

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ชั้นอย่างมีบริบท
ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) ด้านผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Learning Outcomes Following a Context-Based 7E Inquiry
Learning Model with Hands-on Activities: Learning Achievement and
Scientific Explanation Competency of Grade 10 Students

กุลธิดา สุวัชรกุลธร

Kuntida Suwatharakunton

โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง

Rayongwittayakom School, Mueang Rayong District, Rayong, Thailand

Corresponding Author E-mail: kuntida.s@rayongwit.ac.th

Received: April 26, 2026; Revised: July 18, 2026; Accepted: August 7, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ชั้นอย่างมีบริบท ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ระดับสมรรถนะที่อิงกรอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน รวม 24 คาบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.39, p < .001$) 2) นักเรียนที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 87.50 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ 7.50 จุดร้อยละ และโดยภาพรวมมีสมรรถนะอยู่ในระดับดีมาก และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.22$)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ชั้น, การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน, กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

This research aimed to 1) compare Grade 10 students' physics learning achievement on Forces and Newton's laws of motion after learning through a Context-Based 7E Inquiry Learning Model with Hands-on Activities with the 70% criterion, 2) compare students' competency in explaining phenomena scientifically with competency levels based on the PISA scientific literacy framework, and 3) study students' satisfaction with the learning activities. The sample consisted of 40 Grade 10 students in the science-mathematics program, selected through cluster sampling. The research instruments were seven lesson plans covering 24 class periods, a learning achievement test, a scientific explanation competency test, and a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and t-test. The findings revealed that 1) students' post-learning achievement was significantly higher than the 70% criterion at the .05 level ($t = 5.39, p < .001$); 2) 87.50% of the students demonstrated a good or higher level of competency in explaining scientific phenomena, exceeding the 80% criterion by 7.50 percentage points, while the overall competency was at a very good level; and 3) students' overall satisfaction with the learning activities was at the highest level ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.22$).

Keywords: 7E Inquiry Learning, Context-based Learning, Hands-on Activities, Learning Achievement, Scientific Explanation Competency

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาสังคมในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นรากฐานของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรม และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ช่วยพัฒนาทักษะสำคัญของนักเรียน เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นการพัฒนานักเรียนให้ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เพื่อให้สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; OECD, 2023) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยยังมีระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD โดยนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและใช้หลักฐานสนับสนุนได้อย่างเป็นระบบ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริม



การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) โดยเฉพาะสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นสมรรถนะพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ปัญหาดังกล่าวสะท้อนถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนที่ยังเน้นการถ่ายทอดความรู้และการคำนวณมากกว่า การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงเหตุผลและเชื่อมโยงความรู้กับบริบทในชีวิตจริง นอกจากนี้ปัญหาระดับภาพรวมของประเทศแล้ว ปัญหาการเรียนรู้ฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษายังปรากฏอย่างชัดเจน ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแรงและกฎการเคลื่อนที่ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องบูรณาการความเข้าใจเกี่ยวกับแรงการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และการใช้เหตุผลเชิงเหตุและผล นักเรียนจำนวนหนึ่งเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น การมองว่าแรงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการทำให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง หรือไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่งโดยใช้หลักฐานจากสถานการณ์จริงได้อย่างเป็นระบบ ลักษณะปัญหาดังกล่าวสะท้อนว่า การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการจดจำสูตรและการแก้โจทย์เชิงคำนวณเพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น หรือ 5E จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ผ่านขั้นสร้างความสนใจ สำรวจ อธิบาย ขยายความรู้ และประเมินผล แต่การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอาจยังไม่เน้นการตรวจสอบและดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมาใช้ก่อนเข้าสู่การเรียนรู้ใหม่ รวมทั้งการนำความรู้ไปถ่ายโอนสู่บริบทที่มีความแตกต่างจากสถานการณ์ที่เรียนในชั้นเรียน Eisenkraft (2003) จึงเสนอการขยายรูปแบบดังกล่าวเป็น 7E โดยเพิ่มขึ้น Elicit เพื่อค้นหาความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน และขั้น Extend เพื่อขยายและถ่ายโอนความรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่ การเพิ่มขึ้นตอนดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมักมีความเข้าใจเดิมหรือมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การตรวจสอบความเข้าใจเดิมก่อนเรียนจึงช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อแก้ไขความเข้าใจดังกล่าวได้อย่างตรงประเด็น ขณะที่การขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ช่วยตรวจสอบว่านักเรียนสามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปใช้สร้างคำอธิบายต่อปรากฏการณ์ที่แตกต่างจากตัวอย่างเดิมได้หรือไม่ ขณะเดียวกัน การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก โดยนักเรียนได้ลงมือทดลอง สังเกต และสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง ซึ่งช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Haury & Rillero, 1994) การบูรณาการแนวคิดทั้ง 3 ได้แก่ การสืบเสาะความรู้ การใช้บริบท และการลงมือปฏิบัติ จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลลัพธ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบทร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ กับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทบทวนวรรณกรรม

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย พยากรณ์ และให้เหตุผลต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีหลักฐานรองรับ (OECD, 2019; OECD, 2023) สมรรถนะดังกล่าวครอบคลุมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างและใช้แบบจำลอง การตั้งสมมติฐาน และการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ อย่างเป็นระบบ ซึ่งถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการพัฒนาต่อยอดจากวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E โดยเพิ่มขั้นตอนเพื่อนำการตรวจสอบความรู้เดิมและการขยายความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ (Eisenkraft, 2003) กระบวนการดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ผ่านการตั้งคำถาม การสำรวจ การทดลอง และการอภิปราย ซึ่งสนับสนุนความเข้าใจเชิงแนวคิดและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ, 2564) นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่า การใช้รูปแบบ 7E สามารถยกระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Fatimah & Anggrisia, 2019)

3. การจัดการเรียนรู้อย่างมีบริบท (Context-based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นแนวทางที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเห็นความหมายของสิ่งที่เรียนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ (Bennett et al., 2007) การใช้บริบทช่วยสนับสนุนการเชื่อมโยงและการถ่ายโอนความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ (ณัฏฐนันท์ จันทรังสีกุล, 2562) ขณะที่การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถ

นำมาใช้ในการพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ (สุชาติ ศรีศกุน, 2565) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (พิมพ์ลอย ตามตระกูล และ อติยา บงกชเพชร, 2565)

4. กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on Activities)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) เป็นแนวทางที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง โดยนักเรียนมีโอกาสได้ทดลอง สังเกต และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Haury & Rillero, 1994) นอกจากนี้ กิจกรรมยังสัมพันธ์กับความสนใจของนักเรียน (Holstermann et al., 2010) และความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Kibga et al., 2021) โดยมีงานวิจัยที่รายงานผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ (Ateş & Eryilmaz, 2011) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Hırça, 2013)

5. การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง 7E บริบท และกิจกรรมปฏิบัติจริง

