

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of Virtual Reality Learning Technology with Inquiry Based Learning on Solution to Enhance Student's Problem-Solving Ability of Grade 10 Students

ชนาธิป ไบยา¹ นัฐพล รำไพ² วัตสาดรี ดิเทียนต์³
Chanathip Baiya¹ Nattaphon Rampai² Watsatree Diteeyont³

chanathip.h@donschool.ac.th

ส่งบทความ 8 มิถุนายน 2567 แก้ไข 25 มิถุนายน 2567 ต้อนรับ 26 มิถุนายน 2567
Received: June 8, 2024 Revised: June 25, 2024 Accepted: June 26, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และ t-test แบบ Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหามีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.36$, S.D.=0.57) คุณภาพด้านเทคนิคอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, S.D.=0.29) และ ประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.05/76.37 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 2) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ
- 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D.=0.58)

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, สารละลาย
ความสามารถในการแก้ปัญหา

*ผู้ประสานงาน (corresponding author)

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Student in Master of Educational Technology and Communications, Faculty of Education, Kasetsart University

² Associate Professor in Department of Educational Technology, Faculty of Education, Kasetsart University

³ Assistant Professor in Department of Educational Technology, Faculty of Education, Kasetsart University

Abstract

The purposes of this research were to: 1) develop of virtual reality learning technology with Inquiry based learning to find the quality and effectiveness with a required efficiency of 75/75 criterion 2) compare problem-solving ability score between before and after virtual reality learning technology with Inquiry Based Learning and 3) Study the students satisfaction level on virtual reality learning technology with inquiry based learning to enhance student's problem-solving ability. The sample group were 38 Grade 10 students that studied in the second semester of academic year 2023, selected using cluster random sampling. The data were analyzed by using mean, standard deviation, percentage, and t-test for dependent samples.

The research results found that:

1) Virtual reality learning technology with inquiry based learning to enhance Student's Problem-Solving ability students was at the high content quality level ($\bar{x}=4.36$, S.D.=0.57), at the highest technical quality level ($\bar{x}=4.81$, S.D.=0.29) and the efficiency at 77.05/76.37 the efficiency at 77.05/76.37

2) the problem-solving ability score was significantly higher than the pretest score at .01 level and

3) Students were satisfied on virtual reality learning technology with inquiry based learning to enhance student's problem-solving ability was at the highest level ($\bar{x}=4.58$, S.D.=0.58).

Keywords: Virtual Reality Learning Technology, Inquiry-Based Learning, Solutions, Problem-Solving Ability

.....

บทนำ

จากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ PISA คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ ผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน การอ่าน 379 คะแนน และ วิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ในทั้งสามด้าน และเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยลดลงทั้งสามด้าน โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้าน วิทยาศาสตร์และการอ่านมีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) ผลการทดสอบสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่นั้นยังขาดทักษะในการแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งกระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียนที่ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม บนพื้นฐานของหลัก เหตุผล ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวง ศึกษาธิการ, 2551)

ปัจจุบันโลกได้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัลที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนิน

ชีวิตประจำวัน ทำให้การติดต่อสื่อสารมีความสะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้อย่างแพร่หลายในทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการศึกษา มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา พ.ศ.2563-2565 ที่เน้นให้มีการใช้เทคโนโลยีในการขับเคลื่อนเพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผ่านการใช้ระบบเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน เกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้ และนำไปใช้กับหน่วยงานการศึกษาที่สามารถต่อยอดความรู้ให้กับประชาชนและสังคมได้ (สำนักงานเลขาธิการกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา, 2563) ดังนั้นจึงต้องมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะอย่างเต็มศักยภาพ ในปัจจุบันการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างล้ำลึก โดยสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ และให้ประสบการณ์ที่มีความสมจริงมากขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถสัมผัส ได้ตอบกับสิ่งต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงได้ และสามารถศึกษาค้นคว้าได้อย่างอิสระโดยไม่จำกัดบริเวณเฉพาะอยู่ในห้องเรียน ทำให้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างกว้างขวาง (ภวิสานันท์ ศรีศิริวงศ์, 2564) และช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มทักษะและจินตนาการระหว่างจัดการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี (Charinthorn Aumgri, 2020)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

