

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ

The Results of Inquiry-Based Learning Activities Combined with
gamification on the topic of sound waves to enhance the ability in
constructing scientific explanations for Mathayomsuksa Five students
at Rachineeburana School.

นลินรัตน์ เปรมชัยศรี (Nalinrat Premchaisri)*

วรวิทย์ มั่นสุขผล (Worawut Mansukpol)**

สิทธิชัย ลายเสมา (Sittichai Laisema)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 39 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง 2) แผนกำกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง 3) แบบประเมินคุณภาพ แผนกำกับกิจกรรม 4) แอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน 5) แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน 6) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 7) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 8) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

* นักศึกษาปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Master's Degree Student in Educational Technology, Faculty of Education, Silpakorn University

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Assistant Professor Dr., Educational Technology Program, Faculty of Education, Silpakorn University

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.86$, $S.D. = 0.17$) 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก ($M = 5.78$, $S.D. = 0.38$) 4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.81$, $S.D. = 0.37$)

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เกมมิฟิเคชัน ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this study were: 1) to develop inquiry-based learning activities combined with gamification on the topic of sound waves for Mathayomsuksa Five students at Rachineeburana School. 2) to compare learning achievement between pretest and posttest of the students who studied with inquiry-based learning activities combined with gamification on the topic of sound waves. 3) to study the constructing scientific explanation abilities of students who learned through the inquiry-based learning activity combined with gamification on the topic of sound waves. 4) to study the opinions of students to inquiry-based learning activities combined with gamification on the topic of sound waves. The sample consisted in Mathayomsuksa Five, of Rachineeburana School, 2nd semester of academic year 2024, 1 class of totaling 39 students, by Simple Random Sampling. The instruments of the research were: 1) structured interview form for interviewing experts 2) Inquiry-based learning activity plan combined with gamification on the topic of sound waves 3) quality evaluation form of inquiry-based learning activity plan combined with gamification 4) gamification-supported learning application 5) quality evaluation form of gamification-supported learning application 6) learning achievement test 7) constructing scientific explanation ability test 8) Questionnaire form of inquiry-based learning activity integrated with gamification on the topic of sound waves. The statistics used for analyzing data were mean percentage standard deviation and hypothesis test with dependent t-test statistics.

The results of this research were as follow: 1) The quality of inquiry-based learning activities combined with gamification on the topic of sound waves were at a quality level were very good ($M = 4.86$, $S.D. = 0.17$). 2) The results of the compare learning achievement between pretest and posttest of the students who studied with inquiry-based learning activities combined with gamification on the topic of sound waves were after learning score higher than before learning score with statical significance at .05 level. 3) Students who

participated in the inquiry-based learning activity combined with gamification on the topic of sound waves demonstrated a very good level of ability in constructing scientific explanations ($M = 5.78$, $S.D. = 0.38$). 4) The students' opinions on the inquiry-based learning activities integrated with gamification on the topic of sound waves were at the highest level ($M = 4.81$, $S.D. = 0.37$).

Keywords : Inquiry-based learning, Gamification, Scientific Explanations Ability

บทนำ

ปัจจุบันสังคมพัฒนาอย่างรวดเร็วจากการใช้เทคโนโลยีที่เชื่อมโยงข้อมูลทั่วโลก ผู้คนสามารถเข้าถึงและสืบค้นข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และทันสมัย ส่งผลต่อวิถีชีวิต พฤติกรรม ความคิด ค่านิยม รวมถึงการเกิดอาชีพใหม่ที่ต้องการทักษะและความรู้รูปแบบใหม่ จึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ดังจุดหมายที่ 12 ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้สามารถเติบโตอย่างเต็มศักยภาพในทุกช่วงวัย โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคใหม่ ควบคู่กับคุณธรรม จริยธรรม และภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยการพัฒนาผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีความตระหนักรู้ในตนเอง มีทักษะด้านดิจิทัล และสมรรถนะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การดำรงชีวิต และการทำงาน ผ่านกระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถจัดการตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการคิดขั้นสูงผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Office of the Prime Minister, 2022) สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 23 ซึ่งให้ความสำคัญกับความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการตามความเหมาะสม รวมถึงการพัฒนาทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Office of the National Education Commission, 2002) แนวคิดดังกล่าวสะท้อนอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยระบุสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ ได้แก่ (1) ความสามารถในการสื่อสาร (2) ความสามารถในการคิด (3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ (5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ดังนั้น การศึกษาที่เน้นเฉพาะความรู้ทางวิชาการจึงไม่เพียงพออีกต่อไป ระบบการศึกษาจึงต้องปรับจากการท่องจำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะ โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศ ช่วยให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ เข้าใจการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน และพัฒนาคุณภาพชีวิตโดยรวม (Ministry of Education, 2017) ดังนั้นผู้เรียนจึงควรได้รับการพัฒนาให้มีความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น (Kaenthong & Charoontham, 2019)

จากผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และเป็นคะแนนที่ต่ำที่สุดนับตั้งแต่การเข้าร่วมการประเมินในปี ค.ศ.2000 (IPST, 2023) รวมถึง

ผลคะแนนของการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 ที่ผ่านมา พบว่า คะแนนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังคงต่ำกว่าร้อยละ 50 (NIETS, 2023) และจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนราชินีบูรณะ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการสอน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามแบบปรนัยได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อสอบถามเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์จริง พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่สามารถอธิบายความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ผู้เรียนจะตอบเป็นคำสั้น ๆ ซึ่งเป็นเพียงข้อกล่าวอ้าง และเมื่อผู้วิจัยถามต่อไปว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ผู้เรียนกลับไม่สามารถอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ หรืออาจให้เหตุผลที่ไม่ตรงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนคำอธิบายได้อย่างเหมาะสม จากผลดังกล่าวจึงทำให้ทราบว่าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งปัญหาโดยทั่วไป ของผู้เรียนไทย คือ ไม่สามารถสื่อสารความเข้าใจของตนเอง หรือโน้มน้าวให้ผู้อื่นเชื่อถือคำตอบของตนเองได้ เนื่องจากไม่เคยฝึกฝนวิธีการสื่อสารคำตอบทางวิทยาศาสตร์ทั้งการเขียน การพูดนำเสนอ และการอภิปรายโต้แย้ง (Promyod, 2019) ดังนั้น การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการเรียนการสอน เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน (Juthanaruepakit, 2019)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือกระบวนการใช้ความรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยต้องสามารถตรวจสอบได้และสอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2000) ซึ่งองค์ประกอบสำคัญประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2007) กระบวนการนี้ควรได้รับการส่งเสริมในห้องเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายความเข้าใจของตนเองอย่างมีเหตุผล โดยอิงจากหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่คำอธิบายที่มีความน่าเชื่อถือ (Promyod, 2019) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) เป็นแนวทางที่เหมาะสม เนื่องจากสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมทักษะในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่าน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement), ขั้นสำรวจ (Exploration), ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation), ขั้นขยายความคิด (Elaboration), และ ขั้นประเมินผล (Evaluation) โดยแต่ละขั้นมีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของคำอธิบาย เช่น การตั้งคำถามในขั้นกระตุ้นความสนใจช่วยสร้างข้อกล่าวอ้าง การทดลองในขั้นสำรวจช่วยรวบรวมหลักฐาน และการวิเคราะห์ในขั้นอธิบายช่วยพัฒนาการให้เหตุผล (Beyer & Davis, 2008; Chaowakeratipong, 2019) เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) มาใช้ ซึ่งหมายถึงการประยุกต์กลไกของเกม เช่น การสะสมแต้ม ระดับชั้น กระดานผู้นำ และรางวัล มาปรับใช้ในบริบท ที่ไม่ใช่เกม เช่น การเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ (Simões, Redondo, & Vilas, 2013; Karl M. Kapp, 2016) แนวคิดนี้มีจุดเด่นที่สำคัญ คือ การออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ทำให้การเรียนรู้สนุก น่าตื่นเต้น และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น

(Poondej & Lerdpornkulrat, 2016). ซึ่งช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาและเอื้อต่อการเรียนรู้

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

สมมติฐานการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพ อยู่ในระดับมาก
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวนทั้งสิ้น 532 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินีบูรณะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 39 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง และความคิดเห็นของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยมีการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดประเด็นสัมภาษณ์ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยมีผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ที่ 1.00 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบไปใช้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลเพื่อใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชันในหัวข้อคลื่นเสียงต่อไป

2. แผนกำกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง โดยมีการศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด และโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ม.5 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ ร่วมกับการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาสังเคราะห์และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Onsite จำนวน 10 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ดังตาราง 1 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคุณภาพด้วยแบบประเมินคุณภาพแผนกำกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

	คาบ ที่	หัวข้อ	ตัว ชี้วัด	วัตถุประสงค์	สาระการเรียนรู้	การประเมินผล
แผนที่ 2	2	ธรรมชาติของเสียงและสมบัติของเสียง	ว 2.3 ม. 5/5	1. อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเสียงได้ (K) 2. สังเกตและอธิบายการสะท้อนของเสียง (K) 3. สังเกตและอธิบายการหักเหของเสียง (K) 4. สังเกตและอธิบายการเลี้ยวเบนของเสียง (K) 5. สังเกตและอธิบายการรวมคลื่นของคลื่นเสียง (K) 6. ปฏิบัติกิจกรรมอย่างรวมพลัง ด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจได้ (P) 7. เป็นผู้มีความมุ่งมั่นและตั้งใจ (A)	- การสะท้อน - การหักเห	- ประเมินการเข้าเรียนด้วยการเช็คชื่อเข้าเรียนผ่าน Google Sheet
	3	สมบัติของเสียง			- การแทรกสอด - การเลี้ยวเบน	- สังเกตการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และให้คะแนน ผ่าน ClassPoint - ตรวจสอบกิจกรรมระหว่างเรียน

4. แอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ผู้วิจัยเลือกใช้ ClassPoint ที่ผสานกับ PowerPoint โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหา มาตรฐาน และตัวชี้วัดของรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เพื่อสร้างสื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องคลื่นเสียง ประเมินคุณภาพด้วยแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน



รูปที่ 1 ตัวอย่างสื่อที่ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง คลื่นเสียง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยเริ่มจากการศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ แล้วสร้างแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าเฉลี่ย 0.87 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 20 ข้อ สุดท้ายจึงนำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่าแบบทดสอบมีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

7. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวมคะแนนทั้งสิ้น 6 คะแนน พร้อมกับกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนรวม เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ ควรปรับปรุง และกำหนดเกณฑ์การตัดสินตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ 50) จึงจะถือว่า ผ่าน จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ได้ค่าเฉลี่ย 0.86 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ คะแนน	รายการประเมิน
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	0	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
	1	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องไม่ครบถ้วนในประเด็นที่ถาม
	2	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน
หลักฐาน (Evidence)	0	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม
	1	แสดงหลักฐานได้ตรงกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่เพียงพอ หรือมีหลักฐานบางประการไม่ตรงกับเรื่องที่ถาม
	2	ใช้หลักฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน และเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้ เหตุผล (Reasoning)	0	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง
	1	กำหนดเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้บางส่วน แต่อาจใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ
	2	กำหนดเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์

8. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบ แบบสอบถามจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดข้อคำถาม จำนวน 12 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ได้ค่าเฉลี่ย 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 เตรียมความพร้อมของห้องเรียน เครื่องคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบระบบอินเทอร์เน็ต สื่อการสอน และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้จัดกิจกรรม

1.2 เตรียมความพร้อมของกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มตัวอย่างทราบ เช่น กำหนดการสอน สถานที่ที่ใช้ในการเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และเงื่อนไขในการเรียน

2. ขั้นตอนการทดลอง ผู้วิจัยออกแบบการทดลองเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 คาบ (50 นาที/คาบ) ดังนี้

2.1 ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง คลื่นเสียง จำนวน 20 ข้อ

2.2 กลุ่มตัวอย่างเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียง ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)

3. ขั้นประเมินผล

3.1 ประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.2 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง คลื่นเสียง

3.3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน

3.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและนำผลการวิเคราะห์มาสรุปและเขียนรายงานผลการวิจัยต่อไป

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง ผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 ผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.86$, $S.D. = 0.17$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน 3 ลำดับแรก พบว่า ด้านสาระสำคัญและด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เป็นลำดับแรก รองลงมาคือ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ และลำดับที่ 3 คือ ด้านสาระการเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านสาระสำคัญ	5.00	0.00	ดีมาก	1
ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.87	0.19	ดีมาก	2
ด้านสาระการเรียนรู้	4.83	0.12	ดีมาก	3
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.47	ดีมาก	4
ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก	1

