

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
หาความรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี
A DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY (AR) WITH THE
INQUIRY- BASED LEARNING TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT
IN CHEMICAL REACTIONS

ธัชชา สุกระจันทร์^{1*} สุมาลี เทียนทองดี¹ และ ยุตพงศ์ สำเภาแก้ว¹

Thadcha Sukrachan^{1*} Sumalee Tientongdee¹ and Yutapong Sampakaew¹

(วันรับบทความ : 30 สิงหาคม 2566 /วันแก้ไขบทความ : 29 กุมภาพันธ์ 2567 /วันตอบรับบทความ : 6 มีนาคม 2567)

(Received Date : August 30, 2023, Revised Date : February 29, 2024, Accepted Date : March 6, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กลุ่มประชากรในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 74 คน และกลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน ได้รับคัดเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี 3) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการหาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี พบว่า ค่าประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.95/82.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 11.14 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.13 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.76 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.53 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39

คำสำคัญ : สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ปฏิกิริยาเคมี

¹ อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

¹ Lecturer in Department of General Science, Faculty of Education, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok 10300 Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน อีเมล : Thadcha.su@ssru.ac.th

* Corresponding author e-mail : Thadcha.su@ssru.ac.th

Abstract

The research aimed to 1) develop Augmented Reality Technology (AR) instructional media in “Chemical Reaction” with an efficiency of 80/80, 2) develop learning achievement in pre-test and post-test by using Augmented Reality Technology (AR) in “Chemical Reaction” with the 5E’s of Inquiry-Based Learning, and 3) study students’ satisfaction towards Augmented Reality Technology (AR) instructional media in “Chemical Reaction”. The popular of this study was 74 Mattayomsuksa 3 students studying in semester 2 in academic year B.E. 2565. The sample of this research was 37 Mattayomsuksa 3/5 students studying in semester 2 in academic year B.E. 2565 that was selected through cluster sampling. Research tools were 1) lesson plans Inquiry-Based Learning (5E) with Augmented Reality Technology (AR) instructional media of Inquiry-Based Learning (5E), 2) learning achievement test in “Chemical Reaction”, 3) Augmented Reality Technology (AR) instructional media in “Chemical Reaction”, and 4) The question of student satisfaction towards Augmented Reality Technology (AR) instructional media in “Chemical Reaction”. The findings showed that 1) The efficiency’s result of Augmented Reality Technology (AR) instructional media instructional media in “Chemical Reaction” had the efficiency (E1/E2) at 81.95/82.52 that were higher than an efficiency of 80/80, 2) students’ leaning achievement score of pre-test were higher than post-test was at the .05 level of significance with 11.14 of pre-test average point from 30 points at 37.13 percent and 24.76 of post-test average point from 30 points at 82.53, and 3) students’ satisfaction towards Augmented Reality Technology (AR) in “Chemical Reaction” were at the level of Very satisfied with 4.80 of an average score and 0.39 of standard deviation.

Keywords : The augmented reality technology instructional media, Chemical Reaction, learning achievement, the 5E of inquiry based learning

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาทและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คนตลอดจนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาด้านเทคโนโลยี ล้วนเป็นผลมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การวิจารณ์ ความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นผู้เรียนทุกคนจึงมีความจำเป็นต้องได้รับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้นสามารถพัฒนากำลังคนที่กำลังศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์สามารถเป็นแรงขับเคลื่อนหลักในการพัฒนาประเทศได้ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 -2564) ที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศโดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพหล่อหลอมให้คนไทยมีค่านิยมตามบรรทัดฐานที่ดีทางสังคม เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์พร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกที่ดีต่อสังคม มีทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Office of the National Economic and Social Development Council on NESDC, 2017) เป็นไปตามที่ (Chatwatthana & Piriyaakulwong, 2018) ได้กล่าวว่าการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยต้องเปลี่ยนแปลงทัศนะ (Perspective) จากกระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Tradition Paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (new Paradigm) ที่ให้โลกของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้ที่ไปไกลกว่าการได้รับความรู้แบบง่าย ๆ ไปสู่การเน้นการพัฒนาทัศนคติ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับทักษะกระบวนการด้วยการลงมือปฏิบัติจริง มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

