การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21*

THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE LEARNING MEDIA WITH STEM EDUCATION AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY FOR THE 21ST CENTURY CLASSROOM

กฤษฎาภรณ์ จันตะคุณ
Kitsadaporn Jantakun
ธิติ จันตะคุณ
Thiti Jantakun
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, ประเทศไทย.
Roi Et Rajabhat University, Thailand.
E-mail: Jansri.kp@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาบริบท ปัญหา ความต้องการ ศักยภาพในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 3) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 4) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นโดย ครู นักศึกษาครู และนักศึกษาประสบการณ์วิชาชีพครู 5) เพื่อขยายผลรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จากครูสู่นักเรียน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาทดลอง มีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ระยะ โดยมีการกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง รวมทั้งหมด 50 คน ประกอบด้วย ครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการวิชาชีพครู

* Received: 11 October 2024; Revised: 11 November 2024; Accepted: 28 November 2024

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด ดำเนินการภายใต้ระบบ Single Command พร้อมแผนพัฒนาที่เน้นการเรียนรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษา ได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผ่านกระบวนการ ADDIE Model และการผสานเทคโนโลยี AR ซึ่งผลการประเมินสื่อพบว่า มีคุณภาพในระดับสูงสุด สะท้อนถึงประสิทธิภาพของสื่อที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน โดยสื่อนี้ได้ถูกขยายผลไปใช้จริงในห้องเรียนเพื่อพัฒนาครูและนักเรียนให้พร้อมต่อความท้าทายในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์, เทคโนโลยีเสมือนจริง, สะเต็มศึกษา

Abstract

This research article aims to 1) study the context, issues, needs, and potential for the development of primary education in Roi Et Province. 2) develop an interactive learning model using virtual technology based on STEM education for 21st-century classrooms. 3) develop interactive learning media using virtual technology based on STEM education for 21st-century classrooms; 4) evaluate the effectiveness of interactive learning using virtual technology based on STEM education, developed by teachers, student teachers, and teacher trainees; and 5) expand the application of the developed interactive learning media from teachers to students in 21st-century classrooms. This research employs a developmental experimental methodology, conducted in four phases, with a purposive sample group of 50 participants, including teachers, student teachers, and teacher trainees.

The findings reveal that the development of primary education in Roi Et Province operates under a Single Command system with a development plan focused on 21st-century learning and skills. The interactive learning media using virtual technology based on STEM education was designed to enhance the learning process in Grade 4 science through the ADDIE Model and the integration of AR technology. The media was evaluated to have the highest quality, reflecting its effectiveness and suitability for contemporary

learning environments. The developed media has been further applied in classrooms to prepare teachers and students to meet the challenges of the 21st century.

Keyword: Interactive Learning Media, Augmented Reality, STEM Education

บทนำ

การปฏิวัติการเรียนรู้ของเด็กเยาวชนและสังคมไทยมีมาอย่างต่อเนื่อง การตั้งวิสัยทัศน์ที่จะทำให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ กำหนดยุทธศาสตร์ที่จะพัฒนาครูยุคใหม่ให้มีทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เข้าถึงสารสนเทศ พัฒนาระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงความเร็วสูงและระบบไร้สายเข้าถึงทุกโรงเรียนและชุมชน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) บุคคลสำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเรียนรู้ของนักเรียนก็คือครู ถ้าครูยังสอนด้วยวิธีเดิม ๆ ต่อให้โลกเปลี่ยนแปลงไปขนาดไหน ก็ไม่ทำให้เด็กเปลี่ยนแปลงตามโลกนี้ไปได้มากนัก ตลอดจนสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561 -2580 (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566) การปฏิรูปการเรียนรู้แบบพลิกโฉม ในทุกระดับปฐมวัยจนถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ การเปลี่ยนแปลงบทบาทครู การเพิ่มประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการศึกษา และการพัฒนาระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถกำกับการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ข้อเสนอแนะของเพียร์สันซึ่งได้ทำการจัดการศึกษานานาชาติ ได้เสนอผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษาว่า ครูที่ดีเท่านั้นที่จะนำการศึกษาให้มีคุณภาพสูงได้ ครูต้องเปลี่ยนเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ให้นักเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือปฏิบัติ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในและสมองของตนเอง (วิจารณ์ พานิช, 2555) การพัฒนาครูจึงเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญในการพัฒนาเด็กและเยาวชน โดยเฉพาะครูในยุคประชากรดิจิทัล (Digital Citizen) ที่เด็กมีความสามารถในการรับรู้และเรียนรู้จากสื่อด้านไอทีได้อย่างรวดเร็ว เพราะพวกเขาเกิดมาในยุคของสิ่งเหล่านี้ ครูที่จะส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ผ่านไอซีทีจะต้องได้รับการฝึกอบรมเพื่อให้มีทักษะในการส่งเสริมนักเรียน การพัฒนาครูสู่ยุคดิจิทัล ครูจะเป็นแกนนำด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก็จำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน สามารถทำอย่างได้ผลด้วยการใช้แบบจำลองเพื่อพัฒนาความสามารถด้านเทคโนโลยีของมนุษย์ หรือที่เรียกย่อว่า เอชพีที (HPT : Human Performance Technology) ในขณะที่การพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความคิดสร้างสรรค์