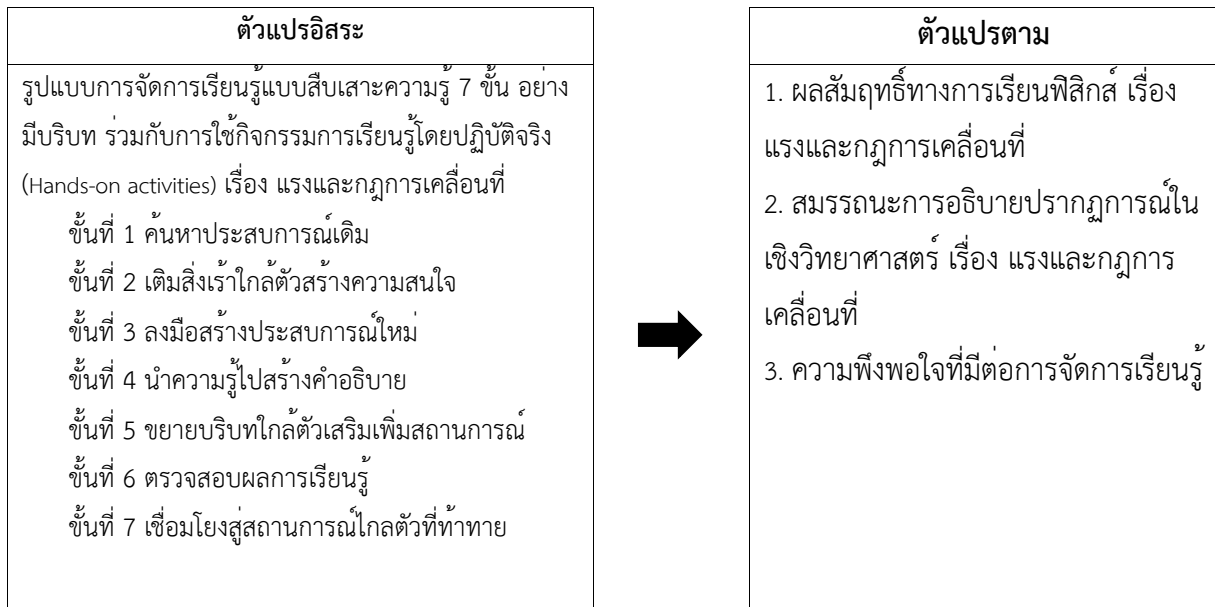
จากการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง พบว่า แนวคิดทั้ง 3 มีความสัมพันธ์กันในลักษณะของกระบวนการต่อเนื่องที่สนับสนุนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประสบการณ์เดิม ทำหน้าที่ตรวจสอบความรู้และมโนทัศน์เดิมของนักเรียน ขั้นที่ 2 เติมสิ่งเร้าใกล้เคียงตัวสร้างความสนใจ ทำหน้าที่เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับบริบทที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 3 ลงมือสร้างประสบการณ์ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนใช้กิจกรรมปฏิบัติจริงเพื่อสำรวจทดลอง และรวบรวมหลักฐาน ขั้นที่ 4 นำความรู้ไปสร้างคำอธิบาย นักเรียนเชื่อมโยงหลักฐานกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบาย ขั้นที่ 5 ขยายบริบทใกล้เคียงตัวเสริมเพิ่มสถานการณ์ ช่วยให้นักเรียนตรวจสอบและประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ขั้นที่ 6 ตรวจสอบผลการเรียนรู้ ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของความเข้าใจและคำอธิบาย และขั้นที่ 7 เชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใกล้เคียงตัวที่ท้าทาย ขั้นที่ส่งเสริมการถ่ายโอนความรู้ไปยังบริบทใหม่

ดังนั้น การบูรณาการแนวคิดทั้ง 3 จึงเป็นการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ บริบททำหน้าที่สร้างความหมายและกระตุ้นคำถาม กิจกรรมปฏิบัติจริงทำหน้าที่สร้างหลักฐานและประสบการณ์ตรง ขณะที่กระบวนการ 7E ทำหน้าที่จัดลำดับการสร้างความรู้ ตรวจสอบความเข้าใจ และขยายการประยุกต์ใช้ความรู้ กระบวนการดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการใช้ความรู้ การใช้ข้อมูลและแบบจำลอง การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการใช้ประโยชน์ต่อสังคม

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย รายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง (One-Group Posttest-Only Design) โดยให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบท ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ แบบแผนดังกล่าวเหมาะสมกับบริบทของการทดลองในชั้นเรียนที่มีข้อจำกัดด้านการจัดกลุ่มนักเรียนและการจัดให้มีกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม การไม่มีกลุ่มควบคุมและไม่มีการวัดก่อนเรียนทำให้การสรุปผลเชิงเหตุและผลควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง โดยผลการวิจัยสะท้อนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นภายหลังการจัดการเรียนรู้และการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด มากกว่าการยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้เป็นสาเหตุเดียวของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (Campbell & Stanley, 1969)

ทดลอง	สอบหลัง
X	O

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น (7E) อย่างมีบริบท ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

O หมายถึง ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว31201 จำนวน 200 คน จาก 5 ห้องเรียน ส่วนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 40 คน จาก 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น (7E) อย่างมีบริบท ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน เวลาทั้งหมด 24 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที มีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 4.66

