

Development of Scientific Concepts on Forces and Laws of Motion for Grade 10th Students by Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management: Classroom Action Theory

Pharadee Rattanajamit*

M.Ed. (Education of Teaching Science, Mathematics and Computer), Master Student
Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

Singha Prasitpong

Ph.D. (Science and Technology Education), Assistance Professor
Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

Saowaros Yingwanna

Ph.D. (Educational Research Methodology), Lecturer
Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

*Corresponding author: pharadee.song@gmail.com

Received: February 6, 2020/ **Revised:** August 28, 2020/ **Accepted:** September 10, 2020

Abstract

This research is a part of a thesis on the development of scientific concepts on forces and laws of motion for Grade 10th Students by Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management based on classroom action research. The objectives were to study the scientific concepts development process by Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management and to compare scientific concepts on forces and laws of motion for Grade 10th Students between before and after receiving by Predict-Observation-Explain (POE) learning management. The target group was 29 students of 4/1 classroom who were Special Science-Math Program of large schools in Mueang District, Songkhla. The instruments consisted of: 1) 5 lesson plans by Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management and 2) the scientific concept test on forces and laws of motion. The statistics used were 1) Mean and standard deviation 2) Percentage and 3) Wilcoxon Signed Rank Test.

The results showed that the Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management was able to develop scientific concepts on forces and laws of motion. The predict stage had questions or situations that are challenging and interesting. The observation stage had experimentation and students search for knowledge to connect the results of the experiment with the theory, and the explain stage teacher shared the summary and exchanged ideas with the students. Comparing the results from the before and after scientific concepts test sheet, it was found that the science concepts scores of students after studying were statically higher than before at .05 level significance.

Keywords: Scientific Concept, Predict-Observation-Explain (POE) Learning Management, Classroom Action Theory

การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE): ทฤษฎีจากการปฏิบัติการในชั้นเรียน

ภารดี รัตนจามิตร*

กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์), นักศึกษาปริญญาโท

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

สิงหา ประสิทธิ์พงศ์

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

เสาวรส ยิ่งวรรณะ

ค.ด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา), อาจารย์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

*ผู้ประสานงาน: pharadee.song@gmail.com

วันรับบทความ: 6 กุมภาพันธ์ 2563/ วันแก้ไขบทความ: 28 สิงหาคม 2563/ วันตอบรับบทความ: 10 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) โดยอาศัยการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) และเพื่อเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 29 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) จำนวน 5 แผน และ 2) แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สถิติที่ใช้ 1) ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ร้อยละ และ 3) การทดสอบ Wilcoxon Signed Rank Test

ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนได้ โดยในขั้นทำนายผู้สอนใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ ขั้นสังเกตผู้สอนใช้การทำการทดลอง และนักเรียนสืบค้นความรู้เพื่อเชื่อมโยงผลการทดลองกับทฤษฎี และขั้นอธิบายผู้สอนร่วมสรุปและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียน และเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนและหลังเรียนพบว่าคะแนนแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

คำสำคัญ: แนวคิดวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE), การปฏิบัติการในชั้นเรียน

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อุปกรณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทุกคนใช้เพื่ออำนวยความสะดวกล้วนมาจากการผลิตที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น จากแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลที่ว่า “วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานของการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจ” ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมสร้างทรัพยากรบุคคลให้มีคุณภาพในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อแข่งขันในเวทีโลก รวมทั้งเตรียมประชาชนไทยให้สามารถใช้ชีวิตอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) การที่บุคคลจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น ต้องเริ่มจากการมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เพราะแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการทำนายและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์มีรากฐานมาจากการสังเกต ผลการทดลองและการวัดปริมาณทางกายภาพ มีจุดมุ่งหมายหลัก คือใช้หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และเพื่อพัฒนาเป็นทฤษฎีที่ใช้ในการทำนายผลการทดลอง และตั้งเป็นกฎพื้นฐานต่าง ๆ (Seyway & Jewett, 2014) รวมทั้งฟิสิกส์ยังเป็นรากฐานของการพัฒนาเทคโนโลยีระดับสูง ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านั้นล้วนส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2556) เป้าหมายสำคัญในการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (โกเมศ นาแฉ่ง, 2554 อ้างถึงใน Ramlo, 2003) โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เกิดขึ้นกับบุคคลตั้งแต่วัยเด็กและถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้นจากประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับตามช่วงวัย (Jirout & Pace, 2015) โดยแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์นั้นเกิดขึ้นกับหลาย ๆ เรื่อง

ด้วยกัน ข้อมูลจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าเรื่องที่นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ 1) เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ 2) แสงและการมองเห็น 3) เสียงและการได้ยิน 4) ไฟฟ้าและคลื่น และ 5) ปรากฏการณ์คลื่น (ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2558)

จากการสัมภาษณ์ครูประจำวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ที่ผู้วิจัยฝึกปฏิบัติการสอน พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่พบได้เป็นประจำทุกปี คือการมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อความไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และเนื่องจากเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องกัน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในบทแรกจะส่งผลต่อความไม่เข้าใจเนื้อหาในบทถัดไป ดังนั้น การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยการสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ตรงที่เกิดจากการลงมือทำ และจะเกิดภาวะขัดแย้งทางปัญหาเมื่อประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ซึ่งสมองจะทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาขึ้นมาใหม่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ (ทิตินา แฉมณี, 2558) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีแนวคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทำนาย (Predict: P) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือทำนายผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยที่นักเรียนต้องให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับคำทำนายของตนเอง 2. ขั้นสังเกต (Observe: O) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือทำการทดลองหรือพิสูจน์เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายไว้ และ 3. ขั้นอธิบาย (Explain: E) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำนายและผลการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (White & Gunstone, 1992)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนยังเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนา ปรับปรุง หรือ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เนื่องจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีการตั้งคำถามที่อยากรู้ไว้ อย่างชัดเจนและมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบระเบียบ (ซาตริ ฝ่ายคำตา, 2559) และเป็น การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไข ปัญหาของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน รวมทั้ง เพื่อพัฒนา หรือปรับปรุงการจัดการ เรียนรู้ของ ครูผู้สอนเอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ อย่างเต็มประสิทธิภาพ (สุวิมล ร่องวานิช, 2560) โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Planning) 2) ขั้นการปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นการสังเกต (Observing) และ 4) ขั้นการสะท้อน (Reflecting) (Kemmis & McTaggart, 1990)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้วิจัยได้กระบวนการ ในการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ชัดเจน เหมาะสม และมีประสิทธิภาพใน การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย อย่างแท้จริง นอกจากนี้เพื่อเปรียบเทียบแนวคิด วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลัง การได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-

