเช่นนั้น มากกว่าทำความเข้าใจแนวคิดสำคัญ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์ เข้าสู่โลกของความเป็นจริงได้

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE เพื่อให้นักเรียนมีตัวแทนความคิดตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ อันจะได้เป็นผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการศึกษาต่อ และประกอบสัมมาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถดำรงชีพในสังคมได้อย่างมีความสุข

คำถามการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีตัวแทนความคิดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง งานและพลังงาน เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดและหลังการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กรอบแนวคิดของกระบวนทัศน์การวิจัยเชิงตีความ (Interpretive paradigm) โดยผู้วิจัยจะอธิบายเพิ่มเติมถึงพฤติกรรมของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันอย่างไร [2] การอธิบายของผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการศึกษาธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. **กลุ่มเป้าหมาย**

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 43 คน

2. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

2.1 เครื่องมือในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง งานและพลังงาน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 ชั่วโมง ประกอบด้วย เรื่อง งาน กำลัง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ และกฎการอนุรักษ์พลังงาน

2.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อตรวจสอบความตรงของการตีความตัวแทนความคิดของนักเรียน

3. **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ POE ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 นำแบบวัดตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ POE

3.2 ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ White and Gunstone [9] ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนของการทำนาย (Predict: P) 2) ขั้นตอนของการสังเกต (Observe : O) 3) ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain : E)

3.4 นำแบบวัดตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ชุดเดิมไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้แบบ POE

3.5 ทำการตรวจแบบวัดตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน และสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม แล้วจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียน เพื่อนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้กรอบแนวคิดของกระบวนทัศน์การวิจัยเชิงตีความ โดยมีการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญตลอดระยะเวลาดำเนินการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากการทำแบบวัดตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงาน ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน โดยการตีความเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแทนความคิดของนักเรียน เทียบกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

4.2 จัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนตามลักษณะคำตอบในแต่ละข้อและนับความถี่ตัวแทนความคิดที่นักเรียนมักใช้อธิบายในเรื่องงานและพลังงาน มากที่สุด โดยใช้สถิติ คือ ค่าร้อยละ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้จากการตอบคำถาม และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีจำนวนแบบของตัวแทนความคิดน้อยลง ตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกมาใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสงกรานต์ มูลศรีแก้ว [6] และณราภรณ์ บุญกิจ [3] ซึ่งการที่นักเรียนได้พัฒนาตัวแทนความคิดด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้สังเกต ทดลองและสืบค้นด้วยตนเองแล้วนำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น ๆ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ จากการตอบคำถาม และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดดังนี้

1.1 ตัวแทนความคิด เรื่อง งาน จากการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดจำนวน 6 แบบ ดังนี้

1) งานที่กระทำเกี่ยวข้องกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่

2) งานที่กระทำเกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำกับวัตถุ

3) งานที่ทำเกี่ยวข้องกับระยะทางและแรงที่กระทำกับวัตถุ

4) งานที่กระทำเกี่ยวข้องกับน้ำหนักของวัตถุ

5) งานที่ทำเกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำและมวลของวัตถุ

6) งานที่กระทำเกี่ยวข้องกับความเร็วและความเร่ง

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดทั้ง 6 แบบ นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างงานที่กระทำ ทิศทางของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่

1.2 ตัวแทนความคิด เรื่อง กำลัง จากการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 4 แบบ ดังนี้

1) กำลัง เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำ

2) การวิ่งใช้กำลังมากกว่าการเดิน

3) งานที่ทำเกี่ยวข้องกับพลังงาน

4) กำลัง เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งานที่กระทำกับเวลา ตัวแทนความคิดแบบที่ 2 และแบบที่ 3 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยไม่ให้เหตุผลประกอบ และตัวแทนความคิดแบบที่ 4 นักเรียนมีตัวแทนความคิดสอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์