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.35 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.35 – 0.70

3. แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบวัดที่ใช้สำหรับวัดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2022 (OECD, 2023) ซึ่งใช้กรอบการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์เดียวกันกับกรอบการประเมิน PISA 2015 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อความคำถาม 5 ข้อย่อย รวมทั้งหมด 15 ข้อ แบบวัดมี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วยบริบทระดับบุคคล บริบทระดับท้องถิ่น/ประเทศ และบริบทระดับโลก ประกอบด้วย 5 สมรรถนะย่อย ได้แก่ 1) การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย (A1) 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2) 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (A3) 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4) และ 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5) โดยใช้เกณฑ์ระดับสมรรถนะที่ผู้วิจัยกำหนดโดยอิงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560; OECD, 2019) มีค่าความยากง่าย



ของข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ตั้งแต่ 0.43 – 0.68 ค่าความยากง่ายของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ ตั้งแต่ 0.45 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ตั้งแต่ 0.45 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระตั้งแต่ 0.40 – 0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.87

เครื่องมือวิจัยทุกฉบับผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และตัวแปรที่ศึกษา ด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง

4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถาม 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ประเด็น คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียน และด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.95

การรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ในช่วงระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม 2568 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2568 รวมทั้งสิ้น 24 คาบเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน แล้วนำไปวิเคราะห์ผล

3. นำแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน แล้วนำไปวิเคราะห์ผล

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้

5. เก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรม ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่
2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบค่าที (One-Sample t-Test)
3. เปรียบเทียบคะแนนรวมที่ได้จากใบกิจกรรมและคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยจำแนกระดับสมรรถนะตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัย กำหนดโดยอิงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA และพิจารณาสัดส่วนนักเรียน ที่มีสมรรถนะระดับดีขึ้นไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80
4. แปลความหมายค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎ การเคลื่อนที่ โดยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ได้แก่ 4.51–5.00 หมายถึง มากที่สุด 3.51–4.50 หมายถึง มาก 2.51–3.50 หมายถึง ปานกลาง 1.51–2.50 หมายถึง น้อย และ 1.00–1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัด การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรม การเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568

ตัวแปรตาม	n	คะแนน		$\bar{X}$	S. D.	t	Sig
		เต็ม	เกณฑ์				
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	40	30	21	23.4	2.85	5.39*	<.001

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.39, p < .001$)

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ กับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA

การศึกษาเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และคะแนนจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำร้อยละของคะแนนรวมมาจำแนกตามเกณฑ์ระดับสมรรถนะที่ผู้วิจัยกำหนดโดยอิงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA และพิจารณาสัดส่วนนักเรียนระดับดีขึ้นไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ในการวิจัย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568

แบบวัด/ใบกิจกรรม	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับสมรรถนะ						ระดับ
	ดีเลิศ (6)	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)	สมรรถนะ ภาพรวม
แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่							
ใบกิจกรรมรวม ทั้ง 7 แผน	0.00	5.00	70.00	17.50	7.50	0.00	ดีมาก
โดยภาพรวม	0.00	5.00	72.50	15.00	7.50	0.00	ดีมาก
ร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับดี (3) ขึ้นไป			87.50			-	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า จากผลการประเมิน นักเรียนที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไปมีจำนวนร้อยละ 87.50 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ 7.50 จุดร้อยละหรือคิดเป็น 1.09 เท่าของเกณฑ์ที่คาดหวัง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม อยู่ในระดับดี

มาก โดยนักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำแนกตามสมรรถนะย่อย 5 ด้าน ได้แก่ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย (A1) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (A3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4) และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5) ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568 จำแนกตามสมรรถนะย่อย

