

การสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา
เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ
จังหวัดลำพูน

The Creation and Development of Virtual Bio-application to
Enhance Learning Outcomes and Scientific Associative
Thinking of Students in Grade 10,
Extra-large Secondary School, Lamphun Province



ธรณิข เมืองมูล*¹, พิชญ์สินี ชมภูคำ**²

Thoranit Mounmoon¹, Phichsinee Chomphucome²

หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาอีสเทอร์น

Master of Education Program in Research and Technology in Learning
Management, Faculty of Education, Far Eastern University

First Author, E-mail: thoranit@live.com*

Corresponding Author, E-mail: phichsinee@feu.edu**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดลำพูน 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน จำนวน 1 ห้องเรียน 40 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม เป็นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา 2) แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบทดสอบวัดทักษะ



กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5) แบบทดสอบการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังกราฟิก 6) แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การแปรผัน การทดสอบทีและการทดสอบเชต

ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา ประกอบด้วยข้อความ ภาพ 2 มิติและกราฟิก 3 มิติ ผสมผสานกับสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง ประสิทธิภาพเชิงเหตุผลอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ E_1/E_2 คือ 77.7/75.3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 2) หลังเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา การทดสอบที่ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 การทดสอบเชตด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของทั้งหมดอยู่ในระดับดีขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนพบว่า หลังเรียน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก องค์ความรู้จากการวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดการเรียนร่วมกับสื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและส่งผลถึงผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันเสมือนจริง; ผลการเรียนรู้; การคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์; แผนผังกราฟิก

Abstract

The objectives of this research are 1) to create and develop the virtual Bio-application for students in grade 10 at an extra-large secondary school, Lamphun Province, 2) to study the learning achievement, scientific process skills and the scientific associative thinking, and 3) to study the satisfaction of student. In this research, second semester of academic year 2023, a class of 40 students in grade 10 form Chak Kham Khanathon School, Lamphun Province, by cluster sampling. Research design is research and development (R&D). The research instruments consist of 1) virtual Bio-application, 2) propriety assessment form of virtual Bio-application, 3) learning achievement test,

4) essay test for measure scientific process skills, 5) essay test for measure scientific associative thinking, and 6) satisfaction survey form. The data are analyzed with percentage, mode, mean, standard deviation, coefficient of variation, t-test, and Z-test.

The results show that 1) the virtual Bio-application which qualified text, 2 D visuals and 3 D graphics combined with realistic environments. The rational approach of virtual Bio-application shows at the highest level and the empirical approach show about E_1/E_2 at 77.7/75.3 which is according to standard criteria (75/75). 2) After learning by using virtual Bio-application, there is analyzed by t-test, the result show that the average score of learning achievement is higher than before learning by using virtual Bio-application at statically significance of 0.01. Furthermore, there is analyzed by Z-test for evaluation of scientific process skill and scientific associative thinking, the result shows that more than 60% of all students have good level, at statically significance of 0.05. 3) After learning by using virtual Bio-application, the overall of satisfaction by student are a high level of satisfaction. The body of knowledge indicates that the management of science learning should integrate modern technology media to engage students actively, resulting in increased and meaningful learning outcomes.

Keywords: Virtual Bio-Application; Learning Outcome;
Scientific Associative Thinking; Graphic Organizer

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงมีการจัดประเมินวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ภายใต้โครงการชื่อว่า โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Program for International Student Assessment; PISA) ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development; OECD) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก และประเทศร่วมโครงการในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือ

ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยจัดประเมินในทุก 3 ปี สำหรับนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งสำเร็จการศึกษาภาคบังคับแล้ว ด้วยการประเมินความรู้เรื่อง (Literacy) ของนักเรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผลการประเมิน PISA 2018 ในระดับนานาชาติของประเทศไทยพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เท่ากับ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD เท่ากับ 489 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่า คะแนนวิทยาศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้น 4 คะแนน พิจารณานวนโน้มของคะแนนถือว่า ด้านวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา ซึ่งหมายความว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายและไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายเกี่ยวกับความรู้กับเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ รวมถึงการหาเหตุผลในการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

