

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาสมรรถนะ
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**Model-Based Learning Incorporating with Gamification to Enhance 10th
Grade Students' Competency to Explain Phenomena Scientifically
on Momentum and Collisions**

นันทิตา มงคลศรี และ ธิติยา บงกชเพชร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Nanthita Mongkhonsri and Thitiya Bongkotphet

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: Nanthitam64@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ และผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน กลุ่มเป้าหมายเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 11 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้มีระดับความเหมาะสมอยู่ที่ 4.68 แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรมมีระดับความเหมาะสมอยู่ที่ 4.46 และแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67–1.00 เก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามวงจร PAOR มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ครูควรใช้คำถาม ที่ส่งเสริมต่อการสร้างคำอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล และสถานการณ์ที่นำมาควรเป็นเรื่องใกล้ตัว ไม่ซับซ้อน ผลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีระดับของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยด้านกรนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย

* วันที่รับบทความ : 12 มิถุนายน 2566; วันที่แก้ไขบทความ 4 กรกฎาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 6 กรกฎาคม 2566

Received: June 12 2023; Revised: July 4 2023; Accepted: July 6 2023

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน; เกมมิฟิเคชัน; สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์
ในเชิงวิทยาศาสตร์

Abstracts

The purposes of this action research were to examine the learning management approach and the learning management results of using model-based learning incorporating with gamification approach to enhance students' explaining phenomena scientifically competency on momentum and collisions. The target group of this research were 11 students who studied in 10th grade. They were selected by using purposive sampling. The research instruments were lesson plans which has a reasonable 4.68, the reflection journals in teaching, the activity work sheets which has a reasonable 4.46 and the developed explaining phenomena scientifically competency test which has IOC between 0.67-1.00. In the research process, the cycle of PAOR include 4 steps; plan, act, observe and reflect. The data were analyzed by using content analysis technique and some basic statistics such as mean, and percentage were also used.

The results show that; the way of using model-based learning incorporating with gamification approach. Teachers should use questions that encourage rational explanations. The situation in model-based learning should be a close-knit affair. In order to help students understand easily. The results of the development of explaining phenomena scientifically competency, it was found that, overall, students had higher levels of explaining phenomena scientifically competency both during and after learning management. Most of them have average scores on the using of scientific knowledge to create the most reasonable explanations and average scores for predicting scientific changes and providing the least reasonable results. In addition, it was found that during learning management, students developed HOTS and scientific process skills.

Keywords: Gamification; Competency to explain phenomena scientifically; Model-Based Learning

บทนำ

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสามของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ PISA 2015 (Programme for International Student Assessment 2015) ได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจาก สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในตัวบ่งชี้ที่แสดงถึง ความฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียน โดยนักเรียนที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 2560 : 15) จากผลการประเมินความฉลาดรู้

เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA ในปี 2006 และ ปี 2015 เป็นปีที่วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินหลัก พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในปี 2006 และ ปี 2015 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ในส่วนของผลการประเมินในหมวดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ในปี 2015 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นจุดอ่อน ที่นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำที่สุด คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 2561 : 111) สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการประเมินของ PISA เท่านั้น แต่ยังมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เนื่องจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถือได้ว่าเป็นกระบวนการสำคัญที่ควรเกิดขึ้นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจของตนเองในเรื่องที่กำลังศึกษาอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบกับหลักฐานที่ค้นพบประกอบกับเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมกันเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ (ณัฐธิดา พรหมยอด, 2562 : 11) ดังเช่นในรายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ได้กำหนดให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องสามารถทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม และการชนของวัตถุ ดังนั้นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

จากการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบ ตามแนวทางการประเมินของ PISA จำนวน 2 ข้อ และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ โดยในแบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์จะมีการกำหนดสถานการณ์ และตั้งคำถาม พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างคำอธิบาย ตั้งสมมติฐาน หรือพยากรณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผลตามหลักของวิทยาศาสตร์ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และจากการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม พบสาเหตุของปัญหา คือ นักเรียนคุ้นเคยกับการจำเนื้อหาเพื่อมาตอบคำถามมากกว่าการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นเนื้อหาเชิงนามธรรมที่ยากต่อการเข้าใจ และนักเรียนขาดทักษะในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบาย ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูล หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาตั้งสมมติฐาน พยากรณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้สาเหตุอีกประการที่สำคัญ คือ นักเรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ด้วยบริบทของนักเรียนที่ไม่ได้เห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน ทำให้นักเรียนไม่พยายามที่จะเรียนรู้หรือปฏิบัติงานตามกิจกรรมที่ครูกำหนดไว้

