

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเลยพิทยาคม
โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)
A Development of Learning Achievement in Chemistry1
on the Shapes of Covalent Molecules Using Augmented Reality Code (AR Code)
in Matthayomsuksa4 Students, Loeipittayakom School

สุวิษญาน์ บุญโท^{1*}
Suwitchaya Boonto
อุไร พรหมมาวัน²
Urai Prommawan
ฐิตินันท์ ธรรมโสม์³
Thitinan Thammasom

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนกับหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเลยพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 44 คน ซึ่งได้โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 2) สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) รายวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ที่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One sample t-test) และสถิติที่ที่กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t-test)

คำสำคัญ: การพัฒนา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์, นักเรียน, สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare Matthayomsuksa4 students' learning achievement before and after studying Chemistry1 on the shapes of covalent molecules using Augmented Reality Code (AR Code); 2) to compare the students' learning achievement after studying the shapes of covalent molecules using AR Code with a criterion-referenced passing score of 70%; and 3) to study the students' satisfaction after learning using AR Code. The sample were 44 Matthayomsuksa4 students studying during the semester1, academic year of 2019, at Loeipittayakom School, obtained through purposive sampling. The instruments consisted of 1) a 4-choice achievement test with 10 items, and 2) a technological media, AR Code for studying Chemistry1 on the shapes of covalent molecules. The statistics for data analysis were percentage, means, standard deviation, one sample t-test, and dependent sample t-test.

Keywords: Development, academic achievement, molecular shape, covalent, students, learning materials Augmented Reality Code (AR Code)

1,2สาขาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000

1,2 Chemistry Department, Education Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, Thailand Country 42000

*Corresponding author: tong_talakong@hotmail.com

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต และมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น ความรู้วิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนา เศรษฐกิจให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ (รอรานิง เจ๊ะดอเลาะ, 2555) วิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่กำหนดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นวิชาที่เน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นสำคัญ เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการทดลองและการอภิปราย เพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดที่สำคัญ พร้อมทั้งมีการจัดกิจกรรมให้มีเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้ได้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญกับการวิจัยและกำหนดไว้หลายมาตราที่ชี้ให้เห็นว่าการวิจัยเป็นกระบวนการที่ควบคู่กับการเรียนรู้ และกระบวนการทำงานของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ซึ่งเป็นกลไกที่นำไปสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ กล่าวคือ มาตรา 24(5) ระบุว่างานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถใช้การวิจัย เพื่อพัฒนาเรื่องที่สนใจ และการหาความรู้ใหม่หรือ

ต้องการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น การวิจัยจึงสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยฝึกกระบวนการคิด การจัดการ หาเหตุผลในการตอบปัญหา และรู้จักประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและการแก้ปัญหา มาตรา 30 ระบุให้ผู้สอนทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน ผู้สอนนอกจากจัดกระบวนการเรียนการสอนแล้ว ยังใช้การวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาหรือต้องการรู้คำตอบพัฒนาสิ่งที่ต้องการพัฒนาหรือแก้ปัญหา ศึกษาและพัฒนาสิ่งที่ปัญหา หรือต้องการพัฒนาควบคู่กันไปอย่างต่อเนื่อง โดยบูรณาการกระบวนการจัดการเรียนการสอน และวิจัยให้เป็นกระบวนการเดียวกันสามารถมองเห็นปัญหา ระบุปัญหาได้ รู้จักการวางแผนวิจัย เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีหลักฐานการได้มาซึ่งข้อค้นพบ มีเหตุผลอธิบายถึงข้อค้นพบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

จากการสัมภาษณ์ครูประจำวิชา (อุไรพร มาวาน, สัมภาษณ์) ครูประจำวิชาเคมี โรงเรียนเลยพิทยาคม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยทฤษฎีที่ต้องใช้จินตนาการในการทำทำความเข้าใจ ภาพประกอบตามเนื้อเรื่องที่อ่านในการเรียนการสอนปัจจุบันใช้การจัดจำทฤษฎี และการดูรูปภาพในหนังสือที่เป็นภาพแบบสองมิติ รูปภาพประกอบบางภาพไม่สามารถอธิบายได้อย่างเด่นชัด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก และยังพบว่านักเรียนบางส่วนขาดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สาเหตุหลักเกิดจากเนื้อหาเป็นเรื่องที่เข้าใจยากหรือเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม เป็นผลทำให้นักเรียนมีปัญหาต่อการเรียนในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก

เทคโนโลยีเสมือนจริง AR Code (Augmented Reality Code) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์กล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งจะ

ทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพที่เป็นวัตถุ อาทิ คน, สัตว์, สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติ มีมุมมองถึง 360 องศา ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีมิติเสมือนจริง สามารถนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ โดยนำมาสร้างเป็นโมเดล 3 มิติ ประกอบด้วย ภาพ เสียง และข้อความ เพื่อให้เด็กได้ศึกษาเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีที่เสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ที่แตกต่างจากหนังสือภาพสองมิติธรรมดา นับว่าเป็นมิติใหม่ทางด้านสื่อการศึกษา ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น เกิดปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าสู่ห้องเรียน

จากปัญหาและการศึกษาค้นคว้าที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) มาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเคมี เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีความสนุกในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น เป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อยอดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีหัวข้ออื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนกับหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง

(Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

สมมติฐานของการวิจัย

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) สูงกว่าก่อนเรียน

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3) นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) อยู่ในระดับมาก

การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเลยพิทยาคม โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักการหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาประกอบอาชีพและ

การศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

2.1 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

การจัดเรียงอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลโคเวเลนต์มีตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอน จึงทำให้โมเลกุลโคเวเลนต์ของสารต่าง ๆ มีรูปร่างแตกต่างกัน สิ่งที่ใช้บอกรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์จะเป็นอย่างไร นั่น คือ การจัดเวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางของธาตุในโมเลกุลโคเวเลนต์ นอกจากนั้นความยาวพันธะและมุมระหว่างพันธะยังสามารถใช้บอกรูปร่างโมเลกุลได้ด้วย

2.2 การคาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ พิจารณาจาก

1. จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะรอบอะตอมกลาง (bonding electron)

2. จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง (nonbonding electron)

ดังนั้นการทำนายรูปร่างโมเลกุลให้เลือกอะตอมกลาง ซึ่งเป็นอะตอมที่สร้างพันธะได้มากที่สุดก่อน จากนั้นนับจำนวนพันธะที่อะตอมกลางสร้างได้ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางนั้น แรงผลักทั้งหมดของคู่อิเล็กตรอนที่เกิดจากการสร้างพันธะ และไม่ได้สร้างพันธะจะทำให้เกิดรูปร่างโมเลกุลที่ต่างกันไป ซึ่งตามปกติอิเล็กตรอนแต่ละคู่จะออกแรงผลักกัน แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนแต่ละคู่มักน้อยไม่เท่ากัน ตามทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion theory, VSEPR) มีหลักการว่า มีหลักการว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวอยู่ใกล้นิวเคลียสมากกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ดังนั้นแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวด้วยกันจึงมีแรงผลักมากกว่าแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และมากกว่าแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยกัน

สำหรับโมเลกุล AB_xE_y ซึ่งมี A เป็นอะตอมกลาง B เป็นอะตอมล้อมรอบ จำนวน x อะตอม และ E เป็นอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลาง จำนวน y คู่ สามารถพิจารณารูปร่างโมเลกุลจากจำนวนอะตอมล้อมรอบและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางมีรายละเอียดดังนี้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

พิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิด คือ A และ B โดยกำหนดให้ A เป็นอะตอมกลาง B เป็นอะตอมที่ล้อมรอบ และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ในโมเลกุลที่มีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งแสดงแนวโน้มได้เป็นดังนี้ แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวด้วยกันจึงมีแรงผลักมากกว่าแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และมากกว่าแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยกัน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

3.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น กล้องจากโทรศัพท์มือถือ กล้องจากแท็บเล็ต เว็บแคมจากคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์

กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด

การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality) มาจัดการเรียนรู้เป็นมิติใหม่ทางด้านสื่อการศึกษา ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ อยากรู้ อยากเห็น เรียนรู้สิ่งใหม่ สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น สร้างผลิตผลที่มีความหมายกับตนเอง เกิดปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าสู่ห้องเรียน นำเอาประสบการณ์เข้าสู่สถานการณ์ที่ผสมผสานกับสถานการณ์เสมือนจริง ได้เรียนรู้เรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง เป็นชุมชนที่เน้นการเรียนรู้จากบริบทของสังคมที่เป็นจริง เกิดการเรียนรู้จากกันและกันที่สังเกตได้ สร้างความรู้และประสบการณ์ได้โดยตรง เกิดการเรียนรู้ด้วยสังคมหรือการร่วมกันเรียนรู้ โลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ให้ข้อมูลสาระที่ด้านการศึกษากับผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมากขึ้น เข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้จากบทบาทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงดังที่ได้กล่าวเมื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้โดยอาศัยพัฒนาการของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนแบบปกติแบบเผชิญหน้า ในลักษณะร่วมกันเรียนรู้ในห้องเรียนหรือห้องเรียนระยะไกล ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิด การใช้ภาษาพูด ภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารอื่น ๆ นำมาใช้ในการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมีศักยภาพการนำเสนอเนื้อหาที่ได้เปรียบกว่าการใช้สื่อแบบเดิมและเปิดโอกาสให้สามารถใช้ในการรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติมากขึ้น