การคิดเชื่อมโยงเป็นกระบวนการทางสมองในการนำข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับข้อมูลหรือความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม เพื่อสร้างความหมายให้แก่ตนเองและเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2552) โดยเทคนิคที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดลำดับความคิดและเชื่อมโยงความคิดได้ คือ เทคนิคการใช้ผังกราฟิก เทคนิคดังกล่าวสามารถนำมาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ เพราะเมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนการใช้ทักษะการคิดโดยใช้ผังกราฟิก ทำให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบโดยเริ่มจากประเด็นหลักแล้วแยกประเด็นรองให้เป็นระบบ การใช้เกณฑ์ในการจำแนกส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักคิดเชื่อมโยงอย่างต่อเนื่องตามลำดับความสำคัญ โดยมีการใช้ภาพ สัญลักษณ์ เส้น สีในการสรุปเนื้อหาให้เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนและเป็นระบบ (สกุรัตน์ เจริญอินทร์พรหม, 2561: 73-77) การเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) พัฒนาขึ้นโดยไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่แล้วผสานความรู้เข้าด้วยกันเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ผู้เรียนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) 3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extended Phase) การจัดการเรียนรู้เช่นนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงข้อมูลและสนใจค้นคว้าเพิ่มเติม เพราะเน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหา

ความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงในขั้นตรวจสอบความรู้จะให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทำให้ผู้สอนได้รู้ว่า ควรให้ความรู้พื้นฐานเรื่องใดก่อนเข้าสู่บทเรียน จากนั้น จึงสร้างความสนใจโดยใช้เรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการเสนอโนทัศน์ล่วงหน้า (Advanced Organizer) โดยแผนผังกราฟิกเป็นตัวช่วยในการสอนได้ (Eisenkraft, 2003)

วิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทในด้าน การเมือง เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การศึกษา ฯลฯ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและอนาคตต้องปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับความต้องการทางสังคม โดยเฉพาะการนำแนวคิดนวัตกรรมการศึกษาไทย 4.0 ที่มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาผนวกเข้ากับการศึกษาสร้างเป็นเครื่องมือหรือสื่อทางการเรียนรู้ให้กับนักเรียนและรองรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว กระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) (ยีน ภู่วรรณ, 2558: 141) ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการนำเสนอภาพสองมิติหรือสามมิติ ผสมผสานกับสื่อต่าง ๆ เป็นการพัฒนาสื่อการศึกษาที่เชื่อมโยงระหว่างข้อความ การผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริง (Virtual World) เข้ากับโลกของความจริง (Real World) โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อประเภทต่าง ๆ เช่น กล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อให้ผู้ชมเห็นภาพเสมือนอยู่ในสถานการณ์จริง (ดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช, 2561: 19)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและเพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงตระหนักว่า การสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาที่สามารถทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้นและน่าสนใจ ผสมผสานการสอดแทรกการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเป็นฐานร่วมกับการใช้แผนผังกราฟิก เพื่อการสร้างสรค์นวัตกรรมการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาน่าจะมีความสนุกสนาน ได้รับความสนใจของผู้เรียนและสนองต่อเป้าประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ตามมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

