

การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด – เบส

The Development of Grade 11 Students' Competence in Explaining Scientific
Phenomena through Phenomenon-Based Learning on the Topic of Acids and Bases

นาซีลา พณฺนุ้ย¹, ภารทิพย์ สุขเพิ่ม², ดาริน บุญศรี³ และ บุเรียม พรหมปลัด⁴

Naseela Ponnui¹, Porntip Sukpoem², Darin Boonsri³ and Buriam Phrompalat⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพัทลุง โดยเลือกห้องที่มีสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ในระดับต้น และเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานจำนวน 3 แผน และแบบประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการวัดสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 3 วงจร โดยจากการแบ่งสัดส่วนคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ในวงจรที่ 1 ได้คะแนนการพัฒนาเฉลี่ย 30.23 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง ในวงจร 2 ได้คะแนนการพัฒนาเฉลี่ย 34.53 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง และในวงจร 3 ได้คะแนนการพัฒนาเฉลี่ยที่ 40.91 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลางแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์นั้นทั้ง 3 วงจรนักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 35.22 อยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: การพัฒนาสมรรถนะ, การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน กรด-เบส

Abstract

This research aimed to develop Grade 11 students' competency in explaining scientific phenomena through phenomenon-based learning. The target group consisted of 31 students from Grade 11/2 at a secondary school in Phatthalung Province, Thailand. The class was selected based on their initially low level of scientific explanation competency. Data collection took place during the second semester of the 2024 academic year. The research instruments included three phenomenon-based learning plans and a scientific explanation competency assessment form. Data were analyzed using mean, percentage, and relative development scores. The results revealed a consistent improvement in students' scientific explanation competency across all three learning cycles. In Cycle 1, the average relative development score was 30.23; in Cycle 2, it increased to 34.53; and in Cycle 3, it reached 40.91. All three scores indicate a moderate level of development. The overall average relative development score was

¹ นักศึกษาสาขารัฐบาลเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โทรศัพท์ 0623540626 อีเมล: s641222111@pkru.ac.th

² อาจารย์วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โทรศัพท์ 0966461872 อีเมล: porntip.s@pkru.ac.th

³ อาจารย์วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โทรศัพท์ 0841831147 อีเมล: darin.chem@gmail.com



35.22. These findings suggest that phenomenon-based learning can moderately enhance students' competency in explaining scientific phenomena.

Keywords: Competency Development, Scientific Phenomenon Explanation, Phenomenon-Based Learning, Acids and Bases

บทนำ

การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022 (2566) PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดของการศึกษาไทย เป็นการประเมินเพื่อวัดคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพ หรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง มีการประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย โดย PISA จะเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือ ความรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน เมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทย ทั้ง 3 ด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์และการอ่านมีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ

PISA 2025 SCIENCE FRAMEWORK (2025) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะมีรายละเอียดดังนี้ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การออกแบบ และประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณและการศึกษาค้นคว้า ประเมิน 3) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนั้น ครูจะต้องแน่ใจว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่จำเป็นในหัวข้อหนึ่ง ๆ เพื่อการพัฒนาคำถามวิจัยจากสิ่งที่สงสัย โดยครูจำเป็นต้องสอนนักเรียนถึงวิธีตั้งคำถามการวิจัยที่เหมาะสมซึ่งจะนำไปสู่ความน่าสนใจและเป็นโอกาสในการค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ ที่สำคัญคือครูจำเป็นต้องหยุดการสอนแบบบอกตรง ๆ แต่ควรสร้างแบบจำลองทักษะที่นักเรียนสามารถใช้ได้ด้วยตัวเอง ซึ่งสามารถเปลี่ยนวิธีสอนจากแบบเดิมที่สอนตรง ๆ มาเป็นการให้นักเรียนได้ปฏิบัติในสิ่งที่ต้องการ และสร้างการเปรียบเทียบเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ กับการนำไปใช้จริง ซึ่งจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนจะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับทักษะหรือเนื้อหาที่สอดคล้องกับสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ (เรวณี ชัยเชาวรัตน์, 2563)