ผ่านการที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทศนา แหมมณี, 2553) การสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นการค้นหาคำตอบที่สนใจ ผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ แต่มีอิสระและไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว เนื่องจากอาจมีการสืบเสาะซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อตอบคำถาม และอาจเกิดคำถามขึ้นมาใหม่ที่ต้องสืบเสาะหาคำตอบต่อไป หมุนวนเป็นวัฏจักร 5 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5. ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากการจัดการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ต้องมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน เพื่อปรับเปลี่ยนเป็นการศึกษา 4.0 ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ที่มีการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาใช้ในห้องเรียนรวมถึงการจัดการเรียนการสอน (दनัยศักดิ์ กาโร, 2562)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้ผ่านการค้นคว้าอย่างเป็นขั้นตอนผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนยังเป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติผ่านระบบออนไลน์ ช่วยลดความเสี่ยงในการสัมผัสกับสารเคมีและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสบการณ์และเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้อุปกรณ์การเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หมายถึง การจำลองสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมเสมือนขึ้นผ่าน cospaces.io โดยผู้ใช้สามารถเรียนรู้ผ่านจอคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน และสามารถโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมเสมือนได้โดยใช้แป้นพิมพ์ เมาส์ หรือการสัมผัสหน้าจอแสดงผล
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลและประสบการณ์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลลัพธ์ และการนำไปประยุกต์ใช้

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 มี 4 ห้องเรียน จำนวน 151 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย จำนวน 4 แผน แผนการเรียนรู้ละ 2 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 8 คาบเรียน

2. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย จำนวน 4 สื่อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบประเมินก่อน (Pre-test) และหลัง (Post-test) การใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด จำนวน 14 ข้อ

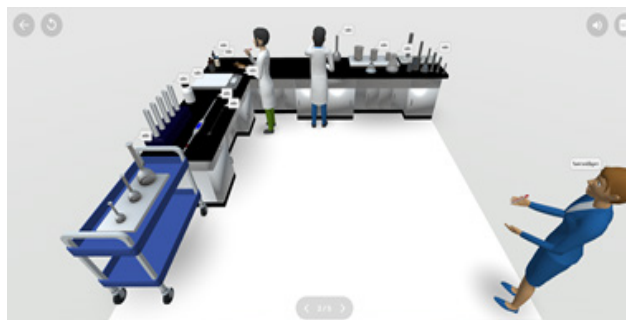
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุม ผลการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้เพิ่มเติม และเวลาเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) จำนวน 4 แผน แสดงรายละเอียด ดังนี้ 1) ความเข้มข้นของสารละลาย 2) การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ 3) การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น และ 4) สมบัติบางประการของสารละลาย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม ซึ่งพบว่า มีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}=4.35$, S.D.=0.62)

2. สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยดำเนินการพัฒนาสื่อโดยใช้ขั้นตอน ADDIE Model ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเคมี และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา จำนวน 3 ท่านพบว่า มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.36$, S.D.=0.57) มีคุณภาพด้านเทคนิคอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, S.D.=0.29)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หัวข้อ ความเข้มข้นของสารละลาย



ภาพที่ 2 ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หัวข้อ การเตรียมสารละลาย



ภาพที่ 3 ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หัวข้อ สมบัติบางประการของสารละลาย

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแนวคิดการแก้ปัญหาของ Guilford (1967) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลลัพธ์ และการนำไปประยุกต์ใช้ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ ครอบคลุมขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 5 ขั้นตอน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยการให้คะแนนมี 3 ระดับ ดังนี้ เขียนตอบได้ครบถ้วน 2 คะแนน เขียนตอบได้บางส่วน 1 คะแนน และไม่สามารถเขียนตอบได้หรือเขียนตอบไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ด้านความเที่ยงตรง โดยให้ประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดในด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม ความถูกต้องของภาษา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Item objective Congruence) ที่คำนวณได้ควรมีค่ามากกว่า 0.50 ซึ่งพบว่า ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 หมายความว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.411-0.851และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.943