วัตถุประสงค์การวิจัย

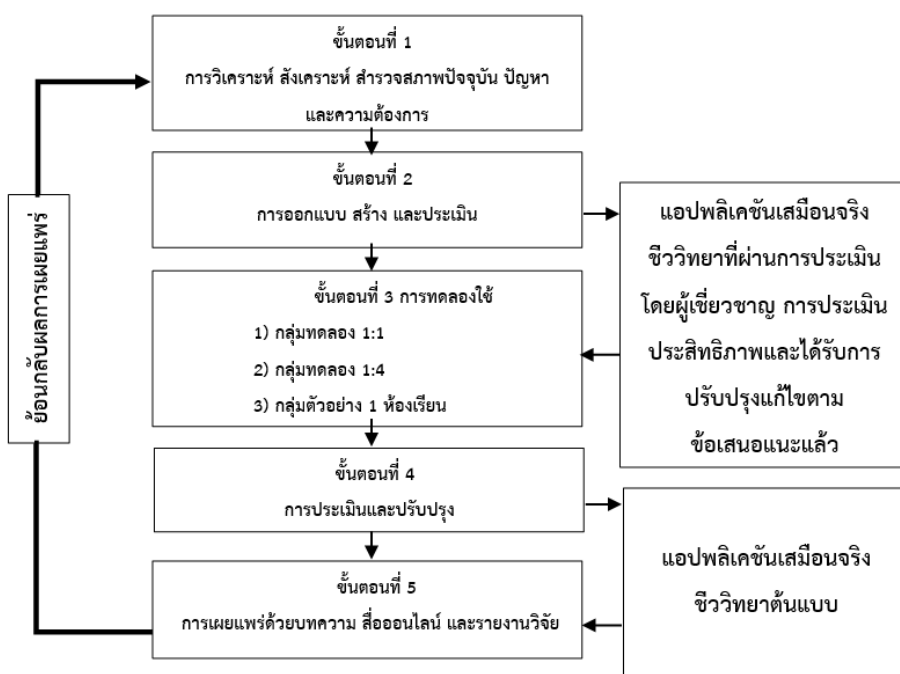
1. เพื่อสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดลำพูน

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านความสามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

1. รูปแบบการวิจัยที่ใช้ในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) ทางนวัตกรรมการศึกษา ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการการวิจัยและพัฒนา (รัตนะ บัวสนธ์, 2556: 13-14) ดังภาพ 1



ภาพ 1 กระบวนการการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา

โดยดำเนินการตามแบบแผนการทดลอง (Experimental Design) เพื่อมุ่งเน้นการศึกษาของตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยมีลักษณะการทดลองเป็นแบบวิจัยกลุ่มเดียว วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pre-test–Post-test Design)

2. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดลำพูน ได้แก่ โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน โรงเรียนสวนบุญโญภิรมย์ ลำพูน จังหวัดลำพูน และโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยาคม จังหวัดลำพูน รวมทั้งหมดจำนวน 30 ห้อง

3. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน 1 ห้อง จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) (ราชบัณฑิตยสภา, 2561: 33) ซึ่งเป็นการเลือกตัวอย่างแบบสุ่มกลุ่มทั้งห้องเรียนตามธรรมชาติ ประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อนคละกัน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

4.1 แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 7Es เป็นฐานร่วมกับแผนผังกราฟิก เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ประกอบด้วยการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย จำนวน 4 คาบ การรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด จำนวน 2 คาบ การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายจำนวน 2 คาบ ระบบภูมิคุ้มกันจำนวน 6 คาบ โดยคาบละ 50 นาที ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินประสิทธิภาพเชิงเหตุผลของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา โดยหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2563: 33) ดังนี้ ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 3.50–4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก 2.50–3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง 1.50–2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย 1.00–1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2566 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบ 1:1 (นักเรียน 3 คน) เพื่อประเมินปรับปรุงเบื้องต้น และแบบ 1:4 (นักเรียน 12 คน) ได้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.7/75.3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ โดยสร้างแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ และนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-objective Congruence; IOC) คัดเลือกแบบทดสอบเหลือ 20 ข้อ ทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 หลังจากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่อง

การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์มาแล้ว โดยหาค่าอำนาจจำแนกได้ค่า 0.30-0.80 และค่าความยากได้ค่า 0.27-0.80 คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่น K.R.20 ได้ค่า 0.852 หลังจากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.3 แบบทดสอบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พร้อมรูปปริศกาการให้คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบทั้งหมด 5 ข้อและนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และคัดเลือกแบบทดสอบเหลือ 2 ข้อ ทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 หลังจากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์มาแล้ว โดยหาค่าอำนาจจำแนก ได้ค่า 0.30-0.54 และค่าความยากได้ค่า 0.31-0.62 คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของฮอยท์ได้ค่า 0.710 หลังจากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.4 แบบทดสอบอัตนัยการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังกราฟิกพร้อมรูปปริศกาการให้คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบทั้งหมด 4 ข้อ และนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และคัดเลือกแบบทดสอบเหลือ 3 ข้อ ทุกข้อมีค่า $IOC \geq 0.60$ หลังจากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์มาแล้ว โดยหาค่าอำนาจจำแนก ได้ค่า 0.28-0.67 และค่าความยากได้ค่า 0.21-0.47 คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของฮอยท์ได้ค่า 0.730 หลังจากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.5 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา โดยสร้างแบบประเมินความพึงพอใจและนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของรายการที่ประเมินทุกประเด็นการพิจารณามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ หลังจากนั้นนำไปใช้ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยจำแนกข้อมูล ดังนี้
1) การประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

5.2 การเก็บข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) เพื่อประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาเบื้องต้นและหาค่า E_1/E_2 ซึ่งเป็นการหา

ประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ และกลุ่มทดลองหาคุณภาพเครื่องมือรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังกราฟิก เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ความยากและความเชื่อมั่น

5.3 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากการใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยากับกลุ่มตัวอย่างโดยเก็บข้อมูล ดังนี้ เก็บข้อมูลตามแบบแผนการทดลองเป็นแบบวิจัยกลุ่มเดียว วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pre-test–Post-test Design) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 ข้อ (18 คะแนน) และแบบทดสอบการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังกราฟิก 3 ข้อ (81 คะแนน) และแบบประเมินความพึงพอใจ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหาค่าสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.) ฐานนิยม (Mod.) และสถิติอนุมาน ได้แก่ การทดสอบที (Paired Two Sample for Means) และการทดสอบเซต (One Sample Test for Proportion)

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดลำพูน ผู้วิจัยใช้กูเกิลไซต์ (Google Site) เป็นตัวสร้างแอปพลิเคชันหลัก และใช้แอปพลิเคชันแอสเซมเบลอร์ สตูดิโอ (Assemblr Studio) ทำในส่วนของภาพเสมือนจริง และใช้กูเกิลฟอร์ม (Google Form) ทำแบบทดสอบแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา มีลักษณะประกอบด้วยข้อความ ภาพ 2 มิติและกราฟิก 3 มิติ ผสมผสานกับสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง เนื้อหาย่อยมี 4 เรื่อง ได้แก่ 1) การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย 2) การรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด 3) การรักษาคุณภาพของอณูโมเลกุลในร่างกาย 4) ระบบภูมิคุ้มกัน โดยการใช้งานแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันผ่านการสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) (ภาพ 2) สามารถใช้โทรศัพท์ทั้งระบบแอนดรอยด์ (Android) และระบบไอโอเอส (iOS) ได้ เมื่อเปิดเข้าไปจะพบหน้าต่างหน้าแรก ดังภาพ 2 เมื่อลงทะเบียนการเข้าใช้แอปพลิเคชันแล้วสามารถเข้าไปหน้าต่างจอหลักต่อไป ดังภาพ 3 และเมื่อเข้าไปในแอป