อธิบาย (POE) เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีการพัฒนา แนวคิดวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ตามกระบวนการ ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุง และพัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการ เคลื่อนที่ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต- อธิบาย (POE) ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการตามวงจรการวิจัยเชิง ปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดการวิจัยปฏิบัติการ ของเคมมิส และแมคแทกการ์ท (Kemmis & McTaggart) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) ขั้นการ วางแผน 2) ขั้นการปฏิบัติการ 3) ขั้นการสังเกต และ 4) ขั้นการสะท้อนผล โดยมีวงจรปฏิบัติการ 5 วงจร และแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต- อธิบาย (POE) จำนวน 5 แผน รวมจำนวน 16 คาบ ดังนี้

ตาราง 1

แสดงแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	แผนที่ 1 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์	3
2	แผนที่ 2 เรื่อง มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	3
3	แผนที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	3
4	แผนที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	3
5	แผนที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน	4
รวม		16

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน 5 วงจร ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นตอนนี้มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูประจำวิชาฟิสิกส์ และสังเกตชั้นเรียน เพื่อศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหา พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ในการเรียนวิชาฟิสิกส์คือนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถ้าวัตถุไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงมากระทำกับวัตถุนั้น เป็นต้น ส่งผลต่อความเข้าใจผิดในเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำปัญหาที่พบมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยงเพื่อร่วมกันเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เหมาะสม นั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) สามารถช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย 1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน วิเคราะห์จากโครงสร้างสถานศึกษา โครงสร้างรายวิชา และผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โดยปรึกษาครูพี่เลี้ยงในส่วนของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และ 2. แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เป็นแบบทดสอบผสมระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-Tier Multiple-Choice Test) กับแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (Essay Items) โดยผู้วิจัยส่งแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำกลับมาแก้ไข จากนั้นส่งแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนแห่งนี้

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับแนวคำตอบ คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ที่ผ่านการแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจำนวน 18 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ไปใช้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายก่อนการจัดการเรียนรู้ ทำการบันทึกผล จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจร 5 วงจรที่ออกแบบไว้ หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 5 วงจร ผู้วิจัยนำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกันไปทดสอบกลุ่มเป้าหมาย บันทึกคะแนนที่ได้เพื่อทำการเปรียบเทียบผลต่อไป

3. ขั้นการสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะฝึกปฏิบัติการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำการสังเกตและรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมของนักเรียนจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้แก่ กิจกรรมการทำนายผลการทดลอง การทำการทดลอง การสืบค้น การจดบันทึกลงในบันทึกผลการสืบค้น และการทำแบบฝึกหัดท้ายแผนซึ่งเป็นแบบฝึกหัดชนิดคำถามปลายเปิดให้เขียนอธิบายคำตอบ โดยมีครูพี่เลี้ยงร่วมสังเกตการดักกิจกรรมจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ในการวางแผนการปฏิบัติการในวงจรถัดไป

4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดในขั้นการปฏิบัติการ และขั้นการสังเกตมาสะท้อนผลกับครูพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อหาปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุง พัฒนาและประยุกต์ใช้ในแผนการปฏิบัติการในวงจรวิจัยครั้งต่อไป

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน แบ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 5 คน และเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 24 คน จากการที่ผู้วิจัยได้ฝึกปฏิบัติการสอน

นักเรียนกลุ่มนี้โดยตรง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียน ชยัน ตั้งใจ ชอบทำกิจกรรมและชอบทำการทดลองที่ทำหาย โดยเฉพาะกิจกรรมหรือการทดลองที่ขัดแย้งกับความรู้เดิมของตนเอง นักเรียนจะพยายามทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อพิสูจน์หาความจริง และสืบค้นหาข้อเท็จจริงเพื่อเชื่อมโยงผลการทดลองเข้ากับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนกลุ่มนี้ยังมีความกล้าแสดงออก และกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นทราบอีกด้วย

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)

ตัวแปรตาม คือ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 เรื่องย่อย ดังนี้ 1. แรงและการหาแรงลัพธ์ 2. มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน 3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน 4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และ 5. แรงเสียดทาน

5. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากผลที่ได้จากขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกต และขั้นการสะท้อนผลในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และสามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของกลุ่มเป้าหมายได้ และการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผู้วิจัยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank Test เนื่องจากไม่สนใจการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-

สังเกต-อธิบาย (POE) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS version 17.0

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอเป็น 2 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ผ่านกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) แผนที่ 1 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ ใบบันทึกผลการทดลอง อุปกรณ์การทดลอง และสื่อการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2: ขั้นการปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมายทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 1 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้

1. ขั้นทำนาย ผู้วิจัยเริ่มด้วยการถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยไม่ได้คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง คำถามคือ “นักเรียนคิดว่าวัตถุต่าง ๆ ที่หยุดนิ่งสามารถเคลื่อนที่ได้เพราะเหตุใด และถ้าวัตถุเคลื่อนที่ได้ วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางใด” จากนั้นผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมเรื่องแรง โดยให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับสลากหมายเลขวัตถุปริศนา นักเรียนทุกคนในกลุ่มช่วยกันทำนายว่า “ถ้าออกแรงกระทำกับวัตถุปริศนาชิ้นนั้น วัตถุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย” โดยที่แต่ละกลุ่มยังไม่ได้สัมผัสหรือออกแรงกระทำจริงกับวัตถุปริศนานั้น จากนั้นบันทึกผลการทำนายลงในสมุดของตนเอง