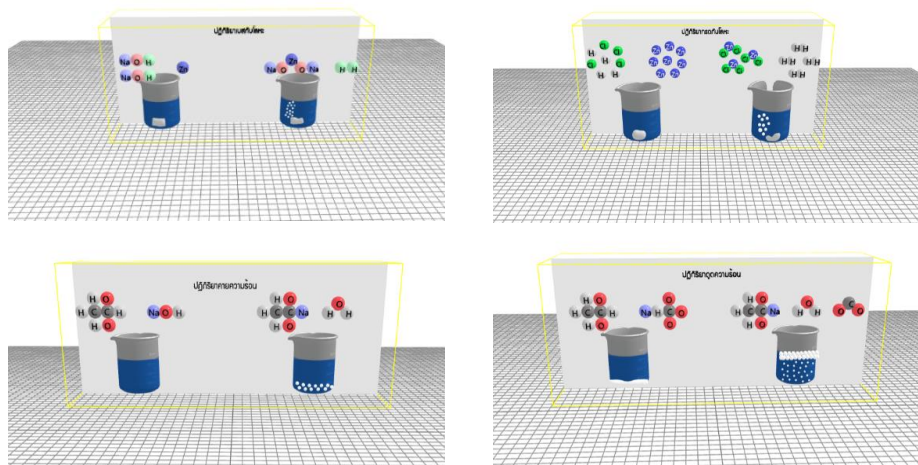
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งได้กำหนดออกเป็น 4 สาระ โดยสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เป็นสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ เนื่องจากการเรียนการสอนในเรื่องปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่จะเป็นการกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ อีกทั้งผู้เรียนต้องสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ถึงแม้ว่าผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองด้วยตนเองแล้ว เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้น แต่ผู้เรียนยังไม่สามารถมองเห็นภาพของการทำปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ ได้ เนื่องจากภาพประกอบตามเนื้อเรื่องทีอ่านในการเรียนการสอนปัจจุบันใช้การจดจำทฤษฎี และการดูรูปภาพในหนังสือที่เป็นภาพแบบสองมิติ รูปภาพประกอบบางภาพไม่สามารถอธิบายได้อย่างเด่นชัด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก และไม่สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ โดยปัจจัยหลักอีกอย่างที่สำคัญซึ่งส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือ การขาดแคลนสื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยีทางการศึกษา หากมีการนำสื่อการเรียนรู้หรือเทคโนโลยีการศึกษาที่ทันสมัย เช่น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอน จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น มีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการแสวงหาความรู้ จนทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่าการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันนั้นยังขาดการสื่อการเรียนรู้หรือเทคโนโลยีการศึกษาที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสื่อการเรียนรู้หรือเทคโนโลยีการศึกษาที่ทันสมัย รวมทั้งการนำเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ การสื่อสาร และช่วยลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน สำหรับเทคโนโลยีเสมือนจริงทางด้านการศึกษาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนผ่านการสาธิต การสนทนา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่หรือวัตถุภาพ 3 มิติเสมือนจริง ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกััดแต่ในห้องเรียนอีกต่อไป และจะขยายสูงนอกห้องเรียนมากขึ้น (Meesuwan, 2015) อีกทั้งยังถือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) ผสมเข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคม กล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ให้แสดงภาพบนจอภาพออกมาเป็นวัตถุ (Object) เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติ มีมุมมองมากถึง 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง (Patai et al., 2018). โดยรูปแบบการนำเสนอที่ลื่นไหลจากจอคอมพิวเตอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่ ดังนั้น AR คือ การสะท้อนออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นเต้นเร้าใจ ในรูปแบบ interactive media โดยแท้จริง (Chaimongkhon et al., 2020) เชื่อมโยงกับ (Nuallaorng & Preechadirek, 2015) กล่าวว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบไปด้วยภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพประกอบเนื้อหาและเข้าใจมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสุข ชอบ และมีความสุขในการเรียนมากยิ่งขึ้น