พลีเคชันในแต่ละเรื่องย่อจะมีภาพเสมือนจริงเพื่อช่วยการเรียนรู้ของนักเรียนดังภาพ 4



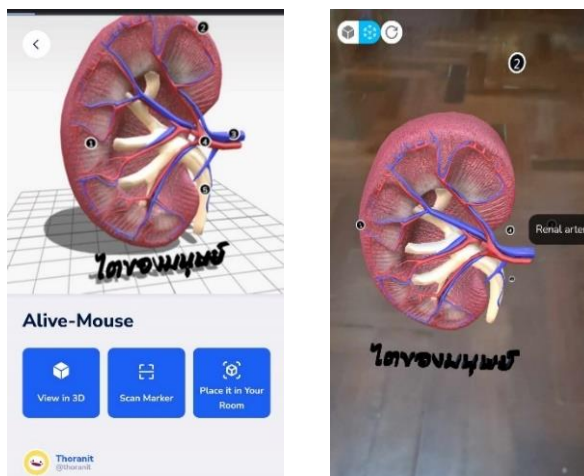
BIO Application



ภาพ 2 หน้าต่างแรกของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา



ภาพ 3 หน้าต่างจอหลักของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา



ภาพ 4 ภาพเสมือนจริงกราฟิก 3 มิติ

ผลการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผลของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาโดยการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$; $S.D.=0.44$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรม ด้านองค์ประกอบ ด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยีเสมือนจริง ด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลและประเมินผล ตามลำดับ แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังตาราง 1

รายการประเมิน	ประสิทธิภาพเชิงเหตุผลของของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาจากผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านองค์ประกอบ	4.77	0.42	มากที่สุด
2. ด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยีเสมือนจริง	4.69	0.47	มากที่สุด
3. ด้านเนื้อหา	4.68	0.47	มากที่สุด
4. ด้านกิจกรรม	4.87	0.34	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล	4.55	0.51	มากที่สุด
ภาพรวมการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล	4.75	0.44	มากที่สุด

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผลของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา
เรื่องการรักษาสุขภาพของร่างกายมนุษย์

การหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์โดยการทดลองใช้กับกลุ่มทดลองแบบ 1:1 (นักเรียน 3 คน) แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 1 คน ปานกลาง 1 คน และต่ำ 1 คน รวมทั้งหมด 3 คน เพื่อประเมินแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาเบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของคำสั่ง เนื้อหา คำชี้แจง ภายในแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา โดยนักเรียนแสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับขนาดของตัวอักษรและความยาวของเนื้อหาภายในแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาที่มีความยาวมากเกินไป ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหาให้มีความกระชับ ชัดเจนมากขึ้น รวมถึงการปรับขนาดของตัวอักษรให้มีความเหมาะสมกับการใช้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์สมาร์ตโฟน จากนั้น ผู้วิจัยทดลองใช้กับกลุ่มทดลองแบบ 1:4 (นักเรียน 12 คน) แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูง 4 คน ปานกลาง 4 คน และต่ำ 4 คน รวมทั้งหมด 12 คน หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงานและแบบตรวจสอบความรู้ของเรื่องย่อยในแต่ละเรื่อง เรื่องละ 20 คะแนน แบ่งเป็นคะแนนกิจกรรม 10 คะแนน และคะแนนตรวจสอบความรู้ 10 คะแนน ทั้ง 4 เรื่องย่อยรวมคะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 80 คะแนน และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (20 คะแนน) แบบทดสอบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (18 คะแนน) และแบบทดสอบการคิดเชื่อมโยงแบบอัตนัยโดยใช้แผนผังกราฟิก เรื่องการรักษาตุลยภาพของร่างกายมนุษย์ (81 คะแนน) รวมคะแนนทั้งหมด 119 คะแนน ได้ค่าประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ เท่ากับ E_1/E_2 เท่ากับ 77.7/75.3

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา เรื่องการรักษาตุลยภาพของร่างกายมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปได้ว่า การประเมินความรู้ก่อนเรียน โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบพบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 8.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.9 และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.) เท่ากับ 22.4 ส่วนคะแนนหลังเรียนค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 14.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.8 และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.) เท่ากับ 26.4 เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติการทดสอบทีพบว่า หลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รายละเอียด ดังตาราง 2