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านการวัดและประเมินผล	4.83	0.24	ดีมาก	3
รวมเฉลี่ย	4.86	0.17	ดีมาก	

1.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสนับสนุนเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.89$, $S.D. = 0.16$) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการออกแบบ รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา และด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสนับสนุนเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านเนื้อหา	4.87	0.19	ดีมาก	2
ด้านการออกแบบ	4.93	0.09	ดีมาก	1
ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.87	0.19	ดีมาก	2
รวมเฉลี่ย	4.89	0.16	ดีมาก	

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

คะแนน	จำนวน	คะแนนเต็ม	M	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	39	20	8.38	2.65	13.976*	.000
หลังเรียน	39	20	16.23	1.72		

* ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า โดยภาพรวม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($M = 5.78$, $S.D. = 0.38$) หรือคิดเป็นร้อยละ 96.30 โดยมีนักเรียน จำนวน 39 คน ผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ 100 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า องค์กรประกอบข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.0 คะแนน เช่นเดียวกับองค์กรประกอบหลักฐาน และรองลงมาคือ องค์กรประกอบทำให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ย 1.8 คะแนน รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

นักเรียน คนที่	ข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	หลักฐาน (2 คะแนน)	การให้ เหตุผล (2 คะแนน)	รวม (6 คะแนน)	ร้อยละ	แปลผล
1	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
2	1.7	2.0	1.0	4.7	77.78	ดีมาก
3	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
4	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
5	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
6	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
7	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
8	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
9	2.0	2.0	1.0	5.0	83.33	ดีมาก
10	2.0	1.3	1.7	5.0	83.33	ดีมาก
11	2.0	1.3	1.7	5.0	83.33	ดีมาก
12	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
13	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
14	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
15	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
16	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
17	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
18	2.0	2.0	1.3	5.3	88.89	ดีมาก
19	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
20	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
21	2.0	2.0	1.3	5.3	88.89	ดีมาก
22	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
23	2.0	1.7	1.3	5.0	83.33	ดีมาก
24	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
25	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
26	2.0	2.0	1.7	5.7	94.44	ดีมาก
27	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก

นักเรียน คนที่	ข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	หลักฐาน (2 คะแนน)	การให้ เหตุผล (2 คะแนน)	รวม (6 คะแนน)	ร้อยละ	แปลผล
28	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
29	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
30	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
31	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
32	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
33	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
34	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
35	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
36	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
37	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
38	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
39	2.0	2.0	2.0	6.0	100.00	ดีมาก
$\bar{X}$	2.0	2.0	1.8	5.78	96.30	ดีมาก
S.D.	0.05	0.16	0.28	0.38		

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.37) โดยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นลำดับที่ 1 รองลงมาคือด้านเนื้อหา และด้านประโยชน์ที่ได้รับ อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นลำดับที่ 3 รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	M	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านเนื้อหา	4.80	0.36	มากที่สุด	2
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	4.84	0.37	มากที่สุด	1
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.76	0.43	มากที่สุด	3
รวมเฉลี่ย	4.81	0.37	มากที่สุด	

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง ผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนานออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง โดยภาพรวมพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.86$, $S.D. = 0.17$) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