จากการศึกษาเพื่อหาแนวทาง และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบการอธิบาย และการแสดงข้อมูล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลช่วยให้นักเรียนเกิดเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรมกับประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า เกมมิฟิเคชันเป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้เข้ามามีส่วนสำคัญต่อระบบการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากการบูรณาการเกมมิฟิเคชันกับการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยดึงดูดความสนใจ และกระตุ้นการทำงานของนักเรียนให้แสดงออกถึงศักยภาพ ความสามารถในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ (Kapp, K. M., 2012 : 44) ไม่เพียงเท่านั้นกระบวนการของเกมมิฟิเคชัน ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (Bourke, B., 2021 : 2) ที่ต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน ควรเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พร้อมกับสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความต้องการที่จะแสดงออกถึงความรู้ความสามารถที่มี เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ และมีความสุขไปกับการเรียนรู้ในห้องเรียน

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ระเบียบวิธีวิจัย

รูปแบบงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ขั้นตอนการวิจัยเป็นไปตามแนวคิดของ Stephen Kemmis and Robin McTaggart (1998 : 18-19) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 11 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถให้ข้อมูลได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยกลุ่มเป้าหมายได้รับแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยและยินยอมให้ใช้ข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เครื่องมือแต่ละชนิดได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 แผน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนโมเมนตัม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การอนุรักษ์โมเมนตัมและการชนในหนึ่งมิติ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การติดตัวของวัตถุในหนึ่งมิติ ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ Christina V. Schwarz et al. (Schwarz C.V. et al., 2009 : 638) และมีการนำองค์ประกอบของเกมตามแนวคิดของ Fiona Fui-Hoon Nah et al. (Nah, F.F. et al., 2014 : 405) เข้าไปในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการเข้าถึงปรากฏการณ์ 2) ขั้นสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4) ขั้นประเมินแบบจำลอง 5) ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่น ๆ 6) ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง 7) ขั้นการใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน ครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ท่าน และครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน 1 ท่าน ทำการประเมินให้คะแนนตามรายการการประเมิน จากนั้นรวมคะแนนตามรายการการประเมินเพื่อหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดนำมาประเมินระดับความเหมาะสมตามเกณฑ์การประเมินที่แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 1.00-1.49 คะแนน เหมาะสมน้อยที่สุด ระดับ 1.50-2.49 คะแนน เหมาะสมน้อย ระดับ 2.50-3.49 คะแนน เหมาะสมปานกลาง ระดับ 3.50-4.49 คะแนน เหมาะสมมาก และ ระดับ 4.50-5.00 คะแนน เหมาะสมมากที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560 : 121) พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.68 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ได้รับข้อเสนอให้มีการปรับค่าที่ใช้ในประโยคคำถามให้มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลขณะที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน ทำการบันทึกรายละเอียดของข้อมูลจากการสังเกตตามหัวข้อที่กำหนด ประกอบด้วย ผลของการจัดการเรียนรู้ ปัญหา/อุปสรรคที่พบเจอ ข้อสังเกต และแนวทางการแก้ไข ปัญหาในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุง พัฒนา และแก้ไข แผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่าแบบสะท้อนผลนี้เหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับการเก็บข้อมูล

3. ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ลักษณะของใบกิจกรรมจะมีการกำหนดสถานการณ์และข้อความให้นักเรียนเขียนตอบ โดยข้อความแต่ละข้อมีการใช้คำถามเพื่อประเมินตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ตัวบ่งชี้ ซึ่งประกอบด้วย 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย 3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล และ 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน ครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ท่าน และครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน 1 ท่าน ทำการประเมินให้คะแนนตามรายการการประเมิน จากนั้นรวมคะแนนตามรายการการประเมินเพื่อหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดนำมาประเมินระดับความเหมาะสมตามเกณฑ์การประเมินที่แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1.00-1.49 คะแนน เหมาะสมน้อยที่สุด ระดับ 1.50-2.49 คะแนน เหมาะสมน้อย ระดับ 2.50-3.49 คะแนน เหมาะสมปานกลาง ระดับ 3.50-4.49 คะแนน เหมาะสมมาก และ ระดับ 4.50-5.00 คะแนน เหมาะสมมากที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560 : 121) พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด เท่ากับ 4.46 มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยได้รับข้อเสนอให้มีการปรับการเรียงลำดับคำถามของใบกิจกรรมให้ชัดเจนและสอดคล้องตรงตามจุดประสงค์ของการนำไปวัดตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

4. แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบมีลักษณะสอดคล้องกับข้อสอบของ PISA คือ มีการกำหนดสถานการณ์และคำถามให้นักเรียน โดยแต่ละข้อคำถามใช้สำหรับการประเมินตัวบ่งชี้แต่ละตัวของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบของข้อคำถามที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย ข้อคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 3 ข้อ ข้อคำถามแบบเลือกตอบเชิงซ้อนที่ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ จำนวน 2 ข้อ และข้อคำถามแบบเขียนตอบอิสระ จำนวน 5 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบนี้จะใช้เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน ครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ท่าน และครูประจำการผู้มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน 1 ท่าน ซึ่งได้ทำการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ตามรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนน คือ +1 มีความสอดคล้อง 0 คือ ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง และ -1 คือ ไม่สอดคล้อง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560 : 70) พบว่าข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของวงจรปฏิบัติการจำนวน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ และข้อตกลงเบื้องต้นในการจัดการเรียนรู้ โดยมีการสอบถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องโมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 11 คน โดยจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2, และ 3 วงจรละ 1 แผน ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

3. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนทำการศึกษาค้นคว้า และตอบคำถามเพื่อแสดงถึงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านใบกิจกรรม ในขณะที่ทำกิจกรรมผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต จะสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ พฤติกรรม หรือสิ่งที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตนำผลที่ได้จากการบันทึกในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาสะท้อนถึงผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ ปัญหา/

อุปสรรคที่พบเจอ ข้อสังเกต และแนวทางการแก้ไขปัญหามาเพื่อ นำข้อมูลนั้นมาใช้ในการปรับปรุง พัฒนา และแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

5. หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และหลังจากดำเนินกิจกรรมครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ตามประเด็นที่กำหนด ได้แก่ ขั้นตอนนี้ส่งเสริมตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือไม่ อย่างไร ข้อปรับปรุง และข้อเสนอแนะเป็นอย่างไร เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป รวมถึงการหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธี **Resource Triangulation** โดยการนำข้อมูลแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตมาเปรียบเทียบพิจารณาถึงผลของการดำเนินกิจกรรมว่ามีประเด็นแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ถ้าเป็นไปในทิศทางเดียวกันจะแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