คะแนน เต็ม	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			t-test	p-value
	$\bar{X}$	S.D.	C.V.	$\bar{X}$	S.D.	C.V.		
20	8.38	1.88	0.22	14.28	3.76	0.26	12.357	2.31E-15***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตาราง 2 คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แบบเลือกตอบ เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

ด้านผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปในตาราง 3 พบว่า ระดับคุณภาพก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละในระดับดีมากเท่ากับ 0.0 ระดับดีเท่ากับ 5.0 และระดับพอใช้เท่ากับ 95.0 ค่าฐานนิยมของระดับคุณภาพ คือ ระดับพอใช้ ส่วนร้อยละระดับคุณภาพหลังเรียน มีระดับดีมากเท่ากับ 30.0 ระดับดีเท่ากับ 47.5 และระดับพอใช้เท่ากับ 22.5 ค่าฐานนิยมของระดับคุณภาพ คือ ระดับดี โดยร้อยละของนักเรียนระดับคุณภาพดีขึ้นไปของการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 77.5 เมื่อทดสอบค่าสัดส่วนโดยใช้สถิติการทดสอบแซดพบว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 60 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ระดับ คุณภาพ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละของนักเรียน ระดับคุณภาพดีขึ้นไป (หลังเรียน)		Z-test	p-value
	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	คะแนน หลังเรียน	เกณฑ์ กำหนด		
ดีมาก	0.0 (0)	พอใช้	30.0 (12)	ดี	77.5	60	2.26	0.012**
ดี	5.0 (2)		47.5 (19)					
พอใช้	95.0 (38)		22.5 (9)					

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 3 ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
จากแบบทดสอบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้านผลการประเมินความสามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ระดับคุณภาพก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละในระดับดีมากเท่ากับ 0.0 ระดับดีเท่ากับ 7.5 และระดับพอใช้เท่ากับ 92.5 ค่าฐานนิยมของระดับคุณภาพ คือ ระดับพอใช้ ส่วนร้อยละระดับคุณภาพหลังเรียน มีระดับดีมากเท่ากับ 10.0 ระดับดีเท่ากับ 65.0 และระดับพอใช้เท่ากับ 25.0 ค่าฐานนิยมของระดับคุณภาพ คือ ระดับดี โดยร้อยละของนักเรียนระดับคุณภาพดีขึ้นไปของหลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 75.0 เมื่อทดสอบค่าสัดส่วนโดยใช้สถิติการทดสอบแซดพบว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 60 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตาราง 4

ระดับ คุณภาพ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละของนักเรียน ระดับคุณภาพดีขึ้นไป (หลังเรียน)		Z-test	p-value
	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	คะแนน หลังเรียน	เกณฑ์ กำหนด		
ดีมาก	0.0 (0)	พอใช้	10.0 (4)	ดี	75.0	60	1.94	0.026**
ดี	7.5 (3)		65.0 (26)					
พอใช้	92.5 (37)		25.0 (0)					

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4 ระดับความสามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
จากแบบทดสอบอันทัยการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์

3. ความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.44$; $S.D.=0.65$) แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาดังตาราง 5

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านองค์ประกอบและส่วนประกอบ	4.47	0.63	มาก
2. ด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยีเสมือนจริง	4.43	0.63	มาก
3. ด้านเนื้อหา	4.42	0.65	มาก
4. ด้านกิจกรรม	4.44	0.67	มาก
ภาพรวม	4.44	0.65	มาก