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามรูปแบบของลิเคิร์ท (Likert rating scale) โดยแยกประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของข้อคำถามและความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการสอบถาม โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective Congruence: IOC) พบว่า ค่า IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 หมายความว่า แบบสอบถามความพึงพอใจมีความสอดคล้องกับรายการประเมิน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อเตรียมข้อมูลไว้ทดสอบสมมติฐานต่อไป

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 สัปดาห์ (สัปดาห์ละ 2 คาบเรียน)

3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับเดิม) และทำแบบสอบถามความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยใช้เกณฑ์ 75/75 เป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่า จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent samples)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
1.2 เนื้อหามีความถูกต้อง ตรงตามหลักสูตร	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความกระชับ ได้ใจความ และมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ เรียงเนื้อหาว่างไปยาก และต่อเนื่องกัน	4.00	1.00	ดี
1.6 สนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.33	0.58	ดี
1.7 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	4.33	0.58	ดี
รวมด้านเนื้อหา	4.43	0.64	ดี

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
2. ด้านการใช้ภาษา			
2.1 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง เหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
2.2 สื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
รวมด้านการใช้ภาษา	4.33	0.58	ดี
3. ด้านการวัดและประเมินผล			
3.1 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
3.2 ข้อคำถามในแบบฝึกหัดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี
3.3 ข้อคำถามในแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม สื่อความหมายได้ชัดเจน	4.00	0.00	ดี
รวมด้านการวัดและประเมินผล	4.22	0.39	ดี
รวมทั้ง 3 ด้าน	4.36	0.57	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.36$, S.D.=0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าอันดับแรก คือ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.43$, S.D.=0.64) รองลงมา ได้แก่ ด้านการใช้ภาษาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.33$, S.D.=0.58) และด้านการวัดและประเมินผลอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.22$, S.D.=0.39) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ			
1.1 มีความน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 มีความสม่ำเสมอ มีองค์ประกอบของบทเรียนไปในทิศทางเดียวกัน	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบ ขนาด และสีของตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของภาพประกอบ	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
รวมด้านการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ	4.84	0.29	ดีมาก
2. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง			
2.1 การนำเสนอเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 การเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 รูปแบบของการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
รวมด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	5.00	0.00	ดีมาก
3. ด้านการใช้งาน			
3.1 โปรแกรมใช้งานสะดวกและรวดเร็ว	4.33	0.58	ดี
3.2 การเชื่อมโยงกันของส่วนต่าง ๆ มีความสะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
รวมด้านการใช้งาน	4.56	0.58	ดีมาก
รวมทั้ง 3 ด้าน	4.81	0.29	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเทคนิค มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, $S.D.=0.29$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อันดับแรก คือ ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่องอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=5.00$, $S.D.=0.00$) รองลงมา ได้แก่ ด้านการออกแบบและการจัดวางรูปแบบอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.84$, $S.D.=0.29$) และด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.56$, $S.D.=0.58$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา

	n	คะแนนเต็ม	SD	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	38	40	30.82	2.76
หลังเรียน	38	30	22.91	4.03

จากตารางที่ 3 พบว่า สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.05/76.37 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	df	p
ก่อนเรียน	38	30	12.58	5.03	17.13	37	.000**
หลังเรียน	38	30	22.53	4.17			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน ($\bar{X}=22.53$, $S.D.=4.17$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=12.58$, $S.D.=5.03$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	4.63	0.54	มากที่สุด
1.2 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.61	0.55	มากที่สุด
1.3 เนื้อหามีความถูกต้อง ตรงตามหลักสูตร	4.58	0.55	มากที่สุด
1.4 สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.50	0.65	มาก
รวมด้านเนื้อหา	4.58	0.57	มากที่สุด