นอกจากสื่อการเรียนรู้หรือเทคโนโลยีการศึกษาที่สมัยแล้ว เทคนิคการจัดการเรียนรู้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนควรนำเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือสืบเสาะหาความรู้หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นประเมิน (evaluation) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และสามารถกระตุ้นความคิดแบบสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นไปตามที่ (Khanhachai & Khlaisang, 2020) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านแบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้กลับด้านแบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กิจกรรมในห้องเรียน และการประเมินการเรียนรู้ และมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสร้างแรงบันดาลใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป และวางแผนโครงร่างอินโฟกราฟิก ขั้นการขยายความรู้ ออกแบบปรับปรุง และนำเสนอผลงานอินโฟกราฟิก และขั้นการประเมินผล 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางด้านทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนเฉลี่ยความสามารถทางการรู้ทางทักษะหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนเฉลี่ยผลงานอินโฟกราฟิกจากการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจจะพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม AR เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่านวัตกรรมและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ไม่มากนักน้อย ดังนั้นการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม AR เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถที่ดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข และมีคุณภาพในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ต่อไป



รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์

สมมติฐานการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัด นนทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 74 คน

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน ได้รับคัดเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการวิจัย คือ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐานที่ 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ประกอบด้วย

1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ปฏิกิริยาเคมีรอบตัว

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

- ตัวแปรตาม คือ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
 2. ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์ รวมจำนวนทั้งหมด 12 ชั่วโมง

วิธีการดำเนินการวิจัย

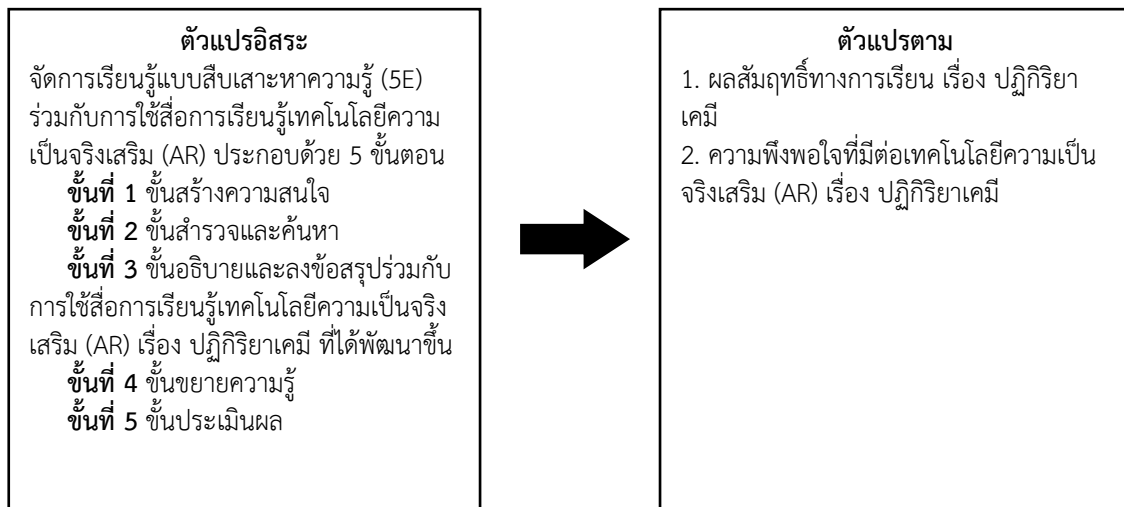
1. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบความคิดของการวิจัย ดังภาพ

2. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 74 คน

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน ได้รับคัดเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 74 คน
กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน ได้รับคัดเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)
 4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
 - a. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่
 - i. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)
 - ii. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิบัติการเคมี ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
 - iii. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิบัติการเคมี
 - iv. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิบัติการเคมี
 - b. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้
 - i. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้
 3. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 4. ศึกษาจุดมุ่งหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากหนังสือเรียน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
5. จัดทำแผนการเรียนรู้
- เรื่อง ปฏิบัติการเคมี จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยแผนละ 1 ชั่วโมง จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง จำนวน 3 แผน รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

a. การสร้างความสนใจ (engagement)

