

การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา โดยการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมา

The development of grade 10th students' conceptions of action-reaction pair through
inquiry cycle (5E) with analogy

ศุรศักดิ์ อินสองใจ (Surasak Insongjai)* ดร.ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง (Dr.Pattamaporn Pimthong)**

ดร.ธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์ (Dr.Teerasak Veerapaspong)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการสอนแบบอุปมา โดยกลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ 1) แบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ 2 ชั้น (two – tier survey) และ 2) ใบกิจกรรม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการสอนแบบอุปมาสามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนได้ โดยภายหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 83.33 นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนร้อยละ 56.67 สามารถนำความรู้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันได้

ABSTRACT

The objective of this research was to develop grade 11th students' conception of action-reaction pair through inquiry learning cycle 5E with analogy. The participant was a class of 30 grade 11th students in science and mathematics program. Research instruments were two-tier pre-and-post concept survey and work sheets. Data were analyzed by content analysis. The results indicated that inquiry learning cycle 5E with analogy was able to enhance students' scientific conceptions of action-reaction pair. After learning the concepts through this approach, the majority of student had scientific concept increasing from 10 % to 83.33 %. Besides, 53.33 % of all students was able to apply their knowledge to describe the everyday-life phenomena relating to action-reaction pair.

คำสำคัญ: การพัฒนาแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการสอนแบบอุปมา

Key Words: conceptions, action-reaction pair ,Inquiry cycle (5E) with Analogy

*นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการศึกษาประสบการณ์วิชาชีพครูได้สอนในโรงเรียนหญิงล้วนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ห้องเรียนพิเศษซึ่งเป็นห้องเรียนที่ส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ดังนั้นนักเรียนในห้องนี้โดยปกติจะมีผลการเรียนดีกว่านักเรียนในห้องอื่น ๆ แต่จากที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสสังเกตการสอนของครูที่เลี้ยงและจากการสอนของผู้วิจัยในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์นี้ พบว่านักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในบางเรื่องซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้ได้ส่งผลกระทบต่อทำความเข้าใจในแนวคิดอื่น ๆ และนอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มองว่าฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากและมีความเป็นนามธรรมสูงซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจ

หนึ่งในแนวคิดพื้นฐานที่นักเรียนมักมีแนวคิดคลาดเคลื่อนก็คือ แนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เนื่องจากเป็นความรู้ที่ขัดแย้งกับประสบการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน โดยทั้งนี้ได้มีงานวิจัยที่กล่าวถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เช่น ขจรศักดิ์ และคณะ (2548) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเมื่อออกแรงผลักลังไม้จะไม่มีความแข็งแรงที่ลังไม้กระทำต่อมือ และยังพบอีกว่าเมื่อวางลังไม้ชิดกับกำแพงในขณะที่ออกแรงผลักลังไม้แต่ปรากฏว่าลังไม้ไม่เคลื่อนที่ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าแรงที่กำแพงออกแรงกระทำต่อลังไม้มีขนาดมากกว่าแรงที่ลังไม้กระทำกับกำแพง

จากประสบการณ์สอนและการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการสอนที่ยังคงเน้นครูเป็นผู้ดำเนินการสอนเป็นหลัก คือ นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการสังเกต ไม่สามารถนำความรู้ไปอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และนักเรียนไม่สามารถสรุปองค์ความรู้เป็นของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Jaques (1992) ที่กล่าวว่า การสอนแบบเน้นครูเป็นศูนย์กลางนั้นมุ่งเน้นความเข้าใจของนักเรียนเพียงผิวเผินมากกว่าให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการ

พื้นฐานและไม่มุ่งเน้นการศึกษาความรู้ในเชิงลึก ด้วยเหตุนี้ National Research Council (1996) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและบริบททางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นผ่านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอนนักเรียนผ่านทางคำถามและการค้นหาคำตอบผ่านทางคำถาม เพื่อให้ นักเรียนสร้างคำตอบด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถพัฒนาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) Bybee et al. (2006) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอนเรียกว่าการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) เพื่อเสริมทักษะพื้นฐานในการค้นคว้าหาข้อมูล พัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การสอนแบบอุปมา (Analogy) คือวิธีการสอนที่มีการเปรียบเทียบสองสิ่งที่มีเหมือนกันในมุมต่าง ๆ โดยจุดเด่นของการสอนแบบอุปมาคือช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในสถานการณ์ที่พบได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Clement, 1998) นอกจากนี้ Duit et al. (2001) ได้กล่าวว่า การสอนแบบอุปมานี้เป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เนื่องจากวิธีการสอนแบบอุปมานี้สามารถช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนได้

นอกจากนี้จากการที่ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่า การสอนแบบอุปมาสามารถนำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนได้เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการสอนแบบอุปมา

(Orgill, Thomas, 2007) และ จากงาน วิจัย ของ Supasorn, Promarak (2014) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมาสามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้จริง ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงอยากทราบว่านักเรียนจะมีการพัฒนาแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเป็นอย่างไร ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมา

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการสอนแบบอุปมา (Inquiry cycle (5E) with analogy)

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) โดยผู้วิจัยได้เลือกชั้นตอนตาม Kemmis, McTaggart (1998) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยอยู่ 4 ขั้น คือ 1)ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมา 2)ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act) ผู้วิจัยนำแผนที่สร้างไปใช้ 3)ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตพัฒนาการของผู้เรียนระหว่างการสอน และ 4)ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยศึกษาปัญหาที่พบระหว่างการสอนโดยอาศัยบันทึกหลังการสอน การรับฟังความคิดเห็นจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์นิเทศก์ และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป สำหรับการวิจัยปฏิบัติการนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอในส่วนของผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเท่านั้น กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน

วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยผลความสามารถเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 แผน จำนวนทั้งสิ้น 1 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

1) แบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ 2 ชั้น (two-tier survey) โดยประกอบไปด้วยส่วนที่ 1 คือส่วนตอบคำถามเป็นแบบเลือกตอบ และส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผล 2) ใบกิจกรรม ที่เกิดในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้จากแบบวัดและใบงานของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) และนำข้อมูลมาตรวจสอบแบบสามเส้า และจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามกรอบของ (Tyler, Peterson, 2000)

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมาซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ 1)ขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยถ่วงความรู้เดิมของนักเรียนผ่านการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเป้าหมายโดยอาศัยสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน โดยสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือการชนกันของรถยนต์ 2)ขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยเสนอกิจกรรมแก่นักเรียน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับกล่องติดสปริงกลุ่มละ 2 กล่อง นักเรียนทำการทดลองโดยนำกล่องทั้งสองมาชนกัน โดยหันด้านที่ติดสปริงเข้าหากัน จากนั้นนักเรียนทำการสังเกตและอภิปรายผลการทดลองร่วมกันภายในกลุ่ม 3)ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลจากการทดลองและอภิปรายผลการ

ทดลองหน้าชั้นเรียน 4) ขันขยายความรู้ นักเรียนนำแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน การกระโดด เป็นต้น 5) ขันการประเมิน ผู้วิจัยประเมินแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนผ่านการตั้งคำถามโดยอาศัยสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์กลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนจากการตอบคำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 ที่ถามว่า “มีรถบรรทุกวิ่งมาด้วยความเร็วชนกับรถเก๋งที่จอดอยู่ข้างที่ ในขณะที่ชน รถบรรทุกออกแรงผลักรถเก๋งด้วยแรง F_1 และรถเก๋งออกแรงผลักรถบรรทุกด้วยแรง F_2 ข้อใดต่อไปนี

ถูกต้อง” โดยมีตัวเลือก 4 ข้อ คือ ก. $F_1 > F_2$ ข. $F_1 < F_2$ ค. $F_1 = F_2$ ง. ไม่สามารถระบุได้ ได้ตามตารางที่ 1 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขันร่วมกับการสอนแบบอุปมาในเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยานักเรียนส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว โดยนักเรียนร้อยละ 86.67 ตอบว่าแรงที่รถบรรทุกออกแรงผลักรถเก๋ง F_1 มีขนาดมากกว่าแรงที่รถเก๋งออกแรงผลักรถบรรทุก F_2 เนื่องจาก ขนาดของแรงขึ้นอยู่กับมวลและความเร่ง (ร้อยละ 60) ขนาดของแรงขึ้นอยู่กับมวลและความเร่ง (ร้อยละ 23.33) และ แรงปฏิกิริยามีขนาดน้อยกว่าแรงกิริยาเสมอ (ร้อยละ 3.33) ทั้งนี้พบว่ามีเพียงนักเรียนแค่ร้อยละ 10 เท่านั้นที่ตอบว่า แรงที่รถบรรทุกออกแรงผลักรถเก๋ง F_1 มีขนาดเท่ากับแรงที่รถเก๋งออกแรงผลักรถบรรทุก F_2 ซึ่งเป็นคำตอบที่ส อ ค ล ็ อ ง กั บ แ น ว ค ิด วิ ท ย า ศ า ส ต ร

ก่อนเรียน			หลังเรียน		
กลุ่มแนวคิดหลัก	กลุ่มแนวคิดย่อย	ร้อยละ	กลุ่มแนวคิดหลัก	กลุ่มแนวคิดย่อย	ร้อยละ
$F_1 > F_2$	แรงขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ	60	$F_1 > F_2$	แรงขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ	6.67
	แรงขึ้นอยู่กับมวลและความเร่ง	23.33		แรงขึ้นอยู่กับมวลและความเร่ง	10
	แรงปฏิกิริยามีขนาดน้อยกว่าแรงกิริยาเสมอ	3.33			
$F_1 = F_2$	แรงกิริยามีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยาเสมอ	10	$F_1 = F_2$	แรงกิริยามีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยาเสมอ	83.33
ไม่สามารถระบุได้	ขนาดของแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุหลังชน	3.33			