เนื่องจากผู้วิจัยสอนในรายวิชาเคมี ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ฝึกปฏิบัติการสอนเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ในภาคเรียนที่ 1 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ได้สังเกตเห็นปัญหาของนักเรียน คือเมื่อจัดการเรียนรู้ในเรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย จากกิจกรรมในห้องเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถอธิบายและเชื่อมโยงกับเนื้อหาได้โดยส่วนใหญ่แล้วนักเรียนอธิบายจากลักษณะที่นักเรียนได้เห็น เช่น ฟองสบู่มีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อนำขวดไปวางไว้ในน้ำเย็น และฟองเล็กลงเมื่อนำขวดไปวางไว้ในน้ำร้อน เนื่องจากนักเรียนขาดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อาจเกิดจากการจัดการที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมขึ้น ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้ลองสร้างปรากฏการณ์ขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงขาดทักษะในด้านนี้ จากเหตุการณ์ข้างต้นผู้วิจัยจึงอยากพัฒนาให้นักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ตรงกับสมรรถนะที่ 1 ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มี 5 องค์ประกอบ คือ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบายพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม โดยในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2567 ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด - เบส

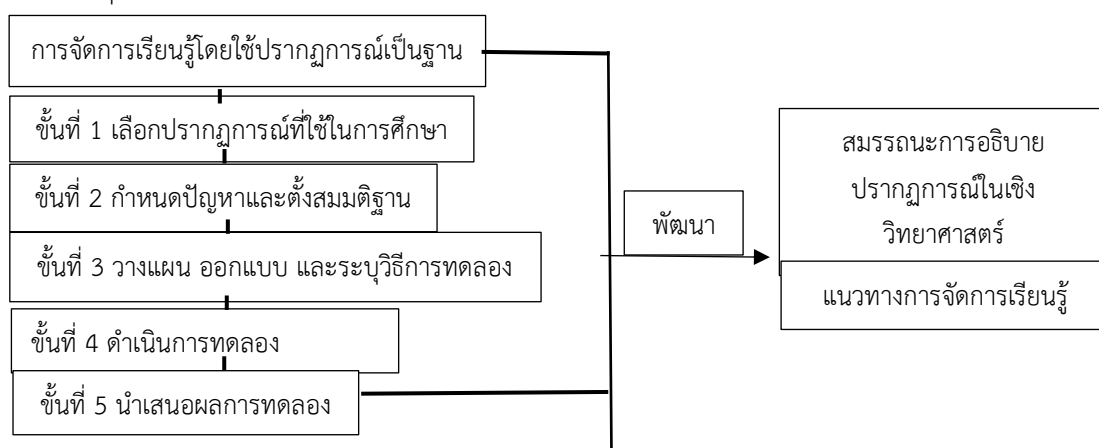


วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส

กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแสดงกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ของทันทธร จุยสวัสดิ์ นพมณี เชื้อวชิรินทร์ และปริญญา ทองสอน (2564) และแนวคิดของสุปราณี บัวล้อมใบ จินตนา ศิริธัญญรัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย (2566) มาประยุกต์ใช้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษา ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานขั้นที่ 3 วางแผน ออกแบบ และระบุวิธีการทดลอง ขั้นที่ 4 ดำเนินการทดลอง ขั้นที่ 5 นำเสนอผลการทดลอง โดยแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด – เบส

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 31 คน ของ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพัทลุง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่อง สมบัติกรด-เบสของเกลือ จำนวน 3 ชั่วโมง แผนที่ 2 เรื่อง การไทเทรต จำนวน 4 ชั่วโมง แผนที่ 3 เรื่อง สารละลาย บัฟเฟอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการเรียนรู้ 11 ชั่วโมง มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่ผู้วิจัย ได้สังเคราะห์จากงานวิจัย (ของทันทธร จุยสวัสดิ์ นพมณี เชื้อวชิรินทร์ และปริญญา ทองสอน, 2564) ดังตารางที่ 1