ผู้สอนสร้างความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ผู้เรียนรู้หรือแนวคิดหรือเนื้อหา

b. การสำรวจและค้นหา (exploration)

ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน การสำรวจตรวจสอบ สังเกต และฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ทำการซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน และให้เวลาผู้เรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ

c. การอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความ ด้วยคำพูดของผู้เรียนเอง ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ให้ผู้เรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและ ชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพให้ผู้เรียนใช้ ประสพการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด

d. การขยายความรู้ (elaboration)

โดยผู้สอนคาดหวังให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบาย สิ่งที่เรารู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือ ขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร

e. การประเมินผล (evaluation)

โดยผู้สอนสังเกตผู้เรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ประเมิน ความรู้และทักษะผู้เรียน หาหลักฐาน ที่แสดงว่าผู้เรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้และ ทักษะกระบวนการกลุ่ม ถามคำถาม ปลายเปิด เช่น ทำไมผู้เรียนจึงคิดเช่นนั้น

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุม ของเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ต่ำกว่า 4.00

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ii. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี

และหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเนื้อหา

จุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เรื่อง ปฏิบัติการเคมี สารวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทั้งหมด 9 จุดประสงค์การเรียนรู้

3. สร้างแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่าใช้วัดความรู้ของผู้เรียนตามจุดประสงค์ การเรียนรู้หรือไม่ โดยมีค่าความเชื่อมั่น คือ 0.85 และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) คือ 0.98

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตรวจสอบแล้ว

มาแก้ไขปรับปรุงตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

iii. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยอาศัยหลักการและขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาอย่างมีระบบตามรูปแบบของ ADDIE model ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

a. ศึกษาทฤษฎี

และหลักการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

b. วิเคราะห์ปัญหาในการเรียน

เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่าผู้เรียนยังไม่สามารถมองเห็นภาพของการทำปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ ได้ เนื่องจากภาพประกอบตามเนื้อเรื่องทีอ่านในการเรียนการสอนปัจจุบันใช้การจดจำทฤษฎี และการดูรูปภาพในหนังสือที่เป็นภาพแบบสองมิติ รูปภาพประกอบบางภาพไม่สามารถอธิบายได้อย่างเด่นชัด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก และไม่สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี

c. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

d. วิเคราะห์เนื้อหา

โดยเนื้อหาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากหนังสือเรียน สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

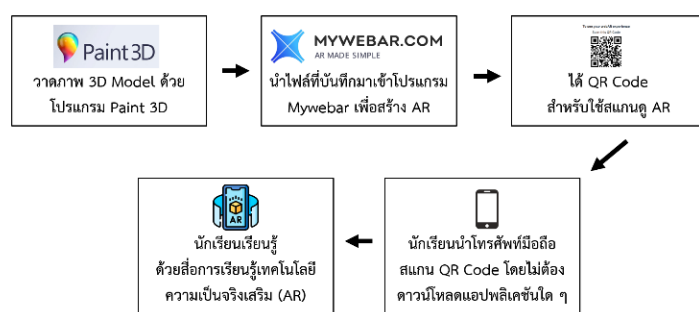
2. ขั้นการออกแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นการออกแบบ ดังนี้

a. ออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้

ออกแบบโครงสร้าง และองค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม augmented reality (AR)

b. ออกแบบเนื้อหาบทเรียน

และกิจกรรมการเรียนรู้โดยออกแบบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยนักเรียนจะได้สแกน QR code เพื่อเข้าชม สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) โดยไม่ต้องดาวน์โหลดแอปพลิเคชันอื่นเพิ่มเติม