1.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสนับสนุนเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.89$, $S.D. = 0.16$) สามารถนำไปทดลองได้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 16.23$, $S.D. = 1.70$) สูงกว่าก่อนการเรียน ($M = 8.38$, $S.D. = 2.65$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก ($M = 5.78$, $S.D. = 0.38$) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.81$, $S.D. = 0.37$) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการ ที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองผ่านการสังเกต การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผล ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนไปตามขั้นตอนของการสืบเสาะในการตั้งข้อสังเกต ใช้เหตุผล ค้นคว้าหาความรู้ ลงมือปฏิบัติจนได้พบคำตอบ และเกิดเป็นความรู้ ให้การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างลึกซึ้งและยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget (1969) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อได้ลงมือปฏิบัติและมีประสบการณ์ตรง นอกจากนี้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยยังได้นำองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะ โดยการตั้งประเด็นเนื้อหา เรื่อง เสียง ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจจากเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความท้าทาย สร้างแรงจูงใจ ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในรูปแบบของภารกิจ การค้นคว้าหาคำตอบเพื่อสะสมคะแนนระหว่างเรียน การจัดอันดับของนักเรียนในการทำภารกิจแข่งขันในกิจกรรม และนำผลคะแนนที่ได้มารับรางวัลในตอนท้ายของกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความสุข ความท้าทายในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สติตย์ภรณ์ โพธิ์ทอง (Photong, 2020) ที่พบว่า แผนกระบวนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเกมมิฟิเคชันร่วมกับสื่อมัลติมีเดียบนเว็บเกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 และสื่อมัลติมีเดียบนเว็บเกมมิฟิเคชันมีผลคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.80$, $S.D = 0.35$) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตลดา รักน้อย (Raknoi, 2020) ที่พบว่า ผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($M = 4.57$, $S.D. = 0.33$)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ทั้งนี้เป็นเพราะ การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน ทั้งการตั้งข้อสังเกต การตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าหาคำตอบ การลงมือปฏิบัติ และการอธิบายเหตุผล ซึ่งกิจกรรมได้ดำเนินการไปตามขั้นตอน โดยกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์มีประเด็นหัวข้อแตกต่างกันไป จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนผ่านการคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการเกี่ยวกับคลื่นเสียงด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังการบรรยายแบบเดิม นอกจากนี้ การใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ การได้รับข้อมูลป้อนกลับทันทีช่วยให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองและสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และรู้จักการตั้งเป้าหมายในการทำกิจกรรมให้เกิดผลสำเร็จมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ K.M. Kapp (2012) ซึ่งระบุว่า เกมมิฟิเคชันสามารถกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านการศึกษา และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Putz, Hofbauer, and Treiblmaier (2020) ที่พบว่า กลุ่มที่ใช้เกมมิฟิเคชันในการจัดกิจกรรมมีผลลัพธ์ในด้านการคงความรู้ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้เกมมิฟิเคชันซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของณัชกิตตา แดงสว่าง (Dangsawang, 2022) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (7Es) ร่วมกับเกมมิฟิเคชันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (7Es) ร่วมกับเกมมิฟิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของอติยา ลิขิตจรรยารักษ์ และคณะ (Likhitjunyarak et al., 2023) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้การสอนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ โดยการฝึกให้นักเรียนรู้จักการตั้งข้อสังเกต การใช้เหตุผล การค้นหาคำตอบ และสามารถนำมาอธิบายด้วยเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ประกอบของเกม

เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยเรียนผ่านกิจกรรมที่ทำท่าย สนุกสนานด้วยการแข่งขัน มีคะแนนเก็บสะสม และรางวัลเป็นแรงจูงใจ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ประโยชน์จากการเรียนเนื้อหา เรื่อง คลื่นเสียง ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อีกด้วย

สำหรับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้มีการฝึกฝนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมีการประเมินผลระหว่างเรียนในทุกสัปดาห์ ผ่านการตอบคำถามจากใบกิจกรรมประจำสัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า ในสัปดาห์แรกนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายให้ข้อกล่าวอ้างได้ แต่ยังไม่สามารถหาหลักฐานและให้เหตุผลสนับสนุนได้ เมื่อครูได้แจ้งผลคะแนน และให้คำแนะนำแก่นักเรียนผ่านใบกิจกรรมที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้การทำใบกิจกรรมที่ 2 และใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน มีผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ตามลำดับ ซึ่งจากผลการประเมินความสามารถและการให้คำแนะนำจากผู้สอนในทุกสัปดาห์ ช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และในสัปดาห์สุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อมีการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินแบบรูปรีด พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินนี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมณีรัตน์ แก่นทอง และ อรสา จรุงธรรม (Kaenthong & Charoontham, 2019) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของถนอมศักดิ์ บุญพิณิจ (Boonphinid, 2021) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ และในทุกองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

3.1 องค์ประกอบด้านความสามารถในการให้ข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายต่อข้อคำถามและตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น สังเกตได้จากผลคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากใบกิจกรรมระหว่างเรียน จากใบกิจกรรมที่ 1 2 และ 3 เท่ากับมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.9, 1.0 และ 2.0 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน และการสรุปผลได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำเสนอข้อกล่าวอ้างที่มีความน่าเชื่อถือและสอดคล้องกับหลักฐานที่พบ