2. ขั้นสังเกต ตัวแทนกลุ่มออกมาหยิบวัตถุปริศนา จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมโดยการออกแรงกระทำกับวัตถุปริศนาชิ้นนั้นแล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร บันทึกผลการทำกิจกรรมเรื่อง แรง ลงในสมุดของตนเอง จากนั้นนักเรียนทำการทดลองเรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ บันทึกผลการทดลองลงในใบบันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นอธิบาย นักเรียนเปรียบเทียบระหว่างผลการทำนายและผลการทำกิจกรรมเรื่อง แรงว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และได้ข้อสรุปว่าอย่างไร รวมทั้งสรุปและอธิบายผลการทดลอง เรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ หลังจากการจัดการเรียนรู้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

ขั้นที่ 3: ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น ดังนี้ 1. ขั้นทำนาย จากคำถามกระตุ้นพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าวัตถุสามารถเคลื่อนได้ เพราะมีแรงมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงที่มีค่ามากที่สุด และจากการตรวจผลการทำนาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำนายผลของกิจกรรมได้ แต่ยังไม่ครบ

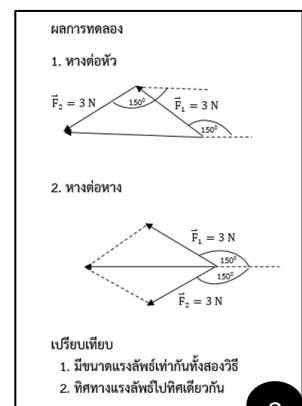
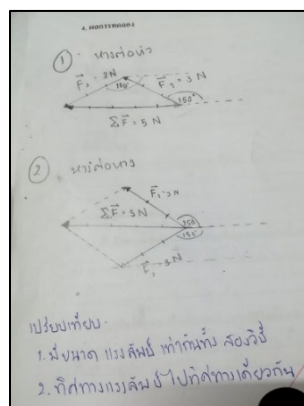
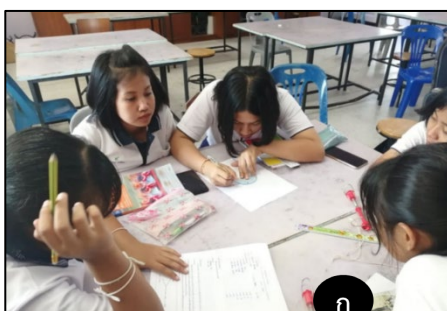
ทุกลักษณะของการเปลี่ยนแปลง และนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการตอบได้

2. ขั้นสังเกต จากการตรวจผลการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่บันทึกผลการทำกิจกรรมเหมือนกับผลการทำนาย และจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่าไม่มีกลุ่มใดเลยที่ตอบว่าในกรณีที่วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เมื่อมีแรงภายนอกที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำวัตถุอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็ว อาจเป็นเพราะว่านักเรียนคาดไม่ถึงในสถานการณ์ที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ หรืออาจเป็นเพราะผู้วิจัยไม่ได้แยกกรณีในการพิจารณาให้ชัดเจนระหว่างวัตถุที่หยุดนิ่งกับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ และจากการตรวจใบบันทึกผลการทดลองเรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้อย่างถูกต้อง

3. ขั้นอธิบาย พบว่านักเรียนสามารถสรุปผลการทำกิจกรรมเรื่อง แรงและผลการทดลองเรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองของตนเองได้ และจากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

ภาพประกอบ 1

การทดลองเรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ (ก) และ ภาพตัวอย่างผลการทดลอง (ข - ค)



ขั้นที่ 4: ขั้นการสะท้อนผล ปัญหาที่พบ คือ 1. คำถามของผู้วิจัยยังไม่ชัดเจน ทำให้คำตอบของนักเรียนไม่ตรงประเด็นตามที่ผู้วิจัยต้องการ 2. กิจกรรมเรื่องแรง อาจจะง่ายเกินไปทำให้ผลการทำนายกับผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มเหมือนกัน และกิจกรรมยังไม่ท้าทายความสามารถของนักเรียน 3. นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบายผลการทดลองให้เชื่อมโยงกับทฤษฎีเรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ และ 4. จากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 พบว่านักเรียนบางส่วนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถอธิบายคำตอบของตนเองได้ วิธีแก้ไขปัญหาคือ 1. ผู้วิจัยควรแบ่งกรณีของคำถามให้ชัดเจน และตรงประเด็น 2. ผู้วิจัยควรจัดกิจกรรมที่ท้าทาย และพลิกแพลงแนวคิดเดิมของนักเรียน 3. ผู้วิจัยอาจจะยกตัวอย่างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนเห็นภาพมากขึ้น และ 4. ผู้วิจัยควรเฉลยคำตอบที่ถูกต้องของแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 เพื่อแก้ไขแนวคิดเดิมของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง มวล และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) แผนที่ 2 เรื่อง มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน รวมทั้งสื่อการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากขั้นการสะท้อนผลในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่ 1. กำหนดสถานการณ์ที่คาดว่าท้าทายแนวคิดวิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียน และมีคำถามที่ชัดเจนในแต่ละสถานการณ์ 2. แนะนำการเชื่อมโยงผลการทดลองให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ 3. เฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 เพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจ และแก้ไขแนวคิดวิทยาศาสตร์เดิมที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน

ขั้นที่ 2: ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยการเฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 1 และอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบ จากนั้นผู้วิจัย

ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้

1. ขั้นทำนาย ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งตั้งคำถามที่ชัดเจนให้นักเรียนวิเคราะห์และทำนายผลลงในใบกิจกรรม โดยนักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน เพื่อช่วยกันทำกิจกรรม