สมรรถนะย่อย	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับสมรรถนะ						ระดับสมรรถนะในภาพรวม
	ดีเลิศ (6)	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)	
การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย (A1)	10.00	2.50	72.50	15.00	0.00	0.00	ดีมาก
ร้อยละของจำนวนนักเรียนด้าน A1 ในระดับดี (3) ขึ้นไป			100.00		-		
ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2)	0.00	0.00	57.50	27.50	15.00	0.00	ดีมาก
ร้อยละของจำนวนนักเรียนด้าน A2 ในระดับดี (3) ขึ้นไป			85.00		-		
พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (A3)	5.00	12.50	32.50	30.00	20.00	0.00	ดีมาก
ร้อยละของจำนวนนักเรียนด้าน A3 ในระดับดี (3) ขึ้นไป			80.00		-		
เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4)	2.50	2.50	65.00	17.50	12.50	0.00	ดีมาก
ร้อยละของจำนวนนักเรียนด้าน A4 ในระดับดี (3) ขึ้นไป			87.50		-		
อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)	0.00	0.00	47.50	35.00	12.50	0.00	ดีมาก

สมรรถนะย่อย	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับสมรรถนะ						ระดับสมรรถนะ ในภาพรวม
	ดีเลิศ (6)	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)	
ร้อยละของจำนวนนักเรียน ด้าน A5 ในระดับดี (3) ขึ้นไป			82.50		-		

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 สมรรถนะย่อย โดยภาพรวมในระดับดีมาก โดยนักเรียนมีสมรรถนะด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย (A1) มากที่สุด มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 100.00 รองลงมาคือด้านเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4) มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 87.50 ด้านระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2) มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 85.00 ด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5) มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 82.50 และด้านพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (A3) มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80.00 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะย่อยทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยมี 4 ด้านที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และ 1 ด้าน ได้แก่ การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (A3) มีสัดส่วนเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 80

ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 4 ผลประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น อย่างมีบริบท ร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S. D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	4.63	0.48	มากที่สุด
2. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	4.54	0.50	มากที่สุด
3. ด้านการวัดและประเมินผล	4.57	0.50	มากที่สุด
4. ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
5. ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4.63	0.49	มากที่สุด



รายการประเมิน	$\bar{X}$	S. D.	ระดับความพึงพอใจ
โดยภาพรวม	4.60	0.22	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นตอนมีบริบท ร่วมกับกิจกรรม Hands-on เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.22) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้มีคะแนนสูงสุด ($\bar{X} = 4.63$) รองลงมาคือ ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียน ($\bar{X} = 4.62$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.57$) ขณะที่ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้มีคะแนนต่ำสุด ($\bar{X} = 4.54$) แต่ยังคงอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อค้นพบนี้อธิบายได้จากลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นตอนมีบริบทร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความเข้าใจผ่านการคิดและการลงมือปฏิบัติจากประสบการณ์ตรง รวมทั้งใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม (Hirça, 2013) นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมที่เน้นการสังเกตและลงมือปฏิบัติยังสัมพันธ์กับความสนใจของนักเรียน (Holstermann et al., 2010) และความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Kibga et al., 2021) ประกอบกับรูปแบบ 7E ที่ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิม (Eisenkraft, 2003) ซึ่งเอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ผลการวิจัยสอดคล้องกับ วีรดา ลิ้มปิสวัสดิ์ (2564) และ Bacay และ Herrera (2020) ขณะที่กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง (Haury & Rillero, 1994) และสัมพันธ์กับความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน (Holstermann et al., 2010; Kibga et al., 2021)

ขณะที่ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ไปเป็นผู้สร้างความเข้าใจจากหลักฐานที่ได้จากการปฏิบัติจริง โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมและเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และการเคลื่อนที่ การให้นักเรียนสังเกต ทดลอง และอภิปรายจากสถานการณ์จริง ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันกับหลักการทางฟิสิกส์ได้ชัดเจน ขณะเดียวกัน ขั้นตอนหาประสบการณ์เดิมช่วยให้ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อนก่อนเข้าสู่เนื้อหาใหม่ ส่วนขั้นลงมือสร้างประสบการณ์ใหม่ช่วยให้นักเรียนมีหลักฐานจากการทดลองเพื่อใช้ตรวจสอบความคิดของตนเอง กระบวนการดังกล่าวอาจช่วยลดช่องว่างระหว่างการจำสูตรกับการเข้าใจความหมายของหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พบในการวิจัยครั้งนี้

2. ผลการศึกษาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ ข้อค้นพบนี้อาจอธิบายได้จากลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบ 7E ที่มุ่งตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและขยายความรู้ไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ (Eisenkraft, 2003) ซึ่งเอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ที่นำมาใช้ในงานกิจกรรม นอกจากนี้ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงที่เชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตประจำวัน ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าใจจากการปฏิบัติจริง (Haury & Rillero, 1994; Holstermann et al., 2010) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Safitri et al. (2024) ที่พบว่า รูปแบบ 7E สามารถยกระดับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งการใช้บริบทในการจัดการเรียนรู้ยังช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ของนักเรียน และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (สุชาติ ศรีสกุล, 2565) ขณะที่ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไปมีร้อยละ 87.50 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสมรรถนะย่อยพบความแตกต่างระหว่างแต่ละด้าน โดยด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย (A1) มีสัดส่วนสูงสุด ขณะที่ด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุผลที่เป็นไปได้ (A3) มีสัดส่วนต่ำสุดและอยู่ที่ร้อยละ 80 เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ผลดังกล่าวอาจสะท้อนว่า นักเรียนสามารถนำหลักการพื้นฐานเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่มาอธิบายปรากฏการณ์ได้ดี เนื่องจากกิจกรรมปฏิบัติจริงช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์และหลักฐานที่เป็นรูปธรรม แต่การพยากรณ์ผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรจำเป็นต้องใช้การคิดเชิงเหตุผลและการถ่ายโอนความรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น จึงอาจเป็นสมรรถนะที่ต้องใช้เวลาและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องมากกว่า

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นตอนมีบริบท ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ข้อค้นพบนี้สะท้อนว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจต่อนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจ ตรวจสอบ และสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ตรง พร้อมทั้งเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นความหมายของสิ่งที่เรียนและเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับวัฒนา สระสิริ (2566) ที่รายงานความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอยู่ในระดับมาก ขณะที่ Holstermann et al. (2010) รายงานว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงมีความสัมพันธ์กับความสนใจของนักเรียน

องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ดังนี้

1. ผลการวิจัยสนับสนุนการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นตอนอย่างมีบริบท ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) เป็นแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มุ่งส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
2. การใช้บริบทจากสถานการณ์จริงเป็นองค์ประกอบที่สนับสนุนการเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์กับการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เหตุผลและหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงสำหรับฝึกใช้ความรู้ การสร้างแบบจำลอง และการตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA

จากการสังเคราะห์แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบกิจกรรมร่วมกับผลการวิจัย ผู้วิจัยเสนอกรอบความสัมพันธ์เชิงแนวคิด “C-E-H-T สำหรับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์” ได้แก่

C = Context บริบทจริง

E = Evidence หลักฐานจากการปฏิบัติ

H = Higher-order Explanation การสร้างคำอธิบายเชิงเหตุผล

T = Transfer การถ่ายโอนความรู้สู่สถานการณ์ใหม่

โดยบริบท (Context) ทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์กับประสบการณ์ของนักเรียน กิจกรรมปฏิบัติจริงทำหน้าที่สร้างหลักฐาน (Evidence) จากการสังเกตและการทดลอง กระบวนการสืบเสาะทำหน้าที่เปลี่ยนหลักฐานดังกล่าวไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงเหตุผล (Higher-order Explanation) และขั้นการขยายความรู้ทำหน้าที่ส่งเสริมการถ่ายโอนความรู้ (Transfer) ไปยังสถานการณ์ใหม่ กรอบดังกล่าวใช้อธิบายลำดับการจัดกิจกรรมจาก “บริบท → หลักฐาน → คำอธิบาย → การถ่ายโอน” โดยกระบวนการ 7E เป็นโครงสร้างการจัดลำดับการเรียนรู้ ขณะที่บริบทและกิจกรรมปฏิบัติจริงสนับสนุนการสร้างความหมายและหลักฐาน กรอบนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหัวข้ออื่นที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างหลักการทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง

สรุป

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นตอนอย่างมีบริบท ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลการประเมินสมรรถนะสะท้อนว่า