3.2 องค์ประกอบด้านความสามารถในการหาหลักฐาน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะในการรวบรวม วิเคราะห์ และคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ สังเกตได้จากผลคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรมระหว่างเรียน ใบกิจกรรมที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2 และ ใบกิจกรรมที่ 3 เท่ากับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.9, 1.8 และ 1.4 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะการนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ร่วมกับกระบวนการแบบสืบเสาะ มีกิจกรรมที่ช่วยสร้าง

สถานการณ์จำลอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบด้านความสามารถในการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานด้วยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี โดยสังเกตได้จากผลคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2 และใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 , 1.6 และ 1.6 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงเหตุผล การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ จึงทำให้นักเรียนสามารถอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างสาเหตุ และเหตุผลได้อย่างชัดเจน และมีเหตุผลในทางวิทยาศาสตร์

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยประเด็นที่นักเรียนมีความคิดเห็นตรงกันมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีรูปแบบที่หลากหลายไม่น่าเบื่อ และ กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติได้จริง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงแค่รับฟังข้อมูลแบบเดิม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะส่งเสริมให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม สำรวจ ทดลอง และสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baldock & Murphrey (2020) ที่พบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยนักเรียนนักเรียนมีความชอบที่กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเปิดโอกาสให้คิด วิเคราะห์ ตั้งคำถาม และมีแนวทางการเรียนรู้ที่ไม่ซ้ำซาก ซึ่งช่วยเพิ่มความมีส่วนร่วมในการเรียน

ด้านเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยประเด็นที่นักเรียนมีความคิดเห็นตรงกันมากที่สุด คือ ปริมาณเนื้อหาในแต่ละคาบมีความเหมาะสมกับเวลา รองลงมา คือ บทเรียนมีเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ ซึ่งการงานวิจัยนี้ได้มีการนำแอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันมาใช้ในการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในสื่อและกิจกรรม สามารถโต้ตอบกิจกรรมการเรียนรู้และสามารถส่งคำตอบ และมีการตอบสนองแสดงผลผ่านหน้าจอแบบทันที ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนเกิดความสะดวก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เนื่องจากแอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันสามารถนำเข้าสื่อรูปภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ในรูปแบบบทเรียน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถโต้ตอบ โดยการตอบคำถาม และร่วมโหวตในระหว่างการจัดกิจกรรมได้ทันที โดยไม่ต้องเปลี่ยนไปใช้แอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มอื่น ทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้ และสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ให้มีความต่อเนื่องในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของรุ้งฟ้าสวัสดิ์ ครอบภูมินทร์ และคณะ (Krongbhumin et al., 2024) ที่กล่าวว่า การประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชันกับกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยสร้างแรงจูงใจและความพึงพอใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวต่อเนื้อหาการสอน พร้อมทั้งได้รับทั้งความรู้และความสนุกสนานในการเรียนรู้

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยประเด็นที่นักเรียนมีความคิดเห็นตรงกันมากที่สุด คือ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเนื้อหาเรื่องคลื่นเสียง เป็นปรากฏการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เสียงจากการฟังเพลง เสียงจากการสนทนา เสียงจากยานพาหนะ หรือเสียงจากธรรมชาติ และจากความคุ้นเคยนี้จึงทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี และสามารถนำการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายเป็นเหตุผลของตนเองได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เรื่อง คลื่นเสียง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ผู้สอนควรมีการ เตรียมความพร้อมของห้องเรียน เครื่องคอมพิวเตอร์ และระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้กิจกรรมการจัดการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้เทคโนโลยีและแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ก่อนเริ่มเรียน ครูผู้สอนควรแจ้งวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการทำกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนทุกครั้ง และระหว่างเรียน ควรกำกับกิจกรรมและกำชับในเรื่องของเวลาในการทำกิจกรรมกับนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปตามเวลาที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชันไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะ ในวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

References

- Angpetch, S. (2023). *The development of learning achievement on principle of language of Prathomsuksa 6 students by using inquiry approach and graphic organizer* (Master's Thesis). Faculty of Education, Silpakorn University. (in Thai)
- Baldock, K., & Murphrey, T. P. (2020). Secondary Students' Perceptions of Inquiry-based Learning in the Agriculture Classroom. *Journal of Agricultural Education*, 61(1), 235-246.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2008). Fostering second graders' scientific explanations: A beginning elementary teacher's knowledge, beliefs, and practice. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 381-414.