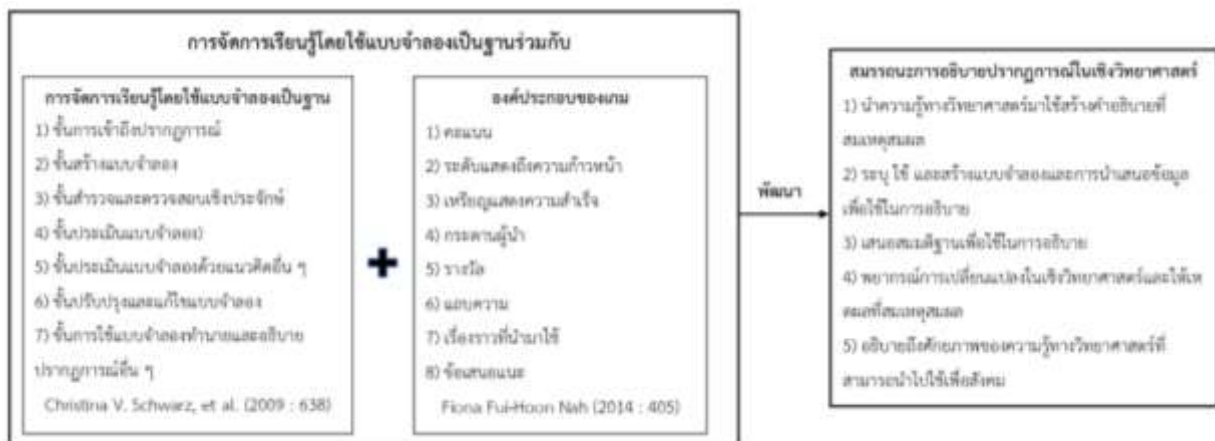
2. ใบกิจกรรม ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลใบกิจกรรมเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้วิธีการตรวจคำตอบที่ละข้อตามเกณฑ์แบบรูปรีคที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อให้คะแนนตามตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อประเมินระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ คือ คะแนน 0-6 ระดับปรับปรุง คะแนน 7-9 ระดับพอใช้ คะแนน 10-12 ระดับดี และคะแนน 13-15 ระดับดีมาก นำเสนอข้อมูลออกมาเป็นจำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ ถ้านักเรียนมีระดับที่สูงขึ้นแสดงว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นพิจารณาคะแนนในแต่ละตัวบ่งชี้เพื่อตรวจสอบว่าตัวบ่งชี้ใดมีคะแนนสูงสุด และต่ำสุด

3. แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้วิธีการตรวจคำตอบของข้อคำถามที่ละข้อ แต่ละข้อมีรูปแบบการให้คะแนนที่แตกต่างกันตามเกณฑ์แบบรูปรีคที่ผู้วิจัยกำหนด จากนั้นทำการรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อประเมินระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ คือ คะแนน 0-3 ระดับปรับปรุง คะแนน 4-7 ระดับพอใช้ คะแนน

8-11 ระดับดี และคะแนน 12-14 ระดับดีมาก นำเสนอข้อมูลออกมาเป็นจำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ ถ้านักเรียนมีระดับที่สูงขึ้นแสดงว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นพิจารณาคะแนนในแต่ละตัวบ่งชี้เพื่อตรวจสอบว่าตัวบ่งชี้ใดมีคะแนนสูงสุด และต่ำสุด เพื่อนำมาเป็นข้อมูลแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวโน้มเป็นอย่างไร และตัวบ่งชี้ใดที่นักเรียนต้องมีการปรับปรุงหรือพัฒนาเพิ่มเติม ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธี Method Triangulation โดยการนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบความสอดคล้อง และแนวโน้มของข้อมูลว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร เพื่อยืนยันผลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 7 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Christina V. Schwarz et al. (Schwarz C.V. et al., 2009 : 638) มาใช้ร่วมกับองค์ประกอบของเกมตามแนวคิดของ Fiona Fui-Hoon Nah et al. (Nah, F.F. et al., 2014 : 405) เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน

จากการศึกษาพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน มีลักษณะดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าถึงปรากฏการณ์ (Anchoring phenomena) ขั้นตอนนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้ และเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยนักเรียนทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตปรากฏการณ์ ครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยคำถามที่ใช้จะเป็นคำถามที่สามารถให้นักเรียนได้ฝึกการดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล เช่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพราะอะไรนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น เป็นต้น ในการตอบคำถามแต่ละครั้งของนักเรียน ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ จะร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบนั้น แต่จะไม่มีการแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบของนักเรียนในเชิงลบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “ครูมีการใช้คำถามที่ทำให้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาเหตุผล และมีการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามที่จะตอบคำถามด้วยการใช้เหรียญ นักพูด และการปรับระดับความคืบหน้าบนกระดานผู้นำ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 21 กุมภาพันธ์ 2566)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Construct a model) ขั้นตอนนี้ครูให้ความรู้เกี่ยวกับแบบจำลอง มีการแสดงตัวอย่างของแบบจำลองที่นักเรียนต้องสร้าง และมีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ จากนั้นครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยการวาดภาพแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์จากขั้นที่ 1 โดยนักเรียนจะใช้ความรู้เดิมในการระบุ และเลือกใช้สัญลักษณ์เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้สัญลักษณ์เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายได้” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 21 กุมภาพันธ์ 2566) ระหว่างที่นักเรียนทำการวาดภาพแบบจำลองครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ และมีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในการทำกิจกรรมเป็นระยะ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ (Empirically test the model) ขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนผ่านการทดลอง การสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต ซึ่งก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลอง ครูจะให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานของการทดลอง และนำเสนอสมมติฐานนั้นพร้อมกับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงตั้งสมมติฐานเช่นนั้น สมมติฐานนั้นสอดคล้องกับการทดลองอย่างไร สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การให้นักเรียนได้นำเสนอสมมติฐานของตนเอง