ตารางที่ 1 แสดงแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา

หลังจากการจัดการเรียนรู้ในเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาแล้วผู้วิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 83.33 มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 16.67 ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาอยู่ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีแนวคิดที่ว่าแรงที่รถบรรทุกออกแรงผลักรถเก๋ง F_1 มีขนาดมากกว่าแรงที่รถเก๋งออกแรงผลักรถบรรทุก F_2 โดยนักเรียนร้อยละ 6.67 ให้เหตุผลว่าขนาดของแรงขึ้นอยู่กับ

ความเร็วของวัตถุ และนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 10 ให้เหตุผลว่าขนาดของแรงขึ้นอยู่กับมวลและความเร่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 2 เกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยแบบวัดแนวคิดข้อที่ 2 นี้ นักเรียนต้องนำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้อธิบาย

ก่อนเรียน			หลังเรียน		
กลุ่มแนวคิดหลัก	กลุ่มแนวคิดย่อย	ร้อยละ	กลุ่มแนวคิดหลัก	กลุ่มแนวคิดย่อย	ร้อยละ
การถอยหลังของกระบอกปืนเมื่อยิงไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	กระบอกปืนถอยหลังเนื่องจากกลไกในปืนเอง	3.33			
การกระโดดของคนไม่ สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	การกระโดดเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงโลก	3.33	การกระโดดของคนไม่ สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	การกระโดดเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงโลก	3.33
	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันต้องมีแรงมากระทำ	3.33			
	การกระโดดแรงกิริยามีขนาดไม่เท่ากับแรงปฏิกิริยา	6.67			
การเคลื่อนที่ของจรวดไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	การเคลื่อนที่ของจรวดเกิดจากแรงขับเคลื่อนของเครื่องยนต์	10	การเคลื่อนที่ของจรวดไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา	การเคลื่อนที่ของจรวดเกิดจากแรงขับเคลื่อนของเครื่องยนต์	6.67
แนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาสามารถอธิบาย การถอยหลังของกระบอกปืนเมื่อยิง การกระโดดของคน และการเคลื่อนที่ของจรวดได้	สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้ครบทั้ง 3 เหตุการณ์	10	แนวคิดแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาสามารถอธิบาย การถอยหลังของกระบอกปืนเมื่อยิง การกระโดดของคน และการเคลื่อนที่ของจรวดได้	สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้ครบทั้ง 3 เหตุการณ์	56.67
	ไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้ครบทั้ง 3 เหตุการณ์	26.67		ไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้ครบทั้ง 3 เหตุการณ์	26.67
ไม่สามารถอธิบายแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนิวตันได้		36.67	ไม่สามารถอธิบายแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนิวตันได้		6.67

ตารางที่ 2 แสดงแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน

เหตุการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ การถอยหลังของ กระบอกรบินเมื่อยิง การกระโดดของคน และ การเคลื่อนที่ของจรวด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แจกแจงกลุ่มแนวคิด ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการนำความรู้ เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ ในชีวิตประจำวันได้ตามตารางที่ 2 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนร้อยละ 36.67 มีแนวคิดที่ว่าแรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยาสามารถอธิบายเหตุการณ์ที่ผู้วิจัย กำหนดทั้ง 3 เหตุการณ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียน เพียงแค่ร้อยละ 10 เท่านั้นที่สามารถใช้ความรู้เรื่องแรง คู่กิริยา-ปฏิกิริยาอธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้อย่าง สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 เหตุการณ์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายแรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยาได้ มากถึงร้อยละ 36.67

ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการ จัดการเรียนรู้เรื่องแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาแล้ว ผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีแนวคิดที่ว่าแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดทั้ง 3 เหตุการณ์ได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 83.33 โดยมีนักเรียน ร้อยละ 56.67 ที่สามารถนำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยาไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ได้อย่าง สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 เหตุการณ์ อีกทั้งผู้วิจัยยังพบอีกว่ากลุ่มของนักเรียนที่ไม่สามารถ อธิบายแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาได้ลดลงเป็นอย่างมากเหลือ เพียงร้อยละ 6.67 เท่านั้น

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้จากแบบวัดแนวคิดเรื่อง แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมา สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาของ นักเรียนได้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดในเรื่อง ดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มี แนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจาก

เดิมร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 83.33 อาจเป็นผล เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบอุปมานั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในชั้นเรียน เช่น การถามตอบ และการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดใหม่ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (Pinar, Tekkaya, 2008) ประกอบ กับการสอนแบบอุปมายังเป็นตัวช่วยให้นักเรียน สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้นอีก ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Glynn (1995) โดย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้การจัดการเรียนรู้เรื่องแรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยา โดยใช้อุปมาเปรียบเทียบระหว่างการชนกัน ของรถยนต์ 2 คันด้วยการชนกันของกล่องติดสปริง 2 กล่อง โดยสปริงนี้เองแสดงถึงแรงที่กล่องทั้ง 2 กล่อง กระทำต่อกัน

การวิเคราะห์การตอบคำถามในแบบวัด แนวคิดก่อนเรียนนักเรียนข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 86.67 มีแนวคิดว่ามีอ รดบรรทุกที่วิ่งมาด้วยความเร็วชนกับรถเก๋งที่จอดอยู่ กับที่ แรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถเก๋งนั้นมีขนาด มากกว่าแรงที่รถเก๋งกระทำต่อรถบรรทุก โดยมีสาเหตุ มาจากนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า วัตถุที่มีมวลมากกว่า และมีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่า ซึ่งเป็นแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยแนวคิดคลาดเคลื่อนนี้สอดคล้องกับ Camp, Clement (2010) ที่กล่าวถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนของ ผู้เรียนเกี่ยวกับการชนของวัตถุ 2 ก่อนว่า วัตถุก่อนที่มี ความเร็วมากกว่าหรือวัตถุก่อนที่มีมวลมากกว่าจะออก แรงกระทำมากกว่า

นอกจากนี้จากผลการทดลองยังพบอีกว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ ต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ได้แก่ การถอยหลังของ กระบอกรบินเมื่อยิง การกระโดดของคน และ การ เคลื่อนที่ของจรวดอีกด้วย โดยหลังจากการจัดการ เรียนรู้พบว่านักเรียนมากถึงร้อยละ 56.67 ที่สามารถ

นำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ครบทั้ง 3 เหตุการณ์ได้อย่างสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์จากเดิมที่มีเพียงแค่ร้อยละ 10 เท่านั้น อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมในชั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (Hokkanen, 2011) เป็นผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (The Project for the Promotion of science and mathematics Talented Teachers), ศสวท.

เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ชิงห์, วรณทิพา รอด
 แร่งคำ 1. Exploring Third-Year Pre-service
 Physics Teachers' concepts of Force and
 Motion. Songklanakarin Journal of Social
 Sciences and Humanities 2548; 11:45-69.

Bybee RW, Taylor JA, Gardner A, Scotter PV,
 Powell JC, Westbrook A, et al. The BSCS
 5E Instructional Model: Origins and
 Effectiveness [online] 2006 [cited 2014 Dec
 10]. Available from:
[http://science.education.nih.gov/houseofrep
 s.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566
 /\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://science.education.nih.gov/houseofrep

 s.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566

 /$FILE/Appendix%20D.pdf)

Camp C, Clement J. Preconception in mechanics:
 Lessons dealing with students' conceptual
 difficulties. 2nd ed. [n.p.]; 2010.

Clement JJ. "Expert novice similarities and
 instruction using analogies." International
 Journal of Science Education 1998; 20(10):
 1271-1286.

Duit R, Roth W, Komorek M, Wilbers J. Fostering
 conceptual change by analogies between
 Scylla and Charybdis. Learning and
 Instruction 2001; 10: 283-303.

Glynn S. Conceptual bridges: Using analogies to
 explain scientific concepts. The Science
 Teacher 1995; 62: 24-27.

Hokkanen SL. Improving student achievement,
 interest and confidence in science through
 the implementation of the 5E learning cycle
 in the middle grades of an urban school
 [Master Thesis in Science Education].
 Montana: Montana State University; 2011.

Jagues D. Learning in groups. 2nd ed. Houston,
 Texas: Gulf Press; 1992.

Kemmis S, McTaggart R. The action research planer.
 Geelong, Victoria, Australia: Deakin
 University Press; 1998.

National Research Council. National science
 education standards. Washington, D.C.:
 National Academy Press; 1996.

Orgill M, Thomas M. Analogies and the 5E model.
 The Science Teacher 2007; 74: 40-45.

Pinar DA, Tekkaya C. Promoting Students' Learning
 in Genetics With the Learning Cycle. The
 Journal of Experimental Education 2008;
 76(3):259-280.

Supasorn S, Promarak V. Implementation of 5E
 inquiry incorporated with analogy approach
 to enhance conceptual understanding of
 chemical reaction rate for grade 11 students.
 Royal society of chemistry [serial online]

2014 Sep-Oct [cited 2014 Dec 10].

Available from:

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/>

2015/rp/c4rp00190g/unauth#!divAbstract

Tytler R, Peterson S. Deconstructing Learning in
Science — Young Children's Responses to
a Classroom Sequence on Evaporation.
Research in Science Education 2000; 30(4),
339-355.