1.3 ตัวแทนความคิดเรื่อง พลังงานจลน์ จากการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 2 แบบ ดังนี้

1) พลังงานจลน์เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วของวัตถุ

2) พลังงานจลน์เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับงานของแรงเบรก และตัวแทนความคิดแบบที่ 2 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ อัตราเร็วและงานของแรงเบรก

1.4 ตัวแทนความคิดเรื่อง พลังงานศักย์ จากการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 4 แบบ ดังนี้

1) พลังงาน เกี่ยวข้องกับ แรงดึงดูดของโลก

2) พลังงาน เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของวัตถุหรือความสูงของวัตถุ

3) พลังงาน เกี่ยวข้องกับมวลของวัตถุ

4) พลังงาน เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดของโลกและความสูงของวัตถุ

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 และแบบที่ 3 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วง กับความสูงจากระดับอ้างอิง ตัวแทนความคิดแบบที่ 2 และแบบที่ 4 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วง กับมวลของวัตถุ

1.5 ตัวแทนความคิดเรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน จากการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 5 แบบ ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงของพลังงานกลเกี่ยวข้องกับความสูง

2) พลังงานกลมีค่าคงตัว

3) พลังงานกลเปลี่ยนรูปจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง

4) การเปลี่ยนแปลงของพลังงานกลเกี่ยวข้องกับแรงกระทำ

5) การเปลี่ยนแปลงของพลังงานกลเกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้

เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ ตัวแทนความคิดแบบที่ 2 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์โดยไม่ให้เหตุผลประกอบ ตัวแทนความคิดแบบที่ 3 สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีตัวแทนความคิดแบบที่ 4 และแบบที่ 5 ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์และพลังงานจลน์

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ จากการตอบคำถาม และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังนี้

2.1 ตัวแทนความคิดเรื่อง งาน จากการศึกษาตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 3 แบบ ดังนี้

1) งานของแรงที่กระทำหาได้จากผลคูณของแรงกับระยะทางในแนวเดียวกับแรงนั้น โดยระยะทางที่เคลื่อนขึ้นมาก งานที่ทำจะมากด้วย

2) งานของแรงที่กระทำเกี่ยวข้องกับระยะทางและแรงที่กระทำกับวัตถุ จากสูตร W = FS หรือ W = FScosq

3) งานของแรงที่กระทำหาได้จากผลคูณของแรงกับระยะทางในแนวเดียวกับแรงนั้น โดยระยะทางที่เคลื่อนขึ้นมาก จะที่ทำให้งานจะมากด้วย โดยวาดรูปแรงกระทำและทิศทางของระยะทางที่ตั้งฉากกันประกอบ

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดทั้ง 3 แบบนี้สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์

2.2 ตัวแทนความคิดเรื่อง กำลัง จากการศึกษาตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 4 แบบ ดังนี้

1) กำลัง เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำ ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ถ้าออกแรงมาก แต่ใช้เวลาน้อยจะทำให้มีกำลังมาก

2) กำลัง เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ ถ้าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่มากใช้เวลาในการเคลื่อนที่น้อย จะทำให้กำลังมากด้วย

3) กำลัง เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำ ถ้าออกแรงมาก จะทำให้มีกำลังมากด้วย

4) กำลัง เกี่ยวข้องกับแรง อัตราเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ จากสูตร

$$P = \frac{W}{t} = \frac{FS}{t} = Fv$$

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 4 นักเรียนมีตัวแทนความคิดสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน แต่ตัวแทนความคิดแบบที่ 3 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับเวลา

2.3 ตัวแทนความคิดเรื่อง พลังงานจลน์ จากการศึกษาตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 2 แบบ ดังนี้

1) พลังงานจลน์ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอัตราเร็วของวัตถุ ทำให้พลังงานจลน์เปลี่ยนแปลง

2) พลังงานจลน์ เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำกับวัตถุ ทำให้อัตราเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้พลังงานจลน์เปลี่ยนแปลง