ตาราง 1 องค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบแบบอัตนัย			รวม
	สมบัติกรด-เบสของเกลือ	การไทเทรต	สารละลายบัฟเฟอร์	
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	3 (6 คะแนน)
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	3 (6 คะแนน)
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	3 (6 คะแนน)
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	3 (6 คะแนน)
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	3 (6 คะแนน)
รวม	5 (10 คะแนน)	5 (10 คะแนน)	5 (10 คะแนน)	15(30 คะแนน)

2.2 แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ตามกรอบการวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของ PISA Thailand

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แผนที่ใช้ในการศึกษาโดยใช้กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & Mc Taggart ในงานวิจัยของ (กฤษณ์ เพียรมาก และธิดิยา บงกชเพชร 2566) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning หรือ P) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Action หรือ A) ขั้นสังเกต (Observe หรือ O) และขั้นสะท้อนผล (Reflect หรือ R) เมื่อได้ผลจากการสะท้อนนี้จะนำไปปรับปรุงพัฒนาในแผนครั้งถัดไป ดำเนินการเช่นนี้ต่อไป จำนวน 3 แผน โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นวางแผน ผู้วิจัยดำเนินการวางแผน ได้แก่ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส จำนวน 3 แผน ได้แก่ เรื่อง สมบัติกรด-เบสของเกลือ การไทเทรตกรด-เบส และ สารละลายบัฟเฟอร์ สร้างแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ จำนวน 5 ข้อ เพื่อวางแผนแต่ละวงจรการวิจัย

2) ขั้นปฏิบัติตามแผน นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากขั้นวางแผนไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ต่อเนื่องกันเป็นวงจร จำนวน 3 วงจร

3) ขั้นสังเกต จากแผนกิจกรรมที่ได้นำไปใช้กับนักเรียน ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ด้วยแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

4) ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาจจากการประเมินมาสรุปและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางแก้ไขและพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรถัดไป

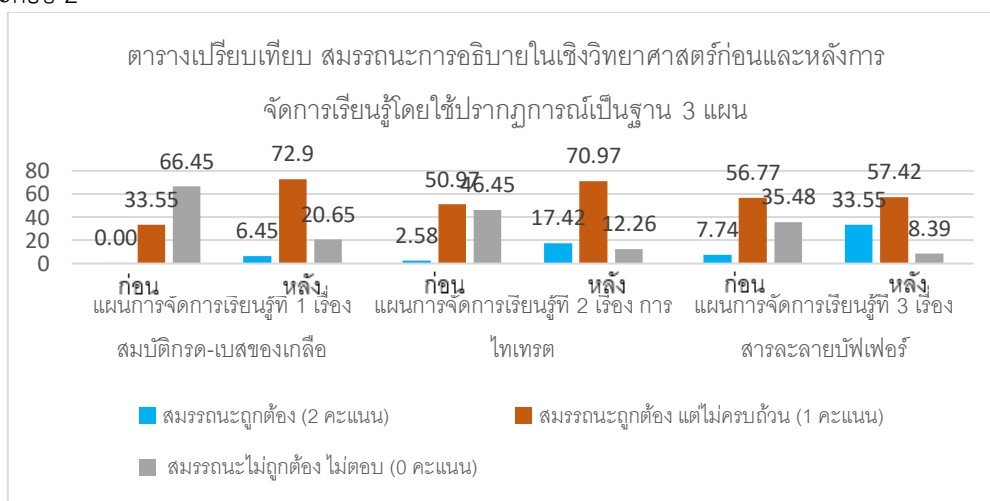


4. วิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส วิเคราะห์โดยนำคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากร้อยละของจำนวนนักเรียน 31 คน ที่ตอบแบบวัดสมรรถนะ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่ตอบสมรรถนะถูกต้อง (2 คะแนน) นักเรียนที่ตอบสมรรถนะถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) และนักเรียนที่ตอบสมรรถนะไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ (0 คะแนน) ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จำนวนนักเรียนที่ตอบสมรรถนะถูกต้อง (2 คะแนน) และนักเรียนที่ตอบสมรรถนะถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) เพิ่มขึ้น และนักเรียนที่ตอบสมรรถนะไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ (0 คะแนน) มีจำนวนลดลง ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ตารางเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปหาค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยแสดงดังตารางที่ 1-3



ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 เรื่อง สมบัติกรด-เบสของเกลือ

องค์ประกอบสมรรถนะ การอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					
	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	สมรรถนะ ถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้องแต่ ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ ถูกต้อง ไม่ตอบ (0 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ ถูกต้อง ไม่ตอบ (0 คะแนน)
1. นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	0 (0.00%)	13 (46.13%)	18 (58.06%)	2 (6.45%)	26 (83.87%)	3 (9.68%)
2. ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทน เชิงอธิบาย	0 (0.00%)	7 (22.58%)	24 (77.42%)	4 (12.90%)	24 (77.42%)	3 (9.68%)
3. พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	0 (0.00%)	9 (29.03)	22 (70.97%)	2 (6.45%)	19 (61.29%)	10 (32.26%)
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบาย	0 (0.00%)	16 (51.61%)	15 (48.39%)	0 (0.00%)	20 (64.52%)	11 (35.48%)
5. อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่สามารถ นำไปใช้เพื่อสังคม	0 (0.00%)	7 (22.58%)	24 (77.42%)	2 (6.45%)	24 (77.42%)	5 (16.13%)
รวม	0	52	103	10	113	32
$\bar{X}$	0	10.40	20.60	2.00	22.60	6.40
ร้อยละ	0	33.55	66.45	6.45	72.90	20.65

จากตาราง 2 ร้อยละ 66.45 การวัดสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ส่วนใหญ่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) ถัดไปนักเรียนที่ตอบถูกและตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) ร้อยละ 33.55 และนักเรียนที่ตอบถูกตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) ร้อยละ 0.00 หลังจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยยกสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี คือ นักเรียนที่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) มีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 20.65 ถัดไปนักเรียนที่ตอบถูก และตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 72.90 และนักเรียนที่ตอบถูกต้องตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6.45 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 30.23 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง





ภาพประกอบ 3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ในวงจรที่ 1 เรื่อง สมบัติกรด-เบสของเกลือ

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 เรื่อง การไทเทรต

องค์ประกอบสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					
	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	สมรรถนะถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ถูกต้อง ไม่ตอบ (0 คะแนน)	สมรรถนะถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ถูกต้อง ไม่ตอบ (0 คะแนน)
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (2)	0 (0.00%)	21 (67.74%)	10 (32.26%)	11 (35.48%)	18 (58.06%)	2 (6.45%)
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	1 (3.55%)	14 (35.48%)	16 (51.61%)	9 (29.03%)	19 (61.29%)	4 (12.90%)
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	2 (6.45%)	15 (53.23%)	14 (35.48%)	2 (6.45%)	23 (74.19%)	6 (19.35%)
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	0 (0.00%)	19 (61.29%)	12 (38.71%)	1 (3.55%)	26 (83.87%)	4 (12.90%)
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	1 (3.55%)	10 (32.26%)	20 (64.52%)	4 (12.90%)	24 (77.42%)	3 (9.68%)
รวม	4	79	72	27	110	19
$\bar{X}$	0.80	15.80	14.40	5.40	22.00	3.800
ร้อยละ	2.58	50.97	46.45	17.42	70.97	12.26