เป็นกิจกรรมที่ดี เหมือนเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีเหตุและผลในการตั้งสมมติฐานนั้น ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 21 กุมภาพันธ์ 2566) โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันเสนอสมมติฐานโดยใช้ คะแนน และการเพิ่มระดับ สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การใช้คะแนน หรือการเพิ่มระดับ เป็นส่วนที่ช่วยให้นักเรียนกล้าที่จะนำเสนอสมมติฐานของตนเอง ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 7 กุมภาพันธ์ 2566) ในระหว่างการทำกิจกรรมครูจะสอบถามความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน เช่น อาจสุ่มถามให้นักเรียนอธิบายว่ากิจกรรมที่กำลังทำคืออะไร และมีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูจะเข้าไปมีส่วนร่วมกับนักเรียน เพื่อให้คำปรึกษา และใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และตรวจสอบข้อมูลจากการทดลอง หรือการสืบค้นของนักเรียนว่าเป็นไปตามกรอบการเรียนรู้หรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluate the model) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสืบค้นมาประมวลผล เพื่อนำมาวาดภาพแบบจำลอง ซึ่งภาพจากแบบจำลองขั้นนี้เป็นภาพที่ได้จากองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนทำการเปรียบเทียบแบบจำลองแรกเพื่อระบุมความเหมือนและความแตกต่างที่เกิดขึ้น ครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นออกมาว่า เพราะอะไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายว่าแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วควรเป็นเช่นไร สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การใช้คำถามช่วยให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อนำมาสู่การให้เหตุผลของคำตอบ ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2566) โดยในขั้นนี้นักเรียนที่สามารถระบุมความเหมือนและความแตกต่างพร้อมกับอธิบายเหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องจะได้รับเหรียญนักพูด และการปรับระดับความคืบหน้าบนกระดานผู้นำมาเป็นรางวัล สำหรับนักเรียนที่ระบุมความเหมือนและความแตกต่างแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้จะได้รับเหรียญนักพูดเท่านั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่น ๆ (Test the model against other ideas) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ โดยหลักการหรือแนวคิดที่นำมาครูจะต้องทำการศึกษามาล่วงหน้าและตรวจสอบความเกี่ยวข้องระหว่างแนวคิดนั้นกับเนื้อหาที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ โดยแนวคิดนั้นต้องไม่ซับซ้อน หรือยากเกินความเข้าใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน และเกิดความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ หรือข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ผ่านมา สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การใช้ทฤษฎี หรือข้อมูลที่ไม่ยาก หรือซับซ้อนเกินไป จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และเชื่อมโยงข้อมูลได้ง่ายมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายในข้อคำถามนั้น ๆ ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2566) เมื่อนักเรียนทำการศึกษาแนวคิดอื่น ๆ ครูจะใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแนวคิดนั้น ๆ รวมถึงการถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดที่ได้ศึกษากับความรู้จากการเรียนรู้ที่

ผ่าน โดยในขั้นนี้นักเรียนที่ทำกิจกรรมสำเร็จจะได้รับการปรับระดับความคืบหน้าบนกระดานผู้นำ และนักเรียนที่ร่วมตอบคำถามกับครูจะได้รับเหรียญนักพูด