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมวล งานจากแรงเบรกกับพลังงานจลน์

2.4 ตัวแทนความคิดเรื่อง พลังงานศักย์ จากการศึกษาตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 4 แบบ ดังนี้

1) พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดของโลก

2) พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดของโลก ความสูงของวัตถุและพลังงานจลน์

3) พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดของโลกและความสูงของวัตถุ

4) พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับงาน

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วง กับความสูงจากระดับอ้างอิง ตัวแทนความคิดแบบที่ 2 และแบบที่ 3 นักเรียนมีตัวแทนความคิดสอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ ตัวแทนความคิดแบบที่ 4 นักเรียนมีตัวแทนความคิดใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงจากระดับอ้างอิง และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

2.5 ตัวแทนความคิดเรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน จากการศึกษาตัวแทนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิด จำนวน 5 แบบ ดังนี้

1) พลังงานกลคงตัว และพลังงานเปลี่ยนรูปจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง

2) พลังงานกลคงตัว ประกอบด้วยพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์

3) การเปลี่ยนแปลงของพลังงานกลเกี่ยวข้องกับความสูง

4) พลังงานกลคงตัว

5) พลังงานกลคงตัว ประกอบด้วยพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ จากสูตร $E_{รวม} = E_p + E_k$

จากคำตอบของนักเรียนตัวแทนความคิดแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 5 นักเรียนมีตัวแทนความคิดสอดคล้องตามตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ ตัวแทนความคิดแบบที่ 3 นักเรียนมีตัวแทนความคิดคลาดเคลื่อนจากตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจว่าวัตถุที่มีความสูงจะมีพลังงานศักย์เท่านั้น ตัวแทนความคิดแบบที่ 4 นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์โดยนักเรียนอธิบายเฉพาะผลรวมของพลังงานกลในแต่ละจุด

สรุปได้ว่าตัวแทนความคิดของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง งาน มีความแตกต่างกัน โดยก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แตกต่างกันโดยมีตัวแทนความคิดหลายแบบ แต่หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีจำนวนแบบของตัวแทนความคิดน้อยลง และมีการใช้เหตุผลที่ใกล้เคียงตัวแทนความคิดของของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชื่อถือในปัจจุบันมากขึ้น

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานการวิจัย

1. ควรนำผลการศึกษาตัวแทนความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ มาเป็นแนวทางในการสร้างสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้กิจกรรมรู้มีความน่าสนใจซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากหาคำตอบ

2. ศึกษาเพิ่มเติมว่าระหว่างการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนมีการทำความเข้าใจอย่างไร เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนต่อไป

3. ควรศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE วิชาฟิสิกส์เนื้อหาอื่น หรือในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ในการพัฒนาการเรียนรู้ และนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 2551.

[2] โชคชัย ยืนยง. **การวิจัยเชิงตีความ** (interpretive paradigm): **อีกกระบวนทัศน์หนึ่งสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา**. เอกสารประกอบการสัมมนา การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษากับการพัฒนาการเรียนรู้, ขอนแก่น, คณะศึกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2549.

[3] ณราภรณ์ บุญกิจ. **ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสงจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.

[4] น้ำค้าง จันเสริม. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี** PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2551.

[5] วรรณทิพา รอดแรงค้า. CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2540.

[6] สงกรานต์ มูลศรีแก้ว. ตัวแทนความคิด เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. ใน **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่** 11. (หน้า1191-1200). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.

[7] Hubber, P. Year 12 Student' Mental Model of the Nature of Light. **Research in Science Education, 36**, 419 – 439. 2006.

[8] Kearney, M. Classroom Use of Multimedia-Supported Predict–Observe–Explain Tasks in a Social Constructivist Learning Environment. **Research in Science Education, 34**, 427-453. 2004.

[9] White, R.T. and Gunstone, R.F. **Probing understanding**. London: Falmer Press. 1992.