- Boonphinid, T. (2021). *Effects of digital board game-based inquiry learning to enhance science motivation, conceptual understanding, and scientific explanation skills in electrochemistry for 11th grade students*. Master of Education Thesis in Science and Technology Education, Khon Kaen University. (in Thai)
- Chaowakeratipong, N. (2019). Enhancing the Ability in Constructing Scientific Explanations of Learners by Using the Inquiry Teaching Method. *STOU Education Journal*, 12(1), 40–54. (in Thai)
- Dangsawang, N. (2022). *Development of learning achievement and pursuit of learning using inquiry learning management (7es) with gamification in science subject for grade 8 students* (Master's Thesis). College of Education Sciences, Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Juthanaruepakit, K. (2019). *Implementing 5E's Scientific Inquiry Learning Approach to Develop Grade 10th Students' Scientific Explanation in the Topic of Circular Motion* (Master's Thesis). Department of Education, Kasetsart University. (in Thai)
- Kaenthong, M. & Charoontham, O. (2019). Effect of using inquiry-based learning together with coaching on scientific concepts and scientific explanation ability of Prathomsuksa 5 students. *VRU Research and Development Journal Humanities and Social Science*, 14(2), 259-270. (in Thai)
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*: Wiley.
- _____ (2016). *Choose your level: Using games and gamification to create personalized instruction. Handbook on personalized learning for states, districts, and schools*, pp. 131-143.
- Krongbhum, R. (2024). Utilizing Gamification to Enhance Communication and Participation in the Digital Age Society. *MUT Journal of Business Administration*, 21(1), 258-277. (in Thai)
- Likhitjunyarak, A., Suwanjinda, D., & Thammaprateep, J. (2023). The Effects of 5Es Inquiry Instruction on Learning Achievement and Scientific Explanation Ability in the Topic of Cell of Grade 10 Students at Chanachanupatham School in Songkhla Province. *Journal of Education Thaksin University*, 23(1), 89–101.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.

- Ministry of Education. (2008). Basic Education Core Curriculum B.E. 2551. Bangkok: Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd. (in Thai)
- _____. (2017). Indicators and core learning content Science learning subject group (Revised Edition B.E. 2017) according to the core curriculum Basic Education, B.E. 2551. Bangkok: Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd. (in Thai)
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards : a guide for teaching and learning / Committee on Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education*, National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Office of the National Education Commission. (2002). *National Education Act B.E. 2542 (1999) and Amendments (Second National Education Act B.E. 2545 (2002))*. Retrieved from http://www.bic.moe.go.th/images/stories/5Porobor._2542pdf.pdf (in Thai)
- Office of the Prime Minister. (2022). *The thirteenth national economic and social development plan (2023-2027)*. Retrieved from https://www.nesdc.go.th/article_attach/article_file_20230307173518.pdf. (in Thai)
- Photong, S. (2020). *Development the management of learning process through gamification technique problem-solving ability the accomplishment of educational media production/multimedia on web application* (Master's Thesis). Faculty of Education, Silpakorn University. (in Thai)
- Piaget, J. (1969). *The psychology of the child / by Jean Piaget and Barbel Inhelder ; translated from the French by Helen Weaver*. New York: Basic Books.
- Poondej, C and Lerdpornkulrat, T. (2016). Learning Management with the Gamification Concept. *Journal of Education and Innovation*, 18(3), 331–339. (in Thai)
- Promyod, N. (2019). Formulating Scientific Explanation Using The Claim, Evidence, and Reasoning (CER). *IPST Magazine*, 47(219), 11-15. (in Thai)
- Putz, L.-M., Hofbauer, F., & Treiblmaier, H. (2020). Can gamification help to improve education? Findings from a longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 110.
- Raknoi, C. (2020) *The development of blended learning activities by using inquiry based learning processes to enhance analysis thinking skills of eleventh grade students* (Master's Thesis). Faculty of Education, Silpakorn University. (in Thai)
- Simões, J., Redondo, R. D., & Vilas, A. F. (2013). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345-353.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2023). The press conference on the results of the PISA 2022 assessment. Retrieved from <https://pisa-thailand.ipst.ac.th/news-21/>.

The National Institute of Educational Testing Service (NIETS). (2023). *Results of the Ordinary National Educational Test (O-NET) for Grade 12 Students, Academic Year 2023*. Retrieved from <http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>. (in Thai)