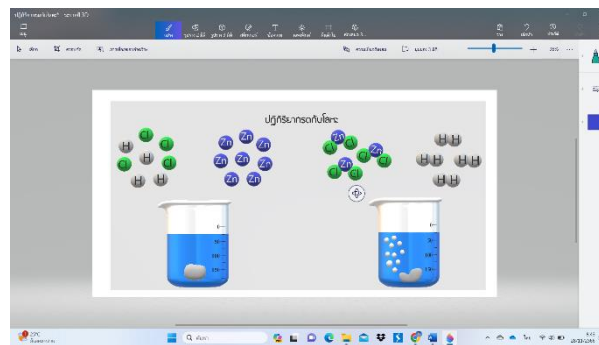


รูปที่ 2 diagram การออกแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

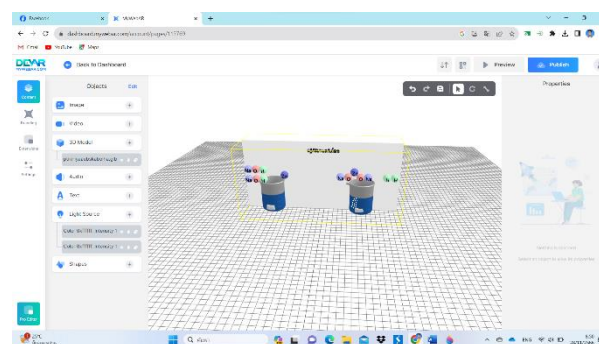
3. ขั้นการพัฒนา ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นการพัฒนา ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม augmented reality (AR) โดยใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่า Paint 3D ในการวาด 3D model เพื่อใช้ในการสร้าง AR ตามที่ผู้วิจัยต้องการ

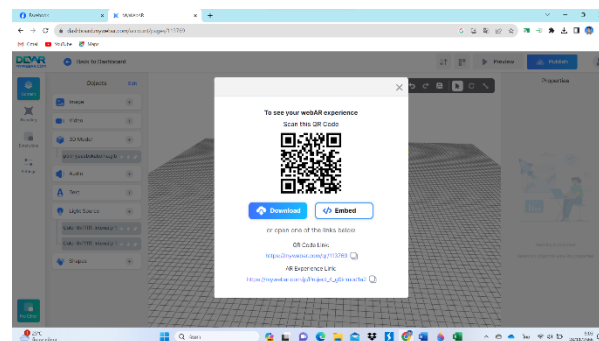
จากนั้นนำไฟล์ภาพที่ได้จากการวาดไปใส่ในโปรแกรม Mywebar เพื่อสร้าง AR ให้มีการเคลื่อนไหว เพื่อช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีความตื่นเต้น และท้าทาย



รูปที่ 3 การวาด 3D model เพื่อใช้ในการสร้าง AR



รูปที่ 4 การสร้างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ด้วย Mywebar



รูปที่ 5 QR Code สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

ระหว่างการพัฒนาผู้วิจัยได้ดำเนินการนำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพสื่อ ความเหมาะสมในด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบ ก่อนนำไปใช้งานจริง โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ไม่ต่ำกว่า 4.00

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 | หมายความว่า มีความเหมาะสม มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 | หมายความว่า มีความเหมาะสม มาก |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 | หมายความว่า มีความเหมาะสม ปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 | หมายความว่า มีความเหมาะสม น้อย |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 | หมายความว่า มีความเหมาะสม น้อยที่สุด |

จากนั้นนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน เพื่อทดลองใช้ในการหาข้อผิดพลาด แล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีที่สุดเพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ในการเก็บข้อมูลจริง เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วประเมินผลประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 81.95/82.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ขั้นการนำไปใช้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นการนำไปใช้ ดังนี้

ผู้วิจัยนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์ที่วางไว้

5. ขั้นการประเมิน ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นการประเมิน ดังนี้

a. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์

b. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์

iv. แบบประเมินความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี

และหลักการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. นิยามความหมายพฤติกรรมที่จะให้ปฏิบัติ

และกำหนดรูปแบบของวิธีการประเมินให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

3. กำหนดเกณฑ์หรือประเด็นความพึงพอใจ

หรือมาตรฐานขั้นต่ำที่ใช้ในการตัดสิน และสรุปผลการปฏิบัติงาน

4. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ตามประเด็นเนื้อหาที่กำหนดคือ แบ่งเป็น 5 ด้าน โดยด้านที่ 1 มีจำนวน 5 ข้อ ด้านที่ 2 จำนวน 4 ข้อ ด้านที่ 3 จำนวน 5 ข้อ ด้านที่ 4 จำนวน 5 ข้อ และด้านที่ 5 จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 22 ข้อ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00