ตาราง 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา

อภิปรายผล

1. การสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงให้สอดคล้องกับแนวโน้มของเทคโนโลยีกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องหลักการของมูนิเระาะ ผดุง และคณะ (2563) ที่กล่าวถึงการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการสร้างที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือการสร้างสรรคนวัตกรรมเพื่อให้การจัดการศึกษาสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ และยกระดับการศึกษาให้มีคุณภาพ มีศักยภาพในการแข่งขันและการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลกสอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับแนวคิดของยีน ภูววรรณ (2558) ที่กล่าวถึงการใช้นวัตกรรมการศึกษาไทยที่สำคัญ คือ การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาผนวกเข้ากับการศึกษาเพื่อสร้างเป็นเครื่องมือการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนได้เกิดความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ตลอดเวลา อันเป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในแอปพลิเคชันโดยการรวมเอาความจริงและความเสมือนมาไว้ด้วยกันด้วยระบบภาพสามมิติที่อ้างอิงสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นระหว่างการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดังกล่าว และในการพัฒนาแอปพลิเคชันได้ใช้รูปแบบวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา และมีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผลและประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ที่เป็นไปตามหลักการของรัตนะ บัวสนธ์ (2563: 35-39) สรุปได้ว่า ในการผลิตสื่อหรือนวัตกรรมก่อนนำไปใช้จริงต้องนำสื่อหรือนวัตกรรมที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อประเมินว่า สื่อหรือนวัตกรรม การสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ ดังนั้น การผลิตนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด สื่อหรือนวัตกรรม

ทางการศึกษาที่ผู้สอนสร้างขึ้นต้องมีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมตามขั้นตอนของหลักการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา โดยสามารถพิจารณาจากการประเมินการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมเชิงเหตุผล (Rational Approach) จากผู้เชี่ยวชาญ ในด้านลักษณะและเนื้อหาสาระของนวัตกรรม หลังการประเมินแล้วควรปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของหลักการดังกล่าว ซึ่งแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่าง และการประเมินการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมเชิงประจักษ์ ได้ค่า E_1/E_2 เท่ากับ 77.7/75.3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 แสดงว่า แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์จึงมีประสิทธิภาพ แต่ในกรณีนี้ ค่า E_1 มากกว่าค่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายให้ทำระหว่างเรียนมีคะแนนมากกว่าการสอบท้ายบทเรียน อาจจะมีการปรับแก้ไขภาระงานระหว่างเรียนให้มีความสมดุลยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของสคิตินนท พุ่มพฤษ (2559: 66) ที่กล่าวว่า E_1 และ E_2 ต้องมีค่าใกล้เคียงกันและค่าต่างกันไม่เกินร้อยละ 5 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่ยืนยันได้ว่า ผู้เรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องและมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือการทำข้อสอบจากการเดา

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา ประกอบด้วยผลการเรียนรู้ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบอัตนัย และความสามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการประเมินในด้านความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ โดยการกำหนดวัตถุประสงค์สำคัญของข้อคำถามและแบบเลือกตอบจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ปัญหาหรือคำถาม และคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกต้องและคำตอบผิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 21) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงได้ว่า การเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในการใช้สื่อเสมือนจริงเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้น่าสนใจ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทาง

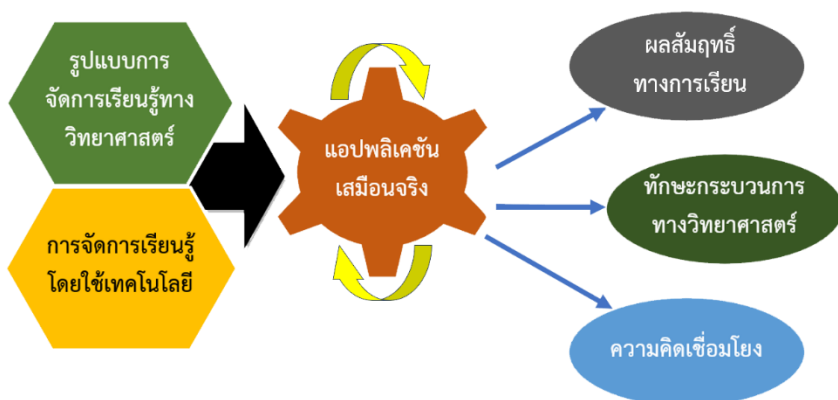
วิทยาศาสตร์โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสังเกต จำแนก และร่วมกันอภิปรายเพื่อลงความเห็นจากข้อมูลในเนื้อหารายวิชา โดยปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการลงมือทำกิจกรรมส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมูนิเราะ ผดุง และคณะ (2563) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้พบว่า การเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนหลังเรียนสูงกว่าและแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนผลการศึกษาศามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 60 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนทางการคิดผ่านการทำกิจกรรมในแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาด้วยการวาดภาพแผนผังความคิด โดยกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและให้นักเรียนลำดับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป ซึ่งทำให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงทฤษฎี หลักการหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 41-43) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดนริศรา ชยธวัช (2563) ที่ศึกษาพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R (การสำรวจ การถาม การอ่าน การจำ การทบทวน การบันทึก) ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R ร่วมกับผังกราฟิก นักเรียนมีทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีความสนุกสนานเมื่อได้เรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยาเพราะมีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การใช้ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของศักดิ์นรินทร์ พุ่มพฤษ (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียงและแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือความจริงเสริมอยู่