จากตาราง 3 ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้จากวงจรที่ 1 ซึ่งพบแนวการจัดการเรียนรู้ที่ดี โดยเน้นให้นักเรียนได้ทดลอง และคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สร้างสถานการณ์จากชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยทำการวัดสมรรถนะก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร้อยละ 46.45 ส่วนใหญ่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) ถัดไปนักเรียนที่ตอบถูกและตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) ร้อยละ 50.97 และนักเรียนที่ตอบถูกต้องตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) ร้อยละ 2.58 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการวัดสมรรถนะก่อนเรียนในวงจรที่ 1 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน แล้ววัดสมรรถนะหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน



นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี คือ นักเรียนที่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) มีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 12.26 ถัดไปนักเรียนที่ตอบถูก และตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 70.97 และนักเรียนที่ตอบถูกต้องตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 17.42 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 34.53 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยสร้างสถานการณ์จากชีวิตประจำวันของนักเรียน และเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติลงมือทำด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่เพิ่มขึ้นได้



ภาพประกอบ 4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ในวงจรที่ 2 เรื่อง การไทเทรต



ตาราง 4 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3
เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

องค์ประกอบสมรรถนะการ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					
	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	สมรรถนะ ถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ ถูกต้อง ไม่ ตอบ (0 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้อง (2 คะแนน)	สมรรถนะ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน (1 คะแนน)	สมรรถนะไม่ ถูกต้อง ไม่ ตอบ (0 คะแนน)
1. นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	3 (9.68%)	21 (67.74%)	7 (22.58%)	20 (64.52%)	9 (29.03%)	2 (6.45%)
2. ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิง อธิบาย	2 (6.45%)	17 (54.84%)	12 (38.71%)	13 (41.94%)	16 (51.61%)	2 (6.45%)
3. พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	3 (9.68%)	17 (54.84%)	11 (35.48%)	8 (25.81%)	20 (64.52%)	3 (9.68%)
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบาย	1 (3.55%)	20 (64.52%)	10 (32.26%)	7 (22.58%)	22 (70.97%)	2 (6.45%)
5. อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	3 (9.68%)	13 (41.94%)	15 (48.39%)	5 (16.13%)	22 (70.97%)	4 (12.90%)
รวม	12	88	55	52	89	13
$\bar{X}$	2.4	17.6	11	10.4	17.8	2.6
ร้อยละ	7.74	56.77	35.48	33.55	57.42	8.39

จากตาราง 4 ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้จากวงจรที่ 2 ซึ่งเมื่อเน้นการทดลองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถพัฒนาการอธิบายสมรรถนะเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ร้อยละ 35.48 ส่วนใหญ่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) ถัดไปนักเรียนที่ตอบถูกและตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) ร้อยละ 56.77 และนักเรียนที่ตอบถูกต้องตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) ร้อยละ 7.74 หลังจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี คือ นักเรียนที่ตอบไม่ตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (0 คะแนน) มีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 8.39 ถัดไปนักเรียน ที่ตอบถูกและตรงตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ตอบไม่ครบถ้วน (1 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 57.42 และนักเรียนที่ตอบถูกต้องตามสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 33.55 ผู้วิจัยนำข้อมูล ที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 40.91 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง ซึ่งในทุกวงจรนักเรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นในทุกวงจร



อภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 3 วงจร ส่งผลให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยรวม ที่ 35.22 อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษา ครูเสนอปรากฏการณ์ให้กับนักเรียน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาและนักเรียนให้ความสนใจ และสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษาได้ ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน นักเรียนระบุปัญหาจากปรากฏการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อตั้งสมมติฐานในการศึกษาค้นคว้าหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าว ขั้นที่ 3 วางแผน ออกแบบและระบุวิธีการทดลอง นักเรียนพิจารณาปัญหาและสมมติฐานออกแบบการทดลองในหลากหลายรูปแบบโดยมีเงื่อนไขตามอุปกรณ์และสารเคมีที่จำกัด แล้วพิจารณาการทดลองที่สร้างขึ้น เพื่อเลือกนำมาใช้ในการศึกษาทดลอง กับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงอย่างเหมาะสม โดยนักเรียนต้องอธิบายปัจจัยหรือสาเหตุที่เลือกวิธีการดังกล่าวได้ ขั้นที่ 4 ดำเนินการทดลอง นักเรียนดำเนินการทดลองตามวิธีการที่นักเรียนเลือกแล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาทดลองมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่นำไปสู่การลงข้อสรุป ขั้นที่ 5 นำเสนอผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง พร้อมนำเสนอผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง ข้อเสนอแนะปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ครูได้ประเมินจากการศึกษาของนักเรียนตามสภาพจริง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชานันท์ วรวัฒนานนท์ และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2565) กล่าวว่า หลังการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานพบว่า ในภาพรวมสูงขึ้น จากร้อยละ 49.75 เป็น 81.25 (ระดับน้อยเป็นระดับมาก) ซึ่งผลจากการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส จำนวน 31 คน ใช้การวัดสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย 3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ 4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และ 5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม พบว่า ในวงจรที่ 1 ค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 30.23 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง วงจรที่ 2 ค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 34.53 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง และวงจรที่ 3 ค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ได้เท่ากับ 40.91 อยู่ในพัฒนาการระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 วงจร นักเรียนมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนทำการทดลอง โดยสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา แล้วนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้ได้ความรู้ใหม่เพื่อลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอารียา วิจิตรอมรเลิศ กัญสพพัฒน์ สิทธิวรโชติ และกิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2567) กล่าวว่า การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์จะเห็นว่ามันนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ผ่านการค้นคว้าและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ แก้ปัญหา และนำความรู้ที่สร้างขึ้นมานำใช้ในอนาคตได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุปราณี บัวล้อมใบ จินตนา ศิริธัญญรัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย (2566) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานมีกระบวนการ และขั้นตอนการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์และสืบเสาะ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจึงช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส สามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการทดลอง นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ในการทดลองวงจรที่ 2 ครูจัดเวลาในการทดลองไม่เหมาะสม ซึ่งการทดลองใช้เวลาไม่เหมาะสมนักเรียนอาจไม่ได้



ผลลัพธ์ที่ชัดเจนจากการทดลอง หรืออาจทำให้เกิดความเครียดในการเรียนรู้ จะทำให้กระบวนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนลดลง ดังนั้นครูควรกำหนดระยะเวลาให้เพียงพอทั้งในขั้นตอนการทดลอง

1.2 ควรมีการจัดกิจกรรมที่นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน และอภิปรายผลในกลุ่ม เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การนำปรากฏการณ์ธรรมชาติในห้องเรียนมาผูกโยงกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับโลกภายนอก เนื่องจากการนำปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันมาสู่การเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียน และเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์จริง ทำให้การอธิบายปรากฏการณ์เป็นไปอย่างมีเหตุผลและมีความหมาย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎี เพ็ญมาก และธิดา บงกชเพชร. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(4), 211.
- การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022. สสวท. PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>.
- ทัศนธร จัยสวัสดิ์, นพณีย์ เชื้อวัชรินทร์ และปริญญา ทองสอน. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 22(1), 7.
- เรณีย์ชัย เขาวรัตน์. (2563). *Phenomenon – Based Learning: การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://thepotential.org/knowledge/phenomenon-based-learning/>.
- สุขานันท์ วรพัฒนานนท์ และสกลชัย ชะนูนันท์. (2565). การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและภัยธรรมชาติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(1), 137.
- สุปราณี บัวล้อมใบ, จินตนา ศิริธัญญรัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2566). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย*, 14(1), 60.
- อารียา วิจิตรอมรเลิศ, กัญสพัตน์ สิทธิวรโชติ และกิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2567). การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส. *วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย*, 6(3), 197.
- PISA 2025 SCIENCE FRAMEWORK. PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://shorturl.asia/Jbct3>.