6. นำแบบประเมินความพึงพอใจ

ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

ที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

a. ผู้วิจัยชี้แจงการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ให้นักเรียนทราบ

b. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน

เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 40 นาที และบันทึกผลคะแนน

c. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) รวมทั้งให้นักเรียนได้ทำปฏิบัติการทดลองเพื่อฝึกการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

d. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 40 นาที และบันทึกผลคะแนน ผลคะแนนจากการสอบจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent

e. ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

a. วิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพ E1/E2

ของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

b. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) สูตร t-test แบบ dependent simple

c. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน

ที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และได้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพ

ของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.95/82.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ในชั้นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)	เกณฑ์การประเมิน	ค่าประสิทธิภาพที่ได้	ผลการประเมิน
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)	80	81.95	สูงกว่าเกณฑ์
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂)	80	82.52	สูงกว่าเกณฑ์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมี คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 11.14 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.13 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.76 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.53

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	37	30	11.14	2.88	24.12*	0.000
หลังเรียน	37	30	24.76	1.50		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจ

ของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)
เรื่อง ปฏิบัติการเคมี

ข้อที่	รายการประเมิน	ค่าสถิติ		
		$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)				
1.1	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีความเหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน	4.86	0.41	มากที่สุด
1.2	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เข้าถึงได้ง่าย	4.68	0.42	มากที่สุด
1.3	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์โลกในปัจจุบัน	4.89	0.34	มากที่สุด
1.4	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มีภาพประกอบชัดเจนสามารถช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.84	0.34	มากที่สุด
1.5	มีการออกแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเพลิดเพลินในการเรียน	4.81	0.40	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหาการเรียนรู้				
2.1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.62	0.50	มากที่สุด
2.2	เนื้อหา มีความต่อเนื่อง ชัดเจน และมีความกระชับ	4.84	0.34	มากที่สุด
2.3	สามารถอธิบายเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน	4.81	0.40	มากที่สุด
2.4	การนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) สามารถกระตุ้นความสนใจในการเรียนได้	4.81	0.40	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1	กิจกรรมเรียนรู้มีรูปแบบที่หลากหลาย ไม่น่าเบื่อ	4.81	0.40	มากที่สุด
3.2	กิจกรรมในชั้นเรียนมีความสอดคล้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)	4.78	0.45	มากที่สุด
3.3	การจัดการเรียนรู้ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนดีขึ้น	4.76	0.39	มากที่สุด
3.4	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา	4.70	0.48	มากที่สุด
3.5	ความพึงพอใจโดยรวมของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิบัติเคมี	4.70	0.48	มากที่สุด
4. ด้านครูผู้สอน				
4.1	การถ่ายทอดความรู้ของครูผู้สอน	4.89	0.34	มากที่สุด
4.2	ครูผู้สอนสามารถอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน ตรงประเด็น	4.84	0.34	มากที่สุด
4.3	ครูผู้สอนใช้ภาษาที่เหมาะสม เข้าใจง่าย	4.92	0.25	มากที่สุด
4.4	ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย และแสดงความคิดเห็น	4.76	0.39	มากที่สุด
4.5	ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลาที่เหมาะสม	4.86	0.34	มากที่สุด
5. ด้านการนำไปประยุกต์ใช้				
5.1	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.73	0.44	มากที่สุด
5.2	นักเรียนสามารถเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้อื่นได้	4.81	0.40	มากที่สุด
5.3	นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในเนื้อหาที่มีความยากขึ้นในอนาคตต่อไป	4.92	0.25	มากที่สุด
คะแนนรวมเฉลี่ย		4.80	0.39	มากที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการหาประสิทธิภาพ

ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.95/82.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.14 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.13