ก็เป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Johnson, P, 2009) ซึ่งเครือข่าย P21 ได้พัฒนาวิสัยทัศน์เพื่อความสำเร็จของนักเรียนภายใต้บริบทการสอนความรู้วิชาหลัก เสนอแนะให้นักเรียนต้องเรียนรู้ทักษะที่จำเป็น เด็กยุคใหม่ที่แวดล้อมไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีโอกาสให้เขาได้สร้างสรรค์ผลงานที่เกิดขึ้นจากความคิดของเขาได้หลากหลาย เพียงแต่ต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับเขาได้มีแนวทางที่ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำ แบบจำลองการเรียนรู้แบบจินตวิศกรรมเป็นแนวคิดในการนำจินตนาการของผู้เรียนมาทำให้กลายเป็นจริง การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนโดยใช้จินตวิศกรรมเข้ามาช่วย จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างแท้จริง เมื่อเขาสามารถสร้างสิ่งใดก็ตามที่เกิดจากจินตนาการของเขาขึ้นมาเองได้ เขาก็จะรู้สึกมีพลังที่จะเรียนรู้ต่อไป สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือผู้สอนต้องส่งเสริมให้เกิดกำลังใจการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศกรรมและคณิตศาสตร์ บูรณาการความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเข้าด้วยกัน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องดำเนินการวิจัย เพราะการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อให้ได้องค์ความรู้ รูปแบบวิธีการและเทคโนโลยีเพื่อที่จะนำไปแก้ปัญหา โดยชี้นำปรับปรุงกระบวนการการเรียนรู้ให้ปัญหาข้างต้นทุเลาลง หรือชี้นำให้เกิดการสร้าง การประดิษฐ์นวัตกรรมขึ้นมาใหม่ โดยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งต้องอาศัยครูผู้แนะนำกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวให้กับนักเรียน ขณะเดียวกัน ครูก็ต้องได้รับพัฒนาด้วยกระบวนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านเทคโนโลยี เพื่อจะได้ทักษะในการถ่ายทอด โดยใช้กระบวนการของไอซีทีเข้ามาช่วยในการพัฒนาผู้เรียน ให้สอดคล้องกับยุคสมัยและการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน โดยกระบวนการเรียนรู้จะเน้นพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ด้านวิศกรรมศาสตร์ และคณิศาสตร์ (STEM) บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) สำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 อันจะเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาและประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะส่งผลต่อการปฏิวัติการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพเด็กและเยาวชนไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบท ปัญหา ความต้องการ ศักยภาพในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมในจังหวัดร้อยเอ็ด

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ของครูประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

3. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นโดยครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

5. เพื่อขยายผลรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษา สำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จากครูสู่นักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาทดลอง เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 คือ การระดมความคิดเห็น (Focus Group)

ระยะที่ 2 คือ ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

ระยะที่ 3 คือ จัดอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ให้กับครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในจังหวัดร้อยเอ็ด