ขั้นที่ 6 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Revise the model) ขั้นนี้ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นที่ 1-5 มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ จากนั้นให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้มาไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองเดิมของตนเอง โดยครูจะใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น จากแบบจำลองที่นักเรียนเคยทำมานั้นนักเรียนคิดว่ามีความสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร นักเรียนระบุได้หรือว่าจะปรับเปลี่ยนอะไรในแบบจำลอง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น เป็นต้น เมื่อนักเรียนทำการวาดภาพแบบจำลองของตนเองสมบูรณ์จนสามารถนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนได้ จะมีการนำเสนอแบบจำลองที่ปรับเปลี่ยนแล้ว สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การนำเสนอแบบจำลองสามารถช่วยให้นักเรียนได้มีการอธิบายถึงเหตุผลของการเลือกใช้สัญลักษณ์ หรือการวาดภาพแบบจำลองใหม่ เพราะนักเรียนบางคนอาจจะสามารถพูดอธิบายได้ดีกว่าการเขียนในใบกิจกรรม” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2566) นักเรียนทั้งหมดจะร่วมกันเลือกแบบจำลองที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ นักเรียนที่มีแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุดจะได้รับการเพิ่มระดับในกระดานผู้นำ

ขั้นที่ 7 ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ (Use the model to predict or explain) ขั้นนี้ครูกำหนดสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนนำแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่ได้จากการเลือกในขั้นที่ 6 มาประยุกต์ใช้เพื่อคาดการณ์และสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ใหม่ ระหว่างการทำกิจกรรมครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ และถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบายให้ได้มากที่สุด สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตที่กล่าวว่า “การใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวจะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการแก้ไขปัญหโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา รวมถึงการใช้คำถามในการตรวจสอบนักเรียนเป็นระยะ ช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมได้ดีขึ้น” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2566) จากนั้นครูจะสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนถึงข้อมูลที่นักเรียนเขียนตอบมา เมื่อนักเรียนนำเสนอเสร็จครูและนักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปองค์ความรู้ทั้งหมดจากการเรียน หลังจากนั้นครูจะทำการสรุปผลจากกระดานผู้นำ โดยดูจากระดับเหรียญนักพูด คะแนนที่สะสมในใบกิจกรรม และแถบความคืบหน้าในกระดานผู้นำ เพื่อสรุปผู้ชนะในการทำกิจกรรมโดยมีการมอบเหรียญแสดงความสำเร็จ รวมถึงมีการสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียน จากเครื่องมือ ได้แก่ ใบกิจกรรม เป็นการเก็บข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เป็นการเก็บข้อมูลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงรอบ นักเรียนมีพัฒนาสมรรถนะที่สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับในแต่ละวงรอบและหลังการจัดการเรียนรู้ ดังข้อมูลตามตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน

การเก็บข้อมูล	จำนวนร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
วงจรปฏิบัติการ 1	0.00	0.00	18.18	81.82
วงจรปฏิบัติการ 2	0.00	45.45	18.18	36.36
วงจรปฏิบัติการ 3	36.36	27.27	18.18	18.18
หลังการจัดการเรียนรู้	45.45	27.27	18.18	9.09

จากข้อมูลตามตารางข้างต้น พบว่า ในแต่ละวงจรปฏิบัติ จำนวนร้อยละของนักเรียนในระดับดี และดีมาก มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น ระดับพอใช้ มีจำนวนคงที่ และระดับปรับปรุง มีจำนวนลดลง และเมื่อเปรียบเทียบวงจรปฏิบัติการที่ 3 กับผลการทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ จำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีระดับ ดีมาก มีจำนวนเพิ่มขึ้น ระดับดี และระดับพอใช้ มีจำนวนคงที่ และระดับปรับปรุง มีจำนวนลดลง เนื่องมาจากด้วยรูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลระหว่างเรียน และหลังเรียนมีความแตกต่างกัน ทั้งรูปแบบของข้อคำถาม และรูปแบบการให้คะแนน ข้อแตกต่างดังกล่าวอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการประเมินของนักเรียน แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะเห็นว่าในแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และผลการแสดงออกถึงตัวบ่งชี้ในสมรรถนะของนักเรียนเป็นไปตามข้อมูลดังตามตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยตามตัวบ่งชี้			
	วงจร ปฏิบัติการ 1	วงจร ปฏิบัติการ 2	วงจร ปฏิบัติการ 3	หลังการจัดการ เรียนรู้
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	45.45	69.70	75.76	72.73
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ การนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการ อธิบาย	39.39	48.48	66.67	61.63
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	24.24	42.42	60.61	60.61
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	15.15	33.33	51.52	45.45
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ เพื่อสังคม	30.30	60.61	72.73	72.73