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจ

ของนักเรียนที่มีต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39

อภิปรายผล

1. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.95/82.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ที่ได้พัฒนาขึ้นถือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถผสมผสานเอาโลกแห่งความจริง (real) ผสมเข้ากับโลกเสมือน (virtual) โดยผ่านทางกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ให้แสดงภาพบนจอภาพออกมาเป็นวัตถุ (object) เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติ มีมุมมองมากถึง 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง นอกจากนี้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ยังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความชัดเจน ออกแบบได้ น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจผู้เรียนได้ มีความรวดเร็วในการแสดงผล สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ และสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ โดยผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เท่ากับ 4.92 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เท่ากับ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (Ngoebudkote, 2022) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของสื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.91$) 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้เรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 21.50 และ 3) ประสิทธิภาพของสื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 เท่ากับ 90.73/85.25

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.14 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.13 ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในเรื่องปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่จะเป็นการกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ อีกทั้งผู้เรียนต้องสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ถึงแม้ว่าผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองด้วยตนเองแล้ว เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้น แต่ผู้เรียนยังไม่สามารถ

มองเห็นภาพของการทำปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ ได้ เนื่องจากภาพประกอบตามเนื้อเรื่องทีอ่านในการเรียนการสอนปัจจุบัน ใช้การจดจำทฤษฎี และการดูรูปภาพในหนังสือที่เป็นภาพแบบสองมิติ รูปภาพประกอบบางภาพไม่สามารถอธิบายได้อย่างเด่นชัด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก และไม่สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ และหากนักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรงจากการจับต้อง ทดลอง หรือการสังเกต ตามแนวคิดทฤษฎีประสบการณ์ของ Edgar Dale อาจจะนำมาถึงการเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความกระตือรือร้น การแสวงหาความรู้ และไม่สนใจในการเรียนรู้ โดยจากการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (pre-test) ของนักเรียนออกมาอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 11.14 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 24.76 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.53 ซึ่งจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือสืบเสาะหาความรู้ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นประเมิน (evaluation) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และสามารถกระตุ้นความคิดแบบสร้างสรรค์ และยังมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วย โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สามารถแสดงภาพบนจอภาพออกมาเป็นวัตถุ (object) เป็นลักษณะ 3 มิติ มีมุมมองมากถึง 360 องศา โดยที่ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง นอกจากนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ยังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความชัดเจน ออกแบบได้น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจผู้เรียนได้ มีความรวดเร็วในการแสดงผล สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ และสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ โดยผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม(AR) เท่ากับ 4.92 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เท่ากับ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (Khanhachai & Khlaisang, 2020) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้กลับด้านแบบ 5E ร่วมกับการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้กลับด้านแบบ 5E ร่วมกับการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้กลับด้านแบบ 5E ร่วมกับการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้กลับด้านแบบ 5E ร่วมกับการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้ทางทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กิจกรรมในห้องเรียน และการประเมินการเรียนรู้ และมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป และวางโครงร่างอินโฟกราฟิก ขั้นการขยายความรู้ ออกแบบปรับปรุง และนำเสนอผลงานอินโฟกราฟิก และขั้นการประเมินผล 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางด้านทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนเฉลี่ยความสามารถทางด้านการรู้ทางทักษะหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลงานอินโฟกราฟิกจากการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ทั้งนี้ เนื่องจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นมีการนำเสนอเป็นลักษณะ 3 มิติ มีมุมมองมากถึง 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง และสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความชัดเจน ออกแบบได้น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจ ผู้เรียนได้ มีความรวดเร็วในการแสดงผล สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพการจัดเรียงตัวใหม่ของ อะตอมที่ทำให้เกิดสารใหม่ได้ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ และการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมของสาร โดยไม่ต้องอาศัยการท่องจำ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม(AR) เท่ากับ 4.92 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อ การเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เท่ากับ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (Chotechuang et al., 2019) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า งานวิจัยชิ้นนี้ ได้ผลลัพธ์ 4 อย่าง ได้แก่ 1) marker ระบบสุริยะ จักรวาลในรูปแบบของหนังสือสื่อเสริมการเรียนรู้ (AR solar book) 2) โมเดลดาวเคราะห์ต่างๆ ในระบบสุริยะ ในรูปแบบ ของ 3 มิติ 3) แอปพลิเคชัน AR galaxy รูปแบบไฟล์ .apk 4) ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยมีความพึงพอใจในด้าน ด้านเทคนิคมีคุณภาพในระดับดีมาก คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี ด้านประสิทธิภาพในการนำเสนออยู่ในระดับดี และความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.63