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
2. ด้านการจัดการเรียนรู้			
2.1 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.58	0.60	มากที่สุด
2.2 การจัดการเรียนรู้ใช้ภาษาสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.55	0.60	มากที่สุด
2.3 การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้	4.53	0.60	มากที่สุด
2.4 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด	4.53	0.60	มากที่สุด
2.5 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	4.53	0.60	มากที่สุด
รวมด้านการจัดการเรียนรู้	4.54	0.60	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
3.1 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น	4.66	0.53	มากที่สุด
3.2 ช่วยตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.63	0.59	มากที่สุด
3.3 น่าสนใจ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.61	0.59	มากที่สุด
3.4 สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกต่อการเรียนรู้	4.58	0.60	มากที่สุด
3.5 ความชัดเจนของภาพ เสียง วิดีโอ ขนาดตัวอักษร และดนตรีประกอบ	4.55	0.60	มากที่สุด
รวมด้านสื่อการเรียนรู้	4.61	0.58	มากที่สุด
รวมทั้ง 3 ด้าน	4.58	0.58	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, $S.D.=0.58$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อันดับแรก คือ นักเรียนพึงพอใจในด้านสื่อการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.61$, $S.D.=0.58$) รองลงมา ได้แก่ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, $S.D.=0.57$) และด้านการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.54$, $S.D.=0.60$) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.36$, $S.D.=0.57$) และด้านเทคนิค มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, $S.D.=0.29$) ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัย ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร โครงสร้างเนื้อหารายวิชา เป็นอย่างดี และได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอน ADDIE Model ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาสื่อการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม กับเนื้อหา รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนยังช่วยให้มีการโต้ตอบ เกิดปฏิสัมพันธ์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทดลอง ซึ่งช่วย

เพิ่มความคุ้นเคยและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลอง และเครื่องมือให้แก่ผู้เรียน (Kolil et al., 2020) อีกทั้งยังช่วย สร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้และมีความคงทน ในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ และยังเพิ่มความสามารถในการใช้ความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ (Wolski & Jagodzinski, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติพงษ์ โพธิ์สุวรรณ (2564) ที่ศึกษาการพัฒนาบทเรียน ออนไลน์ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยวิธีการ จัดการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เรื่อง หลักฐานทาง ประวัติศาสตร์สากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์นี้มีคุณภาพ ด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อโดยภาพรวม อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.65$, $S.D.=0.29$) โดยคุณภาพ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.17$) และ

คุณภาพด้านเทคนิคผลดีสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.44$, $S.D.=0.29$) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐนันท์ เกษตรเอี่ยม (2565) ที่ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ รูปแบบจักรวาลนฤมิตร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning รายวิชาออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องเทคโนโลยีแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลนฤมิต มีคุณภาพด้านเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.30$, $S.D.=0.32$) คุณภาพด้านการผลิตสื่อโดยรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.45$, $S.D.=0.52$) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Noris et al. (2022) ที่ศึกษาห้องปฏิบัติการเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน พบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคอยู่ในระดับดีมาก มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 82.64%

2. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม (E_1) มีค่าเท่ากับ 77.05 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 76.37 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่ แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบปกติ จึงสามารถกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ โดยในสื่อการเรียนรู้ได้นำเสนอเนื้อหาข้อความ รูปภาพ วิดีทัศน์และแบบฝึกหัดที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนได้แบ่งเนื้อหาในบทเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายและไม่เบื่อหน่าย เมื่อผู้เรียนศึกษาหัวข้อนั้นจบแล้วสามารถทำแบบฝึกหัดได้ทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้ดีกว่าการเรียนหลายหัวข้อแล้วสอบทีเดียว จึงทำให้ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงาน

วิจัยของวรรณิภา พรหมหาราช (2564) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง พันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ของนักเรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.32/83.23 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติพงษ์ โพธิ์สุวรรณ (2564) ที่ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผสมผสาน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง เรื่อง หลักฐานทางประวัติศาสตร์สากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.59/86.33 ซึ่งเป็นตามเกณฑ์ 80/80

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย มีคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติ เข้าได้ โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติกิจกรรมจริง ผ่านกระบวนการคิดและขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริงได้ ซึ่งสื่อการเรียนรู้ที่ทำซ้ำได้นั้นทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่สิ้นเปลือง นอกจากนี้การฝึกปฏิบัติกิจกรรมนั้นซ้ำ ๆ ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และเมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายด้านพบว่า คะแนนด้านการระบุปัญหาหาคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากการระบุปัญหา นักเรียนต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของสถานการณ์ทั้งหมดเพื่อให้สามารถระบุปัญหาได้ จากนั้นนักเรียนต้อง