จากข้อมูลตามตารางข้างต้น พบว่า ตัวบ่งชี้ที่นักเรียนสามารถทำคะแนนได้มากที่สุด คือ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ตัวบ่งชี้ที่นักเรียนสามารถทำคะแนนได้รองลงมา คือ อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย และเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย ตัวบ่งชี้ที่นักเรียนทำคะแนนได้น้อยที่สุด คือ พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล จะสังเกตได้ว่า แนวโน้มการพัฒนาตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีการนำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ใกล้เคียงมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาการใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ได้ง่าย และเห็นภาพของสิ่งที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน ตัวอย่างการใช้สถานการณ์ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์การตกของลูกบอล การเคลื่อนที่ของลูกโป่ง เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oluwatomisin Marvellous Ogundeji, Barnabas Chidi Madu และ Clement Chizoba Onuya (Ogundeji, Madu and Onuya, 2019 : 17) ที่กล่าวว่า การใช้ปรากฏการณ์จะให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากปรากฏการณ์เป็นสิ่งที่นักเรียนจะสามารถเห็นภาพได้ชัดเจน โดยเฉพาะในเนื้อหาฟิสิกส์ที่เป็นเนื้อหาเชิงนามธรรม นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในการ ระบุ หรือเลือกใช้สัญลักษณ์ในการนำมาสร้างแบบจำลองได้ง่ายกว่าปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่ซับซ้อน มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นผ่านการทดลองด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องตั้งสมมติฐาน และเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เพื่อพยากรณ์ถึงสถานการณ์ที่จะเกิดตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ การให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด และการเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (2561 : 286) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ วางแผน ออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วพยายามสร้างเป็นคำอธิบายของตนเองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา เน้นการสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาหรือมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนย่อมมีประสิทธิภาพมากกว่าการบอกหรือการสอนของผู้สอนโดยตรง ในการจัดการเรียนรู้แต่ละชั้นครูมีการใช้คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ และอธิบายออกมาอย่างเป็นเหตุเป็นผล เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าลูกบอลเกิดโมเมนตัม เพราะอะไรโมเมนตัมของวัตถุทั้งสองจึงแตกต่างกัน สิ่งใดหรือหลักฐานใดที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เป็นต้น การใช้คำถามของครูจะช่วยให้กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และฝึกการอธิบายโดยใช้เหตุผลด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการทำกิจกรรมครูควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอยู่เสมอ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานการเรียนรู้ที่ไม่เท่ากัน จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน มีการส่งเสริมและพัฒนาตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี ยะคำ (2563 : 169) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถทำให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ตัวบ่งชี้ นอกจากนี้การนำเกมมิฟิเคชันเข้ารวมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะสามารถช่วยสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้แล้ว ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Michail Kalogiannakis, Stamatios Papadakis และ Alkinoos-Ioannis Zourmpakis (Kalogian

nakis, Papadakis and Zourmpakis, 2021 : 20) ที่กล่าวว่า การใช้กระบวนการเกมมิฟิเคชันส่งผลเชิงบวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน แม้การสร้างสภาพแวดล้อมแบบเกมจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะสั้น แต่การนำองค์ประกอบของเกมเข้าไปในรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การเรียนรู้แบบกลับด้าน การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นต้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะยาว

ผลการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อพิจารณาการพัฒนาสมรรถนะแต่ละตัวบ่งชี้ในภาพรวมจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า แต่ละตัวบ่งชี้มีแนวโน้มการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน คือ ตัวบ่งชี้การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลเป็นตัวบ่งชี้ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจาก ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ครูจะมีการใช้คำถาม เพื่อให้ นักเรียนได้อธิบายเหตุผลของคำตอบอยู่เสมอ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณฐกร ดวงพระเกษ (2561 : 130-130) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามเป็นการมุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของนักเรียน ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดเชิงเหตุผล ได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น รวมถึงการให้นักเรียนได้มีการสร้าง ประเมิน และใช้แบบจำลองเข้ามาในการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฑามาส กันทะวง (2563 : 114-115) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ฝึกหาข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งในการนำไปปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง ช่วยให้ความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น สำหรับตัวบ่งชี้ที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ตัวบ่งชี้การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล เนื่องจากว่านักเรียนยังมีความสับสนระหว่างการเสนอสมมติฐาน และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน หรือเขียนการพยากรณ์นักเรียนจะเขียนมาเหมือนกัน เมื่อทำการสอบถามพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะคิดว่าสองตัวบ่งชี้ไม่ต่างกันจึงสามารถใช้คำตอบเดียวกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จาตุรนต์ หนุณนาค (2561 : 75-76) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่ยังไม่สามารถเสนอสมมติฐานได้นั้น เกิดจากการที่นักเรียนยังไม่สามารถคาดเดาคำตอบล่วงหน้าได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนยังขาดทักษะการตั้งสมมติฐาน จึงส่งผลต่อการพยากรณ์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการใช้ องค์ประกอบของเกมเข้ามาเพื่อช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมครูผู้สอนต้องศึกษา ลักษณะนิสัยและบริบทของนักเรียนให้ดีกว่าก่อน เนื่องจากนักเรียนบางกลุ่มอาจไม่เหมาะกับเรียนรู้ในสภาวะการ แข่งขัน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชันมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ ซับซ้อน ครูผู้สอนควรมีการวางแผนกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน และ ควรมีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในการทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพื่อหาแนวทางการพัฒนาตัวบ่งชี้ย่อยของสมรรถนะการ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 3 การเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และ ตัวบ่งชี้ที่ 4 การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล เนื่องจาก ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชันสามารถพัฒนาตัวบ่งชี้ของ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้จริง แต่บางตัวบ่งชี้ยังมีการพัฒนาที่ไม่สูงมากนัก จึง เป็นที่น่าสนใจหากมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาตัวบ่งชี้ นั้น ๆ ให้ดียิ่งขึ้นไป

2. การวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับ เกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จาตุรนต์ หนุณนาค. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีต่อสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จุฑามาศ กันทะวัง. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ณัฐกร ดวงพระเกษ. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทางการคิดในระดับสูงของบลูม. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 8 (3), 130-138.

- ณัฐธิดา พรหมยอด. (2562). การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ CER (Claim, Evidence, and Reasoning). *นิตยสาร สสวท.* 47 (219), 11- 15.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น
- ราตรี ยะคำ. (2563). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกบรรพ์ และผลิตภัณฑ์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.* 22 (1), 190-203.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2565. แหล่งที่มา: <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์การอ่าน และคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2565. แหล่งที่มา: <https://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163627179/>
- สันติชัย อนุวรชัย. (2561). การพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้ดาราศาสตร์ผ่านกลยุทธ์การเสริมศักยภาพด้วยผังมโนทัศน์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.* 12 (2), 279-291
- Bourke, B. (2021). Using Gamification to Engage Higher-Order Thinking Skills. *Online*. Retrieved July 31, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/348152928_Using_Gamification_to_Engage_Higher-Order_Thinking_Skills
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., Zourmpakis, A. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *MDPI Archives.* 11 (1), 21-23
- Kapp, K. M. (2012). *Managing the Gamification Design Process*. In R. Taff (Ed.), *The Gamification of Learning and Instruction Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Wiley.
- Kemmis, S. &McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Australia : Deakin University Press.
- Nah, F.F., Zeng, Q., Telaprolu, V.R., Ayyappa, A.P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. *International Conference on HCI in Business*. June 22-27, 401-409.
- Ogundeji, O.M., Madu, B.C., & Onuya, C.C. (2019). Scientific Explanation of Phenomena and Concept Formation as correlates of student's understanding of physics concepts. *European Journal of Physics Education.* 10 (3), 10-19.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research science teaching.* 46 (6), 632–654.