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา :
สมศรีจัดเตรียมขวดน้ำ 2 ใบ โดยขวดน้ำใบที่ 1 ใส่ให้น้ำให้น้อยกว่าครึ่งขวด และขวดน้ำใบที่ 2 ใส่ให้เต็มขวด จากนั้นมัดเชือกที่ปากขวดน้ำทั้ง 2 ใบ แล้วนำไปแขวนไว้กับคานเหล็ก หลังจากนั้นสมศรีออกแรงผลักขวดน้ำทั้ง 2 ใบพร้อมกันให้แกว่งด้วยแรงขนาดคงที่ หลังจากออกแรงผลักแล้วยกทราบบว่าขวดน้ำใบใดจะแกว่งได้นานกว่ากัน เพราะเหตุใดจึงอธิบาย

2. ขั้นสังเกต นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในบันทึกกิจกรรม

3. ขั้นอธิบาย นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งสรุปและอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง หลังจากการจัดการเรียนรู้เป็นที่เรียบร้อยแล้วนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 2 เรื่อง มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ขั้นที่ 3: ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น ดังนี้

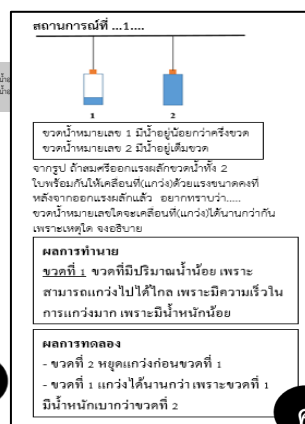
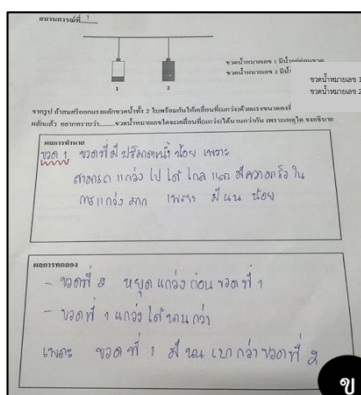
1. ขั้นทำนาย จากตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาข้างต้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำนายว่าขวดน้ำใบที่ 1 ซึ่งมีน้ำอยู่น้อยกว่าครึ่งขวดจะสามารถแกว่งได้นานกว่า เพราะมีปริมาณน้ำน้อยกว่าส่งผลให้มีความเร็วในการแกว่งมากกว่าขวดน้ำใบที่ 2 ซึ่งเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนทำนายผิด โดยทำนายว่าขวดน้ำใบที่ 2 จะแกว่งได้นานกว่าเพราะมีมวลมากกว่า

2. ขั้นสังเกต พบว่าผลการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่มตอบเหมือนกันว่าขวดน้ำใบที่ 1 สามารถแกว่งได้นานกว่า เพราะขวดน้ำใบที่ 1 มีน้ำหนักน้อยกว่าจึงแกว่งได้นานกว่า ส่วนขวดน้ำใบที่ 2 มีน้ำหนักมากกว่าจึงหยุดแกว่งก่อน ในขั้นนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าเมื่อนักเรียนได้ลงมือทดลองด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจและมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. ขั้นอธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สรุปผลจากการทดลองได้ถูกต้อง เนื่องจากผู้วิจัยทำการแนะนำในบางประเด็นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองให้สอดคล้องกับกฎและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องมากขึ้น และจากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องโดยอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และตรงประเด็นมากกว่าในกิจกรรมวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1

ภาพประกอบ 2

การทดลองเรื่อง มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน (ก) และ ภาพตัวอย่างผลการทดลอง (ข - ค)



ขั้นที่ 4 : ขั้นการสะท้อนผล นักเรียนมีความตื่นตัว และอยากทำกิจกรรมมากกว่าในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 อาจเป็นเพราะสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดมีความขัดแย้งกับแนวคิดเดิม นักเรียนจึงอยากพิสูจน์หาความจริง และผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ในตอนต้นพยายามทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อหาข้อสรุปจากการทดลอง ปัญหาที่พบคือ 1. นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเชื่อมโยงผลการทดลองให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ และ 2. นักเรียนบางส่วนมีความสงสัยในบางประเด็นของเนื้อหาซึ่งเพื่อน ๆ คนอื่นไม่สามารถอธิบายได้วิธีแก้ไขปัญหาคือ 1. ผู้วิจัยควรแทรกขั้นตอนการสืบค้นความรู้เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายผลการทดลองให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกฎและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ และ 2. ผู้วิจัยควรร่วมสรุปและ

อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับนักเรียนเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดและข้อสงสัยของนักเรียน

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) แผนที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และสื่อการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากขั้นการสะท้อนผลในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่ 1. เพิ่มการให้นักเรียนสืบค้นความรู้ และ 2. ผู้วิจัยร่วมสรุปและอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้

ขั้นที่ 2: ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยการเฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 2 และอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบ จากนั้นผู้วิจัย

ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้

1. ขั้นทำนาย ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน เพื่อทำการทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง โดยมีคำถามที่ชัดเจน

ตัวอย่างการทดลอง: ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง (เมื่อมวลคงที่) โดยนักเรียนจะต้องทำนายผลของการทดลองจากคำถามต่อไปนี้

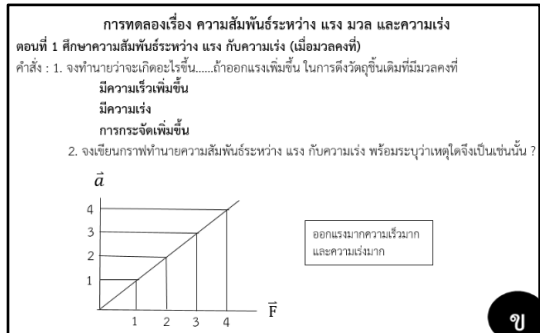
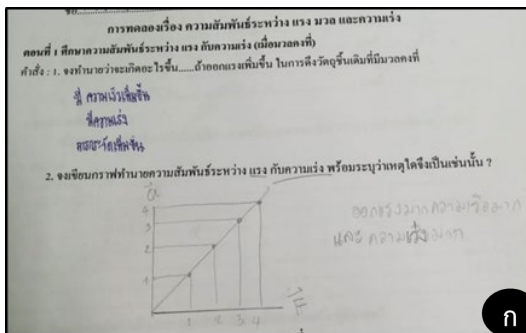
1) จงทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นในการดึงวัตถุขึ้นเดิมที่มีมวลคงที่

2) จงเขียนกราฟทำนายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง (เมื่อมวลคงที่) พร้อมระบุว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. ขั้นสังเกต ผู้วิจัยชี้แจงอุปกรณ์การทดลอง และขั้นตอนการทำการทดลองให้นักเรียนทราบ จากนั้นนักเรียนเริ่มทำการทดลองด้วยตนเองทีละกลุ่ม และนักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นความรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ภาพประกอบ 3

ภาพตัวอย่างผลการทำนาย (ก - ข)



2. ขั้นสังเกต จากการตรวจใบบันทึกผลการทดลอง พบว่าไม่มีนักเรียนกลุ่มใดเลยที่สามารถนำข้อมูลจากการทดลองมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง เพราะนักเรียนเชื่อมโยงกราฟระหว่างจุดทุกจุดที่ได้จากการคำนวณ จึงไม่สามารถเขียนเส้นแนวโน้มของกราฟได้ ถึงแม้

3. ขั้นอธิบาย นักเรียนเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งสรุปและอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง และผู้วิจัยร่วมสรุปและอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ หลังจากการจัดการเรียนรู้เป็นที่เรียบร้อยแล้วนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดท้ายวงจรที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

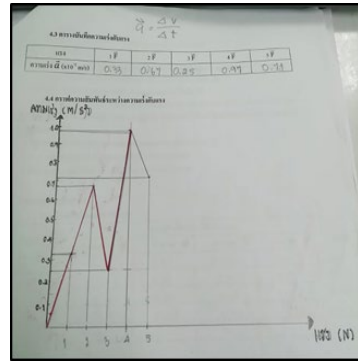
ขั้นที่ 3: ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น ดังนี้

1. ขั้นทำนาย จากตัวอย่างการทดลองพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำนายว่าถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นในการดึงวัตถุขึ้นเดิมที่มีมวลคงที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นและมีความเร่งเพิ่มขึ้น ซึ่งมีบางกลุ่มทำนายว่าการกระจัดของวัตถุจะเพิ่มขึ้นด้วย และนักเรียนส่วนใหญ่ (3 กลุ่ม) สามารถเขียนกราฟทำนายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง (เมื่อมวลคงที่) ได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเดิมทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างถูกต้อง

นักเรียนจะเขียนกราฟผิด แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงทำการสัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้น พบว่านักเรียนสรุปผลการทดลองจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยตรง ไม่ได้วิเคราะห์จากกราฟที่เขียนทำให้สามารถสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

ภาพประกอบ 4

การทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง (ก) และ ภาพตัวอย่างผลการทดลอง (ข)



3. ขั้นตอนอธิบาย ผู้วิจัยแนะนำให้ นักเรียนอธิบายและสรุปผลการทดลองโดยวิเคราะห์ จากผลที่ได้จากการทดลองโดยตรง ไม่ต้องคำนึงถึง กราฟที่เขียนไว้ แล้วเปรียบเทียบกับผลการทำนาย ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พบว่าเมื่อนักเรียน ได้สืบค้นความรู้ทำให้สามารถสรุป อธิบาย และ เปรียบเทียบผลการทำนายและ ผลการทดลองของ กลุ่มตนเองได้ถูกต้อง และจากการตรวจแบบฝึกหัด ท้ายแผนที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องทาง วิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล ของคำตอบโดยเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน ได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

ขั้นที่ 4: ขั้นการสะท้อนผล ปัญหาที่พบ คือ 1. การทดลองมีความซับซ้อนเกินไปทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สับสนในขั้นตอนการทดลอง และ รู้สึกไม่อยากร่วมกิจกรรม และ 2. นักเรียนขาด ทักษะในการเขียนกราฟทางคณิตศาสตร์ วิธีแก้ไข ปัญหา 1. ผู้วิจัยควรลดความซับซ้อนของการทดลอง สร้างแรงจูงใจ และกระตุ้นให้นักเรียนอยากร่วม กิจกรรมด้วยการกล่าวชื่นชม หรือการมอบรางวัล ให้กับนักเรียนที่มีความตั้งใจ และ 2. ผู้วิจัยควร แนะนำวิธีการเขียนกราฟทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหา อื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง กฎ การเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียม แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) แผนที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของ นิวตัน และสื่อการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่งได้ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำจากขั้นการสะท้อนผลในวงจร วิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่ 1. กำหนดสถานการณ์ ปัญหาที่เหมาะสมและไม่ซับซ้อนเกินไป และใช้ ชื่อเล่นของนักเรียนบางคนเป็นชื่อตัวละครใน สถานการณ์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วม กับ กิจกรรม 2. เพิ่มการให้นักเรียนสืบค้นความรู้ และ 3. ผู้วิจัยร่วมสรุปความรู้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2: ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยทบทวน ความรู้เดิมของนักเรียน โดยการเฉลยแบบฝึกหัด ท้ายแผนที่ 3 และอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องทาง วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบ จากนั้นผู้วิจัย ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้

1. ขั้นทำนาย ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ ปัญหาแล้วนักเรียนแต่ละคนทำนายผลลงในใบ กิจกรรม โดยในการทำกิจกรรมครั้งนี้ผู้วิจัยให้ นักเรียนทำนายผลด้วยตนเองเป็นรายบุคคล

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา: คุณชายศิริวิชัย ผู้ซึ่งชอบทำการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นชีวิตจิตใจ โดยทำการทดลองของคุณชายศิริวิชัย ในวันนี้คือการนำปลายของเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 อัน มาเกี่ยวกัน โดยยึดปลายอีกด้านหนึ่งของเครื่องชั่ง สปริงอันที่ 1 ไว้กับมือข้างหนึ่ง จากนั้นออกแรงดึง

เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ด้วยมืออีกข้างหนึ่ง ด้วยแรง 3 นิวตัน, 6 นิวตัน และ 9 นิวตัน ตามลำดับ อยากทราบว่า.....