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมากขึ้นโดย ครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ เพื่อลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ควรแนะนำวิธีการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน และควรคำนึงถึงความพร้อมของอุปกรณ์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่มีโทรศัพท์มือถือ หรือมีโทรศัพท์แต่ไม่มีอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ ครูผู้สอนเตรียมมาได้ และในการวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้เทคนิค การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้มีการเคลื่อนไหวได้ที่แสดงให้เห็นถึงการแลกเปลี่ยนอะตอมของธาตุ และควรนำสื่อ การเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้สำหรับการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หรือใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์

เอกสารอ้างอิง

- Chaimongkhon, N., Pungthong, M. & Sripadit, A. (2020). 2-Dimensional Augmented Reality Technology : Milling Workpiece Alignment Using Automated Machine. *Journal of industrial education*, 19(2), 80-89. [in Thai]
- Chatwatthana, P., Piriyasakulwong, P. (2017). Education 4.0 for Student in the 21st Century. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 8(1), 289-298. [in Thai]
- Chotechuang, W., Pankasem, C. & Saisang, W. (2019). Learning Solar System with Augmented Reality Technolog. *The 7th Academic Science and Technology Conference.* 1637-1645. Pathumthani: Rangsit University. https://ict.su.ac.th/journal/file_ejr/vol2/ICT_Journal_vol1no2 [in Thai]
- Khanhachai, P., & Khlaisang, J. (2020). Development of 5E flipped learning model with infographic design process to enhance science process skills and visual literacy of lower secondary school students. *Journal of Information and Learning*, 31(3), 25-36.

- Meesuwan, W. (2015). *Developing Augmented Reality with Processing and OpenSpace3D*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Ngoebudkote, K., Bunroek, P. & Muhamad, N. (2022). The Development of Augmented Reality Learning Media in Functional Group of Organic Chemistry by Sketch Up and Pixlive Maker. *Silpakorn Educational Research Journal*, 14(1), 441-453. [in Thai]
- Nuallaorng, T., Preechadirek. (2015). Applying 3D Digital Learning-Based Game for Improving Students English Language Skills in accordance with Multiple Intelligence Theory via Tablet Devices. *ICT Silpakorn Journal*, 2(1). [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council on NESDC. (2017). *The Twelfth National Economic and Social Development Plan*. Bangkok: Cabinet and Royal Gazette Publishing Office. [in Thai]
- Patai, G., Janpum, P. & Watthanasura, A. (2018). Animal Planet Vocabulary Book with Augmented Reality Technology. *Journal of Project in Computer Science and Information Technology*, 4(1), 23-28. [in Thai]

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Sukrachan, T., Tientongdee, S. & Sampaokaew, Y. (2024). A Development of Augmented Reality Technology (AR) With The Inquiry-Based Learning To Develop Learning Achievement in Chemical Reaction. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(2), 40–55. Thaijo.
<https://doi.org/10.14416/j.ftce.2024.08.04>
- MLA Sukrachan, Thadcha, Tientongdee, Sumalee & Sampaokaew, Yutapong “A Development of Augmented Reality Technology (AR) With The Inquiry-Based Learning To Develop Learning Achievement in Chemical Reaction.” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 2, Aug. 2024, pp. 40–55, <https://doi.org/10.14416/j.ftce.2024.08.04>. Thaijo.
- ISO690 T. Sukrachan, S. Tientongdee and Y. Sampaokaew, “A Development of Augmented Reality Technology (AR) With The Inquiry-Based Learning To Develop Learning Achievement in Chemical Reaction,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 2, pp. 40–55, Aug. 2024, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ftce.2024.08.04>.