ระยะที่ 4 คือ ขยายผลรูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จากครูสู่นักเรียน จากนั้นทำการประเมินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. บริบท ปัญหา ความต้อง ศักยภาพในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด มีหน่วยงานที่กำกับดูแล คือสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดร้อยเอ็ด โดยได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาระดับองค์กร ภายใต้โครงสร้างของระบบบริหารจัดการศึกษารูปแบบใหม่ ซึ่งมีการจัดระบบบริหารจัดการที่เรียกว่า Single Command เพื่อเสริมสร้างเอกภาพในเชิงบริหารให้เกิดขึ้นในพื้นที่ และในการกำหนดกรอบแนวทางในการดำเนินงานตามภารกิจ นโยบายและเป้าหมายที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยุทธศาสตร์ที่ 4 มุ่งเน้นวิธีการวิจัยและพัฒนารวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารและการศึกษา ให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกระดับการศึกษา รวมทั้งจัดกิจกรรมเสริมทักษะเพื่อพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 มีการผสมผสานเทคโนโลยีเข้ากับเนื้อหาและวิธีการสอน โดยใช้เทคโนโลยีสนับสนุนทฤษฎีการเรียนรู้แบบใหม่ ในการพัฒนาเนื้อหาและทักษะแบบใหม่ เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และได้มีการจัดทำแผนพัฒนาการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด การจัดทำแผนพัฒนาการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด (พ.ศ. 2566 - 2570) (ฉบับทบทวน) เข้าสู่กระบวนการทบทวนซึ่งร่วมกันระดมความคิดเห็น จากหน่วยงานทางการศึกษาในพื้นที่จังหวัด รวมทั้งสิ้น 50 คน ในการวางแผนและกำหนดทิศทางพัฒนาการศึกษาของจังหวัด ในพื้นที่รับผิดชอบในด้านการส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา การตรวจราชการ การติดตาม และประเมินผลในส่วนที่เกี่ยวข้อง และใช้เป็นกรอบแนวทางด้านการศึกษา และขับเคลื่อนการบริหารจัดการของหน่วยงานทางการศึกษาในพื้นที่ที่มีความเชื่อมโยงจัดการศึกษาทุกระดับ

2. รูปแบบสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ทำให้ทราบบริบท ปัญหา ความต้องการ ศักยภาพในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมในจังหวัดร้อยเอ็ด ผู้วิจัยจึงออกแบบรูปแบบสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นรูปแบบการ

จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพราะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การจำแนกสัตว์ เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เพื่อการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องร่วมกันทำความเข้าใจหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวันจากบริบทในท้องถิ่น ครูผู้สอนจะร่วมพูดคุยและชี้แจงกับการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พร้อมชี้แจงการให้คะแนนจากนั้นร่วมสนทนา โดยครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการจำแนกสัตว์ โดยใช้สัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และและเทคโนโลยีกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ โดยครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังโดยดำเนินการตามขั้นตอน 1) สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อที่กลุ่มของตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากหนังสือ สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต 2) สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้เข้าใจตรงกัน 3) สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินรอบ ๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบและวิธีการแก้ไขปัญหา

ในขั้นนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยครูผู้สอนมีการตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ครูมีการอธิบายเพิ่มเติมพร้อมแสดง Power point ให้นักเรียนดู โดยให้นักเรียนวาดลงในกระดาษ จากนั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติ

กิจกรรมและครูร่วมอภิปรายโดยใช้แนวทางคำถามคือ ยกตัวอย่างอย่างสัตว์ในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมา 1 กลุ่ม (แนวคำตอบ กลุ่มสัตว์ที่มีรูกลางลำตัว เช่น แมงกะพรุน ปะการัง และดอกไม้ทะเล) จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นสัตว์ที่ไม่มีโครงร่างเป็นแกนแข็งภายในลำตัว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจึงมีลำตัวอ่อนนิ่ม และมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันในสัตว์แต่ละกลุ่ม เราจึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นกลุ่มได้

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนทำแผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ลงในกระดาษ และครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนประเมินชิ้นงานว่ามีประเด็นใดบ้าง เพื่อให้นักเรียนประกอบการตัดสินใจในการลงมือปฏิบัติชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน

ครูเชื่อมโยงความรู้อาเซียน โดยถามนักเรียนว่า นักเรียนรู้จักปะการังหรือไม่ และถ้าต้องดูปะการังต้องไปที่ใด จากนั้น ครูให้ความรู้เสริมกับนักเรียนว่า ปะการังเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มสัตว์ที่มีรูกลางลำตัวที่อาศัยอยู่ในทะเล แต่ที่เราเห็นว่าปะการังเป็นเหมือนก้อนแข็ง เนื่องจากปะการังสร้างหินปูนขึ้นเพื่อป้องกันตัวเอง และเนื่องจากประเทศในอาเซียนส่วนใหญ่ชายฝั่งติดทะเล จึงเป็นแหล่งปะการังสร้างหินปูนขึ้น เพื่อป้องกันตัวเอง และเนื่องจากประเทศในอาเซียนส่วนใหญ่ชายฝั่งติดทะเลจึงเป็นแหล่งปะการังจำนวนมากที่ช่วยสร้างรายได้จากธุรกิจการท่องเที่ยวทางทะเลให้กับคนในท้องถิ่น จากนั้นครูประเมินโดย 1) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ 2) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้แก้ไขอย่างไรบ้าง 3) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 4) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยถามคำถามนักเรียน เช่น ปะการังและดอกไม้ทะเลจำแนกอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับแมงกะพรุนเพราะอะไร

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป โดยครูทำการชี้แจงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาชิ้นงานของนักเรียน และชิ้นงานกลุ่มตนเอง โดยการออกแบบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

หลังจากนั้น ครูและนักเรียนทำการสรุปร่วมกันถึงผลการออกแบบชิ้นงานของแต่ละกลุ่มเป็นแผนภาพความคิดหรือผังมโนทัศน์ ครูให้นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดทำการนำเสนอถึงการปรับแก้ผลงานของตนเอง ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกระดูกสันหลังในกลุ่มฟองน้ำ กลุ่มสัตว์ที่มีรูกลางลำตัวและกลุ่มหนอนพยาธิ

จากการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 การจำแนกสัตว์ เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการเรียนและรองรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

3. พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21

จากการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ตอบสนองต่อเป้าหมายในการพัฒนาครูและนักเรียน การวิจัยในขั้นนี้จะเป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ให้กับครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สู่การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและผู้เรียน

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การจำแนกสัตว์ เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลและพัฒนาตามรูปแบบของ ADDIE MODEL ตาม 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

2. ขั้นออกแบบ แอปพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบย่อยอาหารของสัตว์ ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. ขั้นพัฒนา สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับเรียนรู้ระบบย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

4. ขั้นทดลองใช้ หลังจากกระบวนการพัฒนาเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการประสานติดต่ออาจารย์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) ผลที่ได้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$=4.73,S.D.0.18)

5. ขั้นประเมินผลที่ได้ ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในรูปแบบแอปพลิเคชัน AR มีระดับการประเมินมากที่สุด ($\bar{x}$=4.73,S.D.0.18)

4) ผลการประเมินคุณภาพของนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยได้นำนวัตกรรมสื่อที่พัฒนาขึ้นเรื่อง ระบบย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยผลประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.73, S.D.0.18) ผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.73,S.D.0.18) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ ด้านเนื้อหา ($\bar{x}$=4.93,S.D.0.12) รองลงมา ได้แก่ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ($\bar{x}$=4.92,S.D.0.14) คุณภาพสื่อ ($\bar{x}$=4.74,S.D.0.23) และด้านฟังชันก์ ($\bar{x}$=4.33,S.D.0.29)

5. ขยายผลรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่21 จากครูสู่นักเรียน

จากการวิจัยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นโดย ครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ได้นำไปใช้ในห้องเรียนกับนักเรียน ดังรูป



รูปที่ 1 การถ่ายทอดสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์จากครูสู่นักเรียน

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยมีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. บริบท ปัญหา ความต้องการ ศักยภาพ ในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด

จากการศึกษาบริบท ปัญหา ความต้องการ ศักยภาพ ในการพัฒนาด้านการศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า จังหวัดร้อยเอ็ดได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาโดยมุ่งเน้นการจัดการศึกษาอย่างมีคุณภาพ เพิ่มโอกาสทางการศึกษา และพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ทั้งในระบบ นอกระบบ และการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบัน การบริหารจัดการด้านการศึกษาดำเนินการภายใต้ระบบ Single Command ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้การจัดการศึกษาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตาม การศึกษาระดับประถมศึกษาในจังหวัดยังคงมีปัญหาเรื่องคุณภาพ โดยเฉพาะผลการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ส่วนใหญ่ที่ยังไม่มีพัฒนาการชัดเจน ยกเว้นในวิชาคณิตศาสตร์ที่คะแนน O-NET เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว จังหวัดร้อยเอ็ดได้วางยุทธศาสตร์สำคัญที่มุ่งเน้นการพัฒนาคนทุกช่วงวัยให้เป็นคนดีเก่ง และมีคุณภาพ โดยยึดหลักศาสตร์พระราชา พร้อมส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาสำคัญ เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ควบคู่กับการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมที่ดีงาม นอกจากนี้ยังมีการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ใหม่ ปรับบทบาทของครู เพิ่มประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการ และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นฐาน รวมถึงการพัฒนาผู้เรียนที่มีศักยภาพพิเศษให้สามารถต่อยอดความสามารถและประกอบอาชีพได้อย่างมั่นคง แผนพัฒนาการศึกษายังให้ความสำคัญกับการสร้างนวัตกรรมและงานวิจัยที่ตอบโจทย์การพัฒนาประเทศ พร้อมทั้งยกระดับความเป็นเลิศทางวิชาการในระดับนานาชาติ ยุทธศาสตร์ทั้งหมดนี้สะท้อนถึงความมุ่งมั่นของจังหวัดร้อยเอ็ดในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมในปัจจุบันและอนาคต (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดร้อยเอ็ด, 2566)

2. รูปแบบการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษา

ผลการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 พบว่า รูปแบบดังกล่าวช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้ โดยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้

เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้มีการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ครูและนักศึกษาครูสามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนจริง การพัฒนาสื่อใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผลการออกแบบดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ ซึ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดและการแก้ปัญหาที่สำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ, 2562; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)

3. พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษา

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาในห้องเรียนศตวรรษที่ 21 ชี้ให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว ช่วยตอบสนองเป้าหมายการพัฒนาครูและนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาสื่อมุ่งเน้นรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการ ADDIE Model ใน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาข้อมูล ออกแบบแอปพลิเคชัน พัฒนาสื่อ ทดลองใช้สื่อ และประเมินผลคุณภาพ ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงในรูปแบบแอปพลิเคชัน AR ได้รับการประเมินคุณภาพในระดับสูงสุด สื่อดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐกานต์ ภาคพรต ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษาบันเทิง เพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์ ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงในบริบทการศึกษา (ณัฐกานต์ ภาคพรต, 2557)

4. ประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษา

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อที่พัฒนาขึ้น เรื่อง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$=4.73,S.D.0.18) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ ด้านเนื้อหา ($\overline{x}$=4.93,S.D.0.12) รองลงมา ได้แก่ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ($\overline{x}$=4.92,S.D.0.14) คุณภาพสื่อ ($\overline{x}$=4.74,S.D.0.23) และด้านฟังชันก์ ($\overline{x}$=4.33,S.D.0.29) ซึ่งสอดคล้องคล้องกับรัชชานนท์ ดิษเจริญและอัศวนนทปกรณ์ ธเนศวีรภัทร ได้พัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอน

ปลาย อยู่ในระดับมาก โดยพบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.41 (รัชชานนท์ ดิษเจริญ และ อัศวนนทปกรณ์ ธเนศวีรภัทร, 2564)

5. ขยายผลรูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่21 จากครูสู่นักเรียน

จากผลการวิจัยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาสำหรับห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้นวัตกรรมสื่อพัฒนาขึ้น เรื่องสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้มีการนำนวัตกรรมสื่อที่พัฒนาขึ้นโดยครู นักศึกษาครู และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ขยายผลจากครูลงสู่นักเรียน นักเรียนได้ใช้สื่อที่พัฒนาขึ้น

สรุป/ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัยพบว่า การบริหารจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นการจัดการศึกษารูปแบบใหม่ซึ่งมีการจัดระบบบริหารจัดการที่เรียกว่า Single Command และขับเคลื่อนกลยุทธ์สู่การปฏิบัติก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 รูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาสื่อการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงประสิทธิภาพสื่อ พบว่า ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับการประเมิน ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.73,S.D.0.18)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. พัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง ให้มีเสียงประกอบและวิดีโอที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ กับเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น

2. การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อยู่ในรูปแบบสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพเสมือนจริง ภาพที่เป็นโมเดลสามมิติ ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนตลอดเวลาตามความต้องการ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนรู้เนื้อหาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนจริงที่รองรับทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS และลงในสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 –2580 (ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา).* เรียกใช้เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2566 จาก https://shorturl.asia/feG3l.

ณัฐกานต์ ภาคพรต. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษาบันเทิงเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์. ใน *วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ใน *วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัชชานนท์ ดิษเจริญ และ อัศวนนทปกรณ์ ธเนศวีรภัทร. (2564). การพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาผสมผสานความเป็นจริงเสริม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์*, 4(12), 178-192.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *สะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education). ครั้งที่ 1.* กรุงเทพมหานคร : ม.ป.พ.

สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดร้อยเอ็ด. (2566). *แผนพัฒนาการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2566 – 2570.* ร้อยเอ็ด : สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดร้อยเอ็ด.

Johnson, P. (2009). The 21st century skills movement. Educational Leadership, 67(1).