1) แรงที่เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 และแรงที่เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 มีขนาดเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย

2) แรงที่เครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 และแรงที่เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 เกิดขึ้นพร้อมกันหรือไม่ และมีทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย

2. ขั้นสังเกต นักเรียนแต่ละคนทำการทดลองตามสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในบันทึกกรรม จากนั้นนักเรียนสืบค้นความรู้เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน บันทึกผลลงในใบบันทึกผลการสืบค้น

3. ขั้นอธิบาย นักเรียนแต่ละคนทำการเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งสรุปและอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง จากนั้นนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

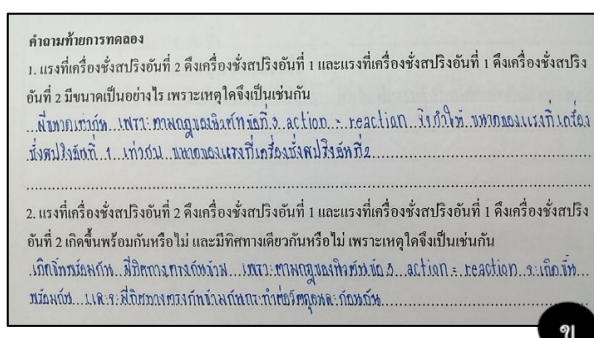
ขั้นที่ 3: ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ดังนี้

1. ขั้นทำนาย จากคำถามข้อที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 มีขนาดเท่ากัน โดยให้เหตุผลว่าเครื่องชั่งสปริงหนึ่งจะดึงอีกเครื่องชั่งสปริงหนึ่งด้วยแรงที่เท่ากัน ส่วนข้อที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 เกิดขึ้นพร้อมกัน มีทิศทางตรงข้ามกัน และมีนักเรียนบางส่วนตอบว่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 อันมีทิศเดียวกัน เพราะเมื่อให้เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 หยดนิ่ง แล้วดึงเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ทำให้เครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 เคลื่อนที่ตามเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ดังนั้น แรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 อัน จึงมีทิศทางเดียวกัน จะเห็นว่ามีทั้งนักเรียนที่ทำนายได้ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

2. ขั้นสังเกต จากคำถามข้อที่ 1 พบว่าผลการทดลองของนักเรียนส่วนใหญ่ คือแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 มีขนาดเท่ากัน เพราะเป็นแรงที่โต้ตอบกัน ส่วนข้อที่ 2 พบว่าผลการทดลองของนักเรียนส่วนใหญ่ คือแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 เกิดขึ้นพร้อมกัน มีทิศทางตรงข้ามกัน เพราะขณะที่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงพบว่าเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 อันยืดออกในทิศทางตรงข้ามกัน และแรงของเครื่องชั่งสปริงทั้ง 2 อันที่กระทำต่อกันคือแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา จึงเกิดขึ้นพร้อมกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกันและกระทำกับวัตถุคนละชิ้นกัน เมื่อนักเรียนได้ทำการสืบค้นทำให้นักเรียนเรียนรู้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย

ภาพประกอบ 5

การทดลองเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน (ก) และ ภาพตัวอย่างผลการทดลอง (ข)



3. ชั้นอธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเปรียบเทียบผลการทำนายและผลการทดลองของตนเองได้ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร รวมทั้งยังสามารถอธิบายผลการทดลองโดยเชื่อมโยงเข้าสู่การเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ได้ และจากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 4: ขั้นการสะท้อนผล นักเรียนค้นคว้ากับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ทำให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น และเมื่อมีการใช้ชื่อเล่นของนักเรียนในสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมกับการทำกิจกรรม รวมทั้งนักเรียนสามารถอธิบายผลการทดลองโดยเชื่อมโยงจากความรู้ที่ได้ในการสืบค้นสามารถสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตันด้วยความเข้าใจของนักเรียนได้ และยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง เช่น การเตะฟุตบอลชนกำแพง แรงที่ฟุตบอลกระทำกับกำแพงมีขนาดเท่ากับแรงที่กำแพงกระทำกับฟุตบอลแต่มีทิศตรงกันข้าม ฟุตบอลจึงด้กลับมายังผู้เตะ เป็นต้น การที่นักเรียนสามารถยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้อย่างถูกต้องแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาจากวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1-4 สามารถนำไปใช้กับวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 5 ได้เลย เนื่องจากนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกตอธิบาย (POE) ที่ได้พัฒนาขึ้นจากวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1-4 แผนที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน และสื่อการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ

ขั้นที่ 2: ขั้นการปฏิบัติการ ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยการเฉลยแบบฝึกหัด

ท้ายแผนที่ 4 และอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้

1. ขั้นทำนาย ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ชื่อเล่นของนักเรียนเป็นตัวละครหลัก จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำนายผลลงในใบกิจกรรม โดยในการทำกิจกรรมครั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำนายผลด้วยตนเองเป็นรายบุคคลจากสถานการณ์ปัญหาดังนี้

สถานการณ์ปัญหา: คุณพิงค์ต้องการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำ 1. เมล็ดถั่วเขียว 2. เมล็ดแมงลัก และ 3. เมล็ดข้าวสารตามลำดับ มากรอกใส่ขวดน้ำพลาสติกแต่ละใบจนเต็ม จากนั้นนำตะเกียบไม้ไผ่ 1 ด้าม มาปักลงไปในขวดน้ำพลาสติกแต่ละใบ อยากทราบว่าเกิดอะไรขึ้นกับขวดน้ำพลาสติกทั้ง 3 ใบ ถ้าคุณพิงค์ออกแรงดึงตะเกียบไม้ไผ่ขึ้นเหนือพื้นในแนวตั้ง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย

2. ขั้นสังเกต นักเรียนแต่ละคนทำการทดลองตามสถานการณ์ปัญหา บันทึกผลการทดลองลงในบันทึกผลการทดลอง จากนั้นสืบค้นความรู้เรื่องแรงเสียดทาน