ในระดับมาก และมูนิเร้าะ ผดุง และคณะ (2563) ซึ่งศึกษาการพัฒนาสื่อเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนของนักเรียนอยู่ในระดับมาก รวมถึงแนวคิดของดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผู้เรียนส่วนใหญ่เกิด ความกระตือรือร้นในการเรียน

องค์ความรู้จากการวิจัย

สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ (ภาพ 5) จะเห็นว่า แนวโน้มของ เทคโนโลยีกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรจัดการเรียนการสอน แบบการประยุกต์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เร้า ความสนใจ ผ่านการสร้างแอปพลิเคชันเสมือนจริงด้วยรูปแบบวิจัยและพัฒนา (R&D) นวัตกรรมทางการศึกษา โดยการใช้สื่อเสมือนจริงเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียน การสอนให้มีความน่าสนใจ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดย กระตุ้นให้ผู้เรียนผ่านการลงมือปฏิบัติมากกว่าการเรียนการสอนแบบบรรยาย ส่งผลให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถความคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม โดยบรรลุ ตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ตั้งไว้



ภาพ 5 การจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแอปพลิเคชันเสมือนจริง

สรุป

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ ดังนี้ 1) แอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา มีลักษณะประกอบด้วยข้อความ ภาพ 2 มิติและกราฟิก 3 มิติ ผสมผสานกับสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง เนื้อหาย่อยมี 4 เรื่อง ได้แก่ การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย การรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย และระบบภูมิคุ้มกัน การหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผลของแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และผลการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ E_1/E_2 เท่ากับ 77.7/75.3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 2) หลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา ได้ทดสอบทางสถิติด้วยการทดสอบที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และการทดสอบแชตในด้านผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านความสามารถการคิดเชื่อมโยงเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดอยู่ในระดับดีขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเสมือนจริงชีววิทยา พบว่า ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

- ดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช. (2561). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นริศรา ชยวัช. (2563). การพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มูนิเราะ ผดุง และคณะ. (2563). การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ยีน ภู่วรรณ. (2558). นวัตกรรมการเรียนการสอนกับการศึกษาระบบ 4.0. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 9 (2), 133-156.

- รัตน์ บัณฑิต. (2556). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. พิษณุโลก: บัณฑิตภาพพิศ.
- รัตน์ บัณฑิต. (2563). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสภา. (2561). *พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- ศักดิ์นันท พุ่มพฤษ. (2559). *การพัฒนาหนังสือความจริงเสริม วิชาการกระจายเสียง และแพร่ภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.*
- สกุลรัตน์ เจริญอินทร์พรหม. (2561). *การพัฒนาความสามารถอ่านเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กลวิธี SQP2RS ร่วมกับแผนผังความคิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (3 ธันวาคม 2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018*. สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2566, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>
- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2552). *สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes “Transfer of Learning” and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*. 70 (6), 56-59.