ทำความเข้าใจปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวเพื่อระบุสาเหตุ ดำเนินการวางแผนและหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุปัญหามากที่สุด และคะแนนด้านการตรวจสอบผลลัพธ์มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากการตรวจสอบผลลัพธ์นักเรียนต้องศึกษาถึงสาเหตุของปัญหา และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุ นอกจากนี้นักเรียนต้องอธิบายผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องนำความรู้ หลักการหรือทฤษฎีที่ได้ศึกษาเชื่อมโยงกับวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้สามารถอธิบายผลจากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านการตรวจสอบผลลัพธ์น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงศกร ลอยล่อง (2564) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนิชนันท์ คำตา, กิตติมา พันธุ์พุกษา, และธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2566) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D.=0.58) ทั้งนี้เนื่องมาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารละลาย ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้ เหมาะกับยุคปัจจุบันที่นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศและประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้ยังมีความคล้ายเกม ทำให้มีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถตอบโต้และมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้ และมีความยืดหยุ่น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ซ้ำได้ จึงสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐภูมิ ศรีระชา (2564) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียน อยู่ในระดับระดับมากที่สุด และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐนนท์ เกษตรเยี่ยม (2565) ที่ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลนฤมิตรร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning รายวิชาออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องเทคโนโลยีแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลนฤมิตรอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.46$, S.D.=0.47)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.1 ผู้สอนควรเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการสอน มีความเหมาะสมกับระดับชั้นและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้มากยิ่งขึ้น

1.2 ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานในการใช้เทคโนโลยี สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ มีความรับผิดชอบ สามารถกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป
- 2.1 ควรศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
โดยใช้ตัวแปรตามอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์,
การคิดวิเคราะห์, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น
- 2.2 ควรศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสมือนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
โดยใช้ตัวแปรตามอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์,
การคิดวิเคราะห์, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิตติพงษ์ โพธิ์สุวรรณ. (2564). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้
ด้วยการนำตนเอง เรื่อง หลักฐานทางประวัติศาสตร์สากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6). พี บาลานซ์ดีไซน์
แอนพริ้นติ้ง.
- ณัฐนธ์ เกษตรเอี่ยม. (2565). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลเสมือนร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้
เชิงรุก Active Learning รายวิชาออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องเทคโนโลยีแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐวุฒิ ศรีระชา. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. [วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- दनัยศักดิ์ กาโร. (2562). *ปฏิวัติการสอนสู่ห้องเรียน 4.0 ด้วย Google for Education*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แชมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 13).
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิชนันท์ คำตา, กิตติมา พันธุ์พุกษา, และธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 5(3), 27-42.
<https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/ejes/article/view/8780>
- พงศกร ลอยล่อง. (2564). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่
และแรง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL).
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ภวิสานซ์ ศรีศิริวงศ์. (2564). ห้องเรียนเสมือนจริง Virtual Classroom. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*,
19(2), 81-93. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/243935>
- วรรณิภา พรหมหาราช. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง
พันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้
ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2022-summary-result/>
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. เจเนอรัลบุ๊กเซนเตอร์. สำนักงานเลขาธิการกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *แผนยุทธศาสตร์กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา พ.ศ.2563-2565*. <http://edf.moe.go.th/web/wp-content/uploads/2019/11/P1.pdf>
- Aumgri, C. (2021). The Effectiveness of an online learning platform in collaboration with virtual technology using a digital ecosystem to develop the information, media and technology skills of undergraduate students. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 13(12), 880-895. <https://www.researchgate.net/publication/354381268>
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill, Book Company.
- Kolil, V.K., Muthupalani, S. & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(30), 1-22, <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00204-3>
- Noris, M. Saputro, S. & Muzazzinah. (2022). The virtual laboratory based on problem based learning to improve students' critical thinking skills. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 3(1), 35-47, <https://doi.org/10.12973/ejmse.3.1.35>
- Wolski, R. & Jagodzinski, P. (2019). Virtual laboratory—Using a hand movement recognition system to improve the quality of chemical education. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 218-231, <https://doi.org/10.1111/bjet.12563>
-