3. ชั้นอธิบาย นักเรียนทำการเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งสรุปและอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง จากนั้นนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 3: ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น ดังนี้ 1. ขั้นทำนาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำนายว่าขวดน้ำแต่ละใบจะเกิดการสั่นเนื่องจากเมล็ดพันธุ์พืชต่าง ๆ ดันตัวออกมาแทนที่ตะเกียบไม้ไผ่ และล้นออกมานอกขวดน้ำ

2. ขั้นสังเกต ผลการทดลองของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเมื่อออกแรงดึงตะเกียบไม้ไผ่ขึ้นเหนือพื้น ขวดใบที่ 3 ที่บรรจุเมล็ดข้าวสารจะลอยสูงจากพื้นขึ้นมาด้วย และเป็นเพราะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น

ภาพประกอบ 6

การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน



3. ขั้นอธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเปรียบเทียบผลการทำนายและผลการทดลองของตนเองได้ รวมทั้งยังสามารถอธิบายผลการทดลองโดยเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องแรงเสียดทานได้ถูกต้อง และจากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผนที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลที่ในการตอบข้อคำถามได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 : ขั้นการสะท้อนผล นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนุกสนาน และตื่นตัวกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น เนื่องจากผลการทำนายส่วนใหญ่แตกต่างกับผลการทดลอง นักเรียนบางส่วนพยายามหาอุปกรณ์อื่น ๆ ใกล้ตัวมาทดลองแทนตะเกียบไม้ไผ่ เช่น ดินสอ ปากกา และไม้บรรทัดพลาสติก เพื่อพิสูจน์ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นจะให้ผลการทดลองเป็นอย่างไร พยายามสืบค้นความรู้เพื่อหาสาเหตุว่าทำไมผลการทดลองที่ได้จึงเป็นเช่นนั้น จนสามารถ

เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการทดลองเข้ากับทฤษฎีได้ถูกต้อง และนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดเดิมของตนเองให้เป็นแนวคิดใหม่ที่ต้องการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นหลังจากได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทั้ง 5 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการแล้ว ทำการทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ตาราง 2

เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมาย ($n = 29$)

การจัดการเรียนรู้	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	$\bar{X} \pm S.D.$	p-Value
ก่อนเรียน	7	37	19.14 ± 8.54	0.000
หลังเรียน	13	53	35.38 ± 10.44	

หมายเหตุ $p < 0.05$

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนจากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียนเต็ม 60 คะแนน โดยคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีคะแนนต่ำสุด คือ 7 คะแนน สูงสุด คือ 37 คะแนน และมีค่าเฉลี่ย คือ 19.14 ± 8.54 ส่วนคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียน มีคะแนนต่ำสุด คือ 13 คะแนน สูงสุด คือ 53 คะแนน และมีค่าเฉลี่ย คือ 35.38 ± 10.44 เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนและหลังเรียนพบว่า คะแนนแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปผลการวิจัย

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ผู้วิจัยปรับปรุง และพัฒนาขึ้น ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ทั้ง 5 วงจร สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของกลุ่มเป้าหมายได้โดยมีกระบวนการ ดังนี้ ผู้วิจัยเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยเฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผน เพื่อให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาในส่วนนั้น ๆ แก้ไขแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน และเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น จากนั้นเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ดังนี้ 1) ขั้นทำนาย ผู้วิจัยใช้คำถามหรือการกำหนดสถานการณ์ปัญหาในการทำนายที่ชัดเจน นำต้นตอ สนุกสนานและคาดว่าจะขัดแย้งกับแนวคิดเดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2) ขั้นสังเกต นักเรียนทำการทดลองตามสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น และในขั้นนี้ผู้วิจัยเพิ่มการให้นักเรียนสืบค้นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น ๆ จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองกับกฎและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง และ 3) ขั้นอธิบาย ผู้วิจัยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้สอนในการสรุปและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหานั้น ๆ เพื่อแก้ไขแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน

และเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์ให้กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ได้พัฒนาขึ้นผ่านวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1-5 มีคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เข้าด้วยกันอย่างสมดุลเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยทำการเฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผน เพื่อให้นักเรียนได้แก้ไขแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้กลายเป็นแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะเมื่อนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ในเนื้อหาถัดไปได้เร็วขึ้น และช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ที่เรียนได้มากยิ่งขึ้นด้วย เพราะเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์มีความต่อเนื่องกัน จากวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 5 วงจร ทำให้ผู้วิจัยได้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ชัดเจน และเหมาะสมกับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

ขั้นทำนาย ผู้วิจัยใช้การตั้งคำถามที่ชัดเจน โดยสอดรับการสถานการณ์ปัญหาที่ทำนาย และนำต้นตอที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เพราะการใช้คำถามเป็นหนึ่งเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ และเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (ชนาธิป พรกุล, 2554) ในช่วงวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยกล้าทำนายผล เพราะกลัวว่าผลการทำนายของตนเองจะผิด แต่ในวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการถัด ๆ ไป

นักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจ และกล้าทำนายผลของสถานการณ์ปัญหาหรือผลการทดลองมากขึ้นถือว่าเป็นพัฒนาการที่ดีของนักเรียน ซึ่งในขั้นนี้ยังทำให้ผู้วิจัยสามารถทราบแนวคิดเดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้หาทางแก้ไขแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ขั้นสังเกต นอกจากนักเรียนจะต้องลงมือทำการทดลองตามสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อพิสูจน์หาความจริงแล้ว นักเรียนยังต้องสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เพราะการสืบค้นหาความรู้จะสามารถช่วยยืนยันผลการทดลองของนักเรียนได้ จากนั้นนักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลองเข้ากับกฎและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในขั้นนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นได้ชัดว่านักเรียนส่วนใหญ่สนุกสนาน และตื่นตัวกับการทำการทดลอง และจะตื่นเต้นมากเป็นพิเศษเมื่อผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับผลการทำนายของตนเอง โดยนักเรียนจะพยายามทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อลดข้อผิดพลาดและเพื่อพิสูจน์หาความจริงว่าผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากผลการทำนายอย่างไร เพราะเหตุใดถึงเป็นเช่นนั้น นอกจากนั้นนักเรียนยังพยายามสืบค้นหาความรู้เพื่ออธิบายผลการทดลองของตนเอง และพยายามปรึกษาผู้วิจัยเพื่อหาข้อสรุปที่เกิดขึ้น และในงานวิจัยนี้ พบว่านักเรียนจะกล้าอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ของตนเองมากขึ้นเมื่อทำงานเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน ถ้าสมาชิกในกลุ่มมากกว่านี้นักเรียนจะไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และจะเกี่ยงกันทำการทดลอง