นักเรียนสามารถนำความรู้และหลักฐานจากกิจกรรมมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการบวนการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สะท้อนว่าการบูรณาการกระบวนการสืบเสาะ บริบทในชีวิตจริง และกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มุ่งพัฒนาทั้งความรู้ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ และการนำความรู้ไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ควรเลือกใช้บริบทที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน เช่น การโดยสารรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ การเบรก การคาดเข็มขัดนิรภัย การผลหรือคันวัดตุ้ และเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กีฬา เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างเป็นรูปธรรม
2. ขั้นลงมือสร้างประสบการณ์ใหม่ควรจัดกิจกรรมปฏิบัติจริงที่ให้นักเรียนได้สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ โดยควรเตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอและกำหนดเวลาในการทดลองอย่างชัดเจน เนื่องจากกิจกรรมปฏิบัติจริงใช้เวลาในการเตรียมอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม และการอภิปรายผลมากกว่าการบรรยาย
3. ควรเพิ่มการให้ข้อมูลสะท้อนกลับระหว่างการทำกิจกรรม โดยเฉพาะการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ผลการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสมรรถนะด้านการพยากรณ์มีส่วนของนักเรียนที่อยู่ในระดับดีขึ้นไปต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสมรรถนะย่อยด้านอื่น
4. ครูควรจัดกิจกรรมในชั้นเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใกล้เคียงที่ท้าทายให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ถ่ายโอนความรู้จากสถานการณ์ที่ทดลองไปสู่สถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนและแตกต่างจากตัวอย่างเดิม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1. ควรเปรียบเทียบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้นอย่างมีบริบทร่วมกับกิจกรรมปฏิบัติจริง กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการจัดการเรียนรู้แบบใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ควรใช้แบบแผนการวิจัยที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาการพัฒนาสมรรถนะย่อยด้านการพยากรณ์และการตั้งสมมติฐานอย่างเฉพาะเจาะจง เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่ต้องอาศัยการคิดเชิงเหตุผลและการถ่ายโอนความรู้ในระดับสูง



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ณัฏฐนันท์ จันทรังสีกุล. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- บุญญาพร แสงประเสริฐ, ชนาวุฒิ ลาตวงษ์, และ นพมณี เชื้อวชิรินทร์. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 23(4), 240–252.
- พิมพ์ลอย ตามตระกูล, และ ธิติยา บงกชเพชร. (2565). การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 12(1), 291–305.
- วัฒนา สระสิริ. (2566). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้วิธีการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ร่วมกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ปัญญา*, 2(3), 48–64.
- วีรดา ลิ้มปิสวัสดิ์. (2564). *การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา].
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุชาติ ศรีสกุล. (2565). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 13(1), 29–41.
- Ateş, Ö., & Eryilmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), Article 6.

- Bacay, M. M., & Herrera, A. S. (2020). Context-based learning in teaching senior high school: Basis for science instructional material development. *Asia Pacific Journal of Education, Arts and Sciences*, 7(1), 73–81.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1969). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Rand McNally.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.
- Fatimah, F. M., & Anggrisia, N. F. (2019). The effectiveness of 7E learning model to improve scientific literacy. In Proceedings of the International Conference on Science, Technology, Education, Arts, Culture and Humanity (STEACH 2018) (Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Vol. 277, pp. 18–22). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/steach-18.2019.4>
- Haury, D. L., & Rillero, P. (1994). *Perspectives of hands-on science teaching*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document No. ED372926).
- Hırça, N. (2013). The influence of hands on physics experiments on scientific process skills according to prospective teachers’ experiences. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 1–9.
- Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on students’ interest. *Research in Science Education*, 40, 743–757. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>
- Kibga, E. S., Gakuba, E., & Sentongo, J. (2021). Developing students’ curiosity through chemistry hands-on activities: A case of selected community secondary schools in Dar es Salaam, Tanzania. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1962. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10856>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>

- OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Safitri, M. L. O., Fathurohman, A., & Nurlaila. (2024). Improving science literacy using the learning cycle 7E learning model. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 7(3), 3014–3022.
<https://doi.org/10.31949/jee.v7i3.10739>

