

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
เสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**A Development of Inquiry Based Learning activity together with
Augmented Reality to enhance Concept of Science for
Mattayomsuksa 3 Students**

กรองทิพย์ บัวภา และ วาริรัตน์ แก้วอุไร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Kannika Krikrung and Wichian Thamrongsotthisakul

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, Email: tipcoo1906@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2.1) ศึกษาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2.2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ระเบียบวิธีวิจัย ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80 2) การใช้และศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ จำนวน 22 คน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t-test dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 4 ขยายความรู้ขั้นตอนที่ 5

วันที่รับบทความ : 5 กรกฎาคม 2566; วันแก้ไขบทความ 10 สิงหาคม 2566; วันตอบรับบทความ : 11 สิงหาคม 2566

Received: July 5, 2023; Revised: August 10, 2023; Accepted: August 11, 2023

ประเมินผล มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.69/80.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลการใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า 2.1) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร มีการพัฒนามโนทัศน์เพิ่มสูงขึ้น มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ CU คิดเป็นร้อยละ 79.09 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ PU คิดเป็นร้อยละ 16.59 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน PS คิดเป็นร้อยละ 0.46 และ ไม่มีมโนทัศน์ NU คิดเป็นร้อยละ 3.86 2.2) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดกิจกรรมเท่ากับ 1.91 และ 15.91 คะแนนตามลำดับและมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง; มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Abstracts

The purpose of this study were to (1) Construct and evaluate the efficiency of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students based on the criteria 80/80 (2) to imply and study effect of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students by (2.1) study concept of science for Mattayomsuksa 3 Students (2.2) comparing concept of science before and after using Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students. Research methodology operate with research and development in 2 step ; step 1 creative and studying Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students based on the criteria 80/80. step 2 Implementing and studying the effect of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality. A sample group consisted of 22 Students in grade 9 , Semester 1 academic year 2023 , Ban Pa Bong School , Phetchabun. The research methodology was One-Group Pretest - Posttest Design. The descriptive statistics used on data analysis was t-test dependent. Research finding were as follow:1) Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students consists of steps 1 Engagement with Augmented Reality steps 2 Exploration with Augmented Reality steps 3 Explanation with Augmented Reality steps 4 Elaboration and steps 5 Evaluation The result found that learning activities were suitable in various elements of learning activity in the highest level. Learning activities were as effective as 82.69/80.00 which met the criteria. 2) The effect of implement found that 2.1 Students who studies by Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality have development in Concept of Science higher in Complete Understanding = 79.09% Partial Understanding = 16.59 % Partial Understanding with Specific misconception = 0.46 % และ No Understanding = 3.86% 2.2 Students who studies by Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students had Concept of Science higher than before at the significant level of .05

Keywords: Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality; Concept of Science

บทนำ

วิทยาศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 92)

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่นักเรียนมักจะพบประสบปัญหา เพราะว่าเป็นวิชาที่ต้องทำความเข้าใจเป็นอย่างมาก จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สาเหตุหนึ่งเกิดจากครูผู้สอน เนื่องจากครูไม่มีสื่อการสอน ขาดประสบการณ์และไม่มีเทคนิคการสอนใหม่ๆ ครูยังคงใช้วิธีการสอน ด้วยการอธิบายบนกระดานดำ ครูผู้สอน สอนแบบบรรยาย จัดกิจกรรมที่เน้นเนื้อหามากกว่าวิธีการ ทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสร่วมกันคิดแก้ปัญหาที่กำลังเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่สนใจในบทเรียน นักเรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา แม่นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีแต่มักเรียนจำนวนมากยังคงด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาที่กล่าวมานี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 23 วรรค 2 ได้กำหนดไว้ในเรื่องของการให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยคำนึงถึงความแตกต่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการจัดการจัดการกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง

ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2545 : 142 - 143)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2551) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ว่า “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น” และจากผลการวิจัยของเชษฐ เกษกุล (2552) ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง พบว่าช่วยส่งเสริมให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดรวมทั้งมีความคงทนในการเรียนรู้ถึงร้อยละ 99

เทคโนโลยีความเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกในความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วีดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความตัวอักษรให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง เทคโนโลยีความเสมือนจริง เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจในยุคปัจจุบันจากการพัฒนาเทคโนโลยีและวิทยาการทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทกับสังคมอย่างมาก โดยเฉพาะทางด้านการศึกษได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนมีการเรียนรู้แบบเฉพาะตัวจึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ จากความสามารถของเทคโนโลยีความเสมือนจริง มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างน่าสนใจ เช่น ลี (Lee., 2012) พบว่า การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน (Smart phone) ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ นอกจากนี้ ไชยา พรหมโส (2558 : 57) พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ในการใช้แอปพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนเขียนรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้องและลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนลงได้ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ถูกต้องในเรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนสามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้เด็กเกิดการพัฒนาทางความคิด แล้วทำให้เกิดการพัฒนาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จาก

เหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัย จึงมุ่งมั่นที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากเนื้อหาเป็นเรื่องเกี่ยวกับวัฏจักรที่อยู่ในอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจได้ยาก ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ จึงยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อันจะช่วยส่งผลต่อการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนมีคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย
 - 2.1 ศึกษาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ระเบียบการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านตะเบาะ อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาที่ใช้คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรของสาร

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ซึ่งได้มาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทำการชี้แจงและทำการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็น แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
- 3) เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็น แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) หาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 2) ใช้และศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย

2.1 ศึกษาโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำแบบทดสอบวัดมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนนตามระดับมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 4 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 มโน้ตค้นที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญแต่ละแนวความคิดให้ 3 คะแนน

ระดับที่ 2 มโน้ตค้นถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

ระดับที่ 3 มโน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific misconception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน

ระดับที่ 4 ไม่มีมโน้ตค้น (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือนักเรียนตอบไม่ตรงกับคำถามไม่ตอบตอบว่าไม่รู้ หรือเขียนทวนคำถามให้ 0 คะแนน และนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 เปรียบเทียบมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent

3) สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 การสร้างได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องวัฏจักรสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมินจำนวน 4 กิจกรรมคือ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องวัฏจักรน้ำ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วัฏจักรไนโตรเจน และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรฟอสฟอรัส

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, $S.D. = 0.20$)

1.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากที่ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินสง่า จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และเวลา พบว่า เนื้อหาและเวลาเหมาะสม จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินสง่า จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า คะแนนระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 82.69 และคะแนนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 80.00 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร หลังจากนักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์เป็นรายข้อตั้งแต่ 10 ข้อขึ้นไป จากทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่านักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง วัฏจักรของสาร นักเรียนจำนวน 5 คน มีการพัฒนามโนทัศน์ มากที่สุด คือ จำนวน 15 ข้อรองลงมานักเรียนจำนวน 3 คนมีการพัฒนามโนทัศน์ จำนวน 16 ข้อและมีจำนวนนักเรียน 2 คน ที่พัฒนามโนทัศน์น้อยที่สุดจำนวน 10 ข้อ และพบว่า นักเรียนทั้งหมด 22 คน มีการพัฒนามโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนามโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารที่เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีชิ้นงานที่สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนภาพการเกิดวัฏจักรน้ำ แผนภาพการเกิดวัฏจักรคาร์บอน แผนภาพการเกิดวัฏจักรไนโตรเจน และแผนภาพการเกิดวัฏจักรฟอสฟอรัส

2.2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง

วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.83 , S.D. = 0.20 และเมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 82.69/80.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงตามลำดับขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ และได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา ประกอบกับผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงซึ่งเสริมสร้างให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามตัวชี้วัด ด้านแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนตามวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ ซึ่งทำนองเดียวกับผลการวิจัยของเชษฐ เกษกุล (2559) ที่ได้พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.79/89.79 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง นักเรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุดและมีความคงทนในการเรียนรู้ ร้อยละ 99

2. การใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ทั้ง 4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่านวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดคือนักเรียนจำนวน 5 คน มีการพัฒนานวัตกรรมมากที่สุด คือ จำนวน 15 ข้อ รองลงมานักเรียนจำนวน 3 คนมีการพัฒนานวัตกรรม จำนวน 16 ข้อและมีจำนวนนักเรียน 2 คน ที่พัฒนานวัตกรรมน้อยที่สุดจำนวน 10 ข้อ และพบว่านักเรียนทั้งหมด 22 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีการพัฒนานวัตกรรมผ่านเกณฑ์ ผลความเข้าใจในนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร แบ่งระดับความเข้าใจนวัตกรรม พบว่า CU คิดเป็นร้อยละ 79.09 PU คิดเป็นร้อยละ 16.59 PS คิดเป็นร้อยละ 0.45 NU คิดเป็นร้อยละ 3.86 ที่พบผลเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้มีการสืบค้นข้อมูลที่ชำนาญขึ้น นักเรียนสามารถใช้สื่อที่ครูพัฒนาได้ดีขึ้น นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและภายในห้องเรียนมากขึ้นเมื่อปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นทำให้เกิดองค์ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษา มีการทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนและครู จึงทำให้คะแนนนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาที่มากขึ้นตามลำดับ ในขณะที่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีคะแนนน้อยที่สุดเนื่องจากนักเรียนยังคงรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นผู้รับฟังมากกว่าที่จะสืบค้นข้อมูลเพื่อหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2 การเปรียบเทียบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ช่วยส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงในแต่ละชั้นและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและเหตุผลและเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตรงกันและถูกต้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถเสริมสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างถูกต้องซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญที่ควรพัฒนาต่อไป

3. ควรกระตุ้นให้เกิดความคิดและช่วยเหลือกันในกลุ่ม ควรเตรียมบทเรียนและสื่อที่เหมาะสมกับระดับทักษะความสามารถของนักเรียนซึ่งต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

4. ควรสอดแทรกปัจจัยคุณธรรมเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่มการอยู่ร่วมกันในสังคมเพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเองมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเปรียบเทียบระหว่างการสอนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับเนื้อหาอื่น เช่น โมเลกุล เซลล์ และธาตุ

2. ควรมีการสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับประถมและมัธยมปลายเพื่อส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เชษฐ์ เกษกุล. (2558). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไชยา พรหมโส. (2559). *การศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนคติเรื่อง รูปร่างและสภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี*. วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2545) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: กรุงเทพมหานคร.
- Lee, K. (2012). *Augmented reality in education and training Tech Trends*.