ขั้นอธิบาย ผู้วิจัยร่วมสรุปและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้สรุปและอธิบายผลการทดลอง รวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการทำนายกับผลการทดลองของตนเองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพื่อแก้ไขแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ชัดเจนในบางประเด็นของเนื้อหาที่นักเรียนยังสับสนอยู่ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเปรียบเทียบระหว่างความเหมือนและความแตกต่างของผลการทำนายและผลการทดลองของ

ตนเองได้ และสามารถสรุปผลการทดลองโดยเชื่อมโยงเข้าสู่หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง รวมทั้งนักเรียนยังมีความกล้าแสดงออกในการอภิปรายความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ มากขึ้น อาจเป็นเพราะนักเรียนคุ้นชินกับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) และเป็นเพราะนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จึงมีความมั่นใจและไม่กลัวผิด รวมทั้งผู้สอนควรร่วมสรุปและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียน เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น การศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นวงจรปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart พบว่ามีส่วนช่วยทำให้ได้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ชัดเจน เหมาะสม และสามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างแท้จริง เนื่องจากแต่ละวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นการวางแผน 2. ขั้นการปฏิบัติการ 3. ขั้นการสังเกต และ 4. ขั้นการสะท้อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมี 5 วงจรปฏิบัติการ จากการดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ละวงจรทำให้เห็นข้อดีและข้อควรพัฒนา ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุง แก้ไข และพัฒนางานวิจัยเชิงปฏิบัติการวงจรถัด ๆ ไปได้เป็นอย่างดี

จากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายแผน พบว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายคำตอบ ติความ และยกตัวอย่างประกอบได้ถูกต้อง และจากการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูติมา หันตุลา (2558) ที่พบว่านักเรียนมีคะแนนแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน แสดงให้เห็น

ว่านักเรียนมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และยังสามารถเชื่อมโยงกับงานวิจัยของ บีเรค ซูโตโป และ มันทิล (Berek, Sutopo, & Munzil, 2016) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจาก 36.77 คะแนน เป็น 63.26 คะแนน เมื่อเรียนด้วย เทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) รวมทั้งนักเรียนยังสามารถเข้าใจและแก้ไขแนวคิด วิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ถูกต้องของตนเองได้ เนื่องจาก นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำทดลอง เพราะการจัดการเรียนรู้แบบนี้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตนเองเพื่อให้ ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ และสำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่าการจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 2-3 คน ส่งผลให้ นักเรียนมีความกล้าแสดงออกในอธิบายแนวคิด วิทยาศาสตร์ของตนเองมากกว่าการจัดกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คนขึ้นไป

1.2 ผู้สอนจำเป็นต้องสร้างสถานการณ์ ปัญหาหรือการทดลองโดยเริ่มจากง่ายไปยาก เพื่อ สร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้เชิงบวก และ เพื่อทำให้นักเรียนอยากร่วมกิจกรรม

1.3 การจัดการเรียนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ในชั้นอธิบาย ผู้สอนควรมีส่วน ร่วมและเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายและแสดง ความคิดเห็นของตนเองกับผู้สอนอย่างเต็มที่ ไม่ปิดกั้น ทางความคิด และกล่าวคำชื่นชมทุกครั้งเมื่อนักเรียน

มีความกล้าแสดงออก นักเรียนจะได้อธิบายแนวคิด วิทยาศาสตร์ของตนเองอย่างมั่นใจ และเพื่อผู้สอน จะได้สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีแนวคิด วิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้นเพียงใด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษากระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่พัฒนาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเขียนกราฟ ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย เพราะในการ วิจัยครั้งนี้พบว่ากลุ่มเป้าหมายยังมีแนวคิดที่ไม่ ถูกต้องในการเขียนกราฟทางคณิตศาสตร์

2.2 การวิจัยครั้งนี้พบว่ากลุ่มเป้าหมาย มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้ว ดังนั้น ในการ วิจัยครั้งต่อไป อาจพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ หรือทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะทักษะ เหล่านี้เป็นทักษะที่จำเป็นและเป็นทักษะที่สูงขึ้นที่ สามารถพัฒนาได้ต่อเนื่องจากการพัฒนาแนวคิด วิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย ทุนการศึกษาและทุนสำหรับการทำวิจัยจาก โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ในการศึกษาค้นคว้า ขอบขอบคุณผู้อำนวยการ คุณครูที่ให้ความอนุเคราะห์ และความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และนักเรียนในโรงเรียนที่ผู้วิจัยฝึกปฏิบัติการสอนที่ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดีตลอด ระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการสอน

เอกสารอ้างอิง

- โกเมศ นาแฉ่ง. (2554). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ และเมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ชุดิมา หันตุลา. (2558). การศึกษาความเข้าใจในมิติและการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

- ทศนา แหมมณี. (2558). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2558). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(4), 202-209.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การพัฒนาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ ฟรินติ้ง เซอร์วิส.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.). (2556). กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. 2555-2564). กรุงเทพฯ: เป้นไท่ พับลิชชิ่ง.
- Berek, F. X., Sutopo, S., & Munzil, M. (2016). Concept enhancement of junior high school students in hydrostatic pressure and archimedes law by Predict-Observe-Explain Strategy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 230-238.
- Jirout, J., & Pace, A. (2015). Scientific concepts: Development in children. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 21(2), 268-274.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1990). *The action research reader*. (3rd ed). Geelong: Deakin University Press.
- Seyway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for scientists and engineers with modern Physics*. Boston: Cengage Learning.
- White, R. T., & Gunstone, R.F. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.