ด้วยการเรียนรู้ที่เพิ่มพื้นที่การเรียนรู้ทางกายภาพในรูปแบบสามมิติของผู้เรียนร่วมกันและสร้างรูปแบบการตอบสนองและปฏิสัมพันธ์ที่แปลกใหม่ร่วมกันได้ โดยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมีข้อดีดังนี้

1. ลดข้อจำกัดในเรื่องของรอยต่อระหว่างสภาพแวดล้อมจริงและเสมือนได้
2. ความสามารถในการยกระดับความเป็นโลกแห่งความจริงได้
3. ร่วมกันเรียนรู้ได้แบบเผชิญหน้ากันใดทั้งในห้องเรียนเดียวกันและได้จากระยะไกล
4. การแสดงตัวตนของผู้เรียนที่มีตัวตนได้มากขึ้น
5. สามารถเปลี่ยนแปลงการส่งผ่านสารสนเทศ และการตอบสนองระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนได้อย่างดี

3.2 เทคโนโลยี AR Code

AR Code มีการพัฒนามาจาก QR Code แต่แตกต่างกันคือ QR Code เป็นบาร์โค้ดที่ลิงค์ ไปที่เว็บไซต์ที่บรรจุอยู่ในบาร์โค้ด ส่วน AR Code เป็นบาร์โค้ดที่โค้ดแล้วจะมีภาพเสมือนจริงออกมาจากบาร์โค้ดนั้น โดยการดูผ่านกล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ทโฟน หรือกล้องแท็บเล็ต ดังที่ไพฑูรย์ ศรีฟ้า กล่าวไว้ว่า AR Code เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง เข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพเสมือนจริงทำให้น่าไปสู่ความตื่นเต้นเร้าใจ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

พรทิพย์ ปรีวาทิต (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาบทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร สังกัดเทศบาลเมืองปัตตานี

มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.97/86.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานที่เรียนด้วยบทเรียน AR Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 แสดงว่าการเรียนด้วยบทเรียน AR Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น 3) ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน AR Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร สังกัดเทศบาลเมือง จังหวัดปัตตานี พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนมีความพึงพอใจต่อการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน AR Code ในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด 4) ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร สังกัดเทศบาลเมืองปัตตานี นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานคิดเป็นร้อยละ 81.00 และค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานหลังเรียน 2 สัปดาห์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานเท่ากับ 24.30 5) ผู้เรียนมีความคิดเห็นของต่อบทเรียน AR Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน ด้านสื่อพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่า ชอบ ภาพสวย มีความชัดเจน การดูสวยงาม เสียงชัดเจน สีสดใสสวยงาม น่าอ่าน นักเรียนมีสีหน้ายิ้มแย้ม มีความสุข มีความตื่นตัวในส่วนการสังเกตและสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน ในด้านบทเรียนพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่า บทเรียนมีความ

น่าสนใจ สีสวยงาม การดูสวยงาม เรียนสนุก คำศัพท์ง่าย เข้าใจง่าย จำคำศัพท์ได้ง่ายและรวดเร็ว แบบทดสอบสนุก นักเรียนสามารถเอาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กัญทิรี วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือนเรื่อง ประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่อง ประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมาก

ณัฐ ดิษเจริญ และคณะ (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อะตอมและพันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออกแบบเต็ดยลลิตี โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้อะตอมและพันธะเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอม และพันธะเคมีโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกแบบเต็ดยลลิตี (Augmented Reality) ซึ่งเป็นการจำลองโมเดลลักษณะโครงสร้างของอะตอมและพันธะเคมีในรูปแบบแอนิเมชันสามมิติ จำนวน 34 โมเดลที่สามารถใช้งานได้ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สื่อการเรียนรู้นี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Autodesk Maya โปรแกรม Photoshop และโปรแกรม Unity 3D ผลการพัฒนาและทดสอบระบบด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา (คาโอ) และศึกษาความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และนักศึกษาจำนวน 60 คน ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า ความสอดคล้องของเนื้อหา

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 และค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ มีค่าเท่ากับ 4.36 (จากคะแนนเต็ม 5.00) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพโดยรวมของสื่อการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดี ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา รายวิชาเคมีได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วกว่าการเรียนด้วยบทเรียนแบบเดิมที่เป็นภาพแบบสองมิติ

วศกร เพ็ชรช่วย (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำรุง ผลการวิจัยพบว่า สื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียน มีคุณภาพในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 80.50/79.83 คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัชนีประสิทธิผล ของการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 0.64 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนในระดับมากที่สุด ($x = 4.66$)

ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริงเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง พบว่า ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และการใช้งานชุดสื่อประสมมี ความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพญานาคราชภาษาไทย ผลจากการวิจัยพบว่า เมื่อนำระบบไปใช้งานจริง พบว่าระบบมีความน่าสนใจช่วยดึงดูดให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนพญานาคราชภาษาไทย และอาจารย์ผู้สอนก็ได้มีวิธีการใหม่ๆ ในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ผลในการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับ ดีมาก ซึ่งมากกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.58 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ในส่วนของอาจารย์ผู้สอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Brett E. Shelton and Nicholas R. Hedley (2002) ทำการศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ เติดเรียลลิตี ARToolkit ในการสอนเรื่องความสัมพันธ์ของโลกกับพระอาทิตย์ สำหรับนักศึกษาสาขาภูมิศาสตร์ โดยให้นักศึกษาจำนวน 30 คน มีส่วนร่วมในการใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ เติดเรียลลิตี ในแบบฝึกหัด โดยให้ออกแบบหุ่นจำลองในการสอนเรื่องการโคจร เรื่องอาณันหรือจุดที่ดวงอาทิตย์โคจรไปถึงสุดทางเหนือและใต้ และเรื่องการเปลี่ยนแสงและฤดูกาล พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจที่ดีขึ้นหลังจากทำแบบฝึกหัดที่ใช้เทคโนโลยีเรียลลิตี

Enyedy (2012) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยการเล่น ผ่านสภาพแวดล้อมความจริงเสมือน กับผู้เรียนอายุ 6 - 8 ปี ผลการศึกษาจากการทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดของ แรง, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน และการเคลื่อนที่สองมิติ หลังจากทำการเรียนด้วยหลักสูตรการเรียนรู้ฟิสิกส์ผ่านการเล่น ผู้วิจัยยังได้เสนอกรณีศึกษา 2 กรณีที่แสดงให้เห็นถึงการนำหลักการนี้ในทางปฏิบัติ โดยจากกรณีศึกษา แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ระหว่าง

การใช้ความจริงเสมือน กับการเล่นอย่างมีความหมาย และรู้แบบของนิเวศเชิงสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนอีกด้วย

Yoon (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ 4 รูปแบบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เมื่อใช้กระบวนการเสริมต่อความรู้

การศึกษาต่อเนื่องชี้ให้เห็นว่า สื่อความจริงเสมือนมีผลต่อการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนด้วย

Rees (2008) ทำการวิจัยโดยใช้เกมความจริงเสมือน ชื่อ “The Heat Game” เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ เพื่อออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ในการศึกษาขั้นต้น แสดงให้เห็นว่า หลังผู้เรียนได้เล่นเกม ผู้เรียนมีการพัฒนาความเข้าใจและเจตคติเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การสร้างความรู้, การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี และกระบวนการเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ พื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 596 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ 2) สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) รายวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่าง

โมเลกุลโคเวเลนต์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การคำนวณร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ สถิติที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One sample t-test) และสถิติที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) รวบรวมข้อมูลโดยนางสาวสุวิษญาน์ บุญโท ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 นำข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับการวิเคราะห์และตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) จำนวน 44 คน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) ซึ่งข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

รายการ	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศของกลุ่มตัวอย่าง		
1.1 ชาย	15	34.09
1.2 หญิง	29	65.91
รวม	44	100.00

จากตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา พบว่า นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นนักเรียนเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 65.91 จากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 44 คน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1

เพื่อทำการทดสอบตามสมมติฐาน ข้อที่ 1 ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\bar{x}$	S	ΣD	ΣD^2	t-test
ก่อนเรียน	4	2.7	1.22	202	1,004	22.812*
	4	5	2			
หลังเรียน	4	7.3	0.98	202	1,004	22.812*
	4	4	7			

*P-value .05

จากตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70

ผู้วิจัยนำข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ หลังเรียนที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 เพื่อทำการทดสอบตามสมมติฐาน ข้อที่ 2 ผลปรากฏ ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์ คะแนนร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเกณฑ์	$\bar{x}$	S	t-test
หลังเรียน	44	7	7.34	0.987	2.285*

*P-value .05

จากตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)

ผู้วิจัยนำข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 3 เพื่อทำการทดสอบตามสมมติฐาน ข้อที่ 3 ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code)	n	$\bar{x}$	S
	44	4.80	0.39

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวม เฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.80, S.D. = 0.39) และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่องนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.78, S.D. = 0.40) ด้านกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.85, S.D. = 0.36) ด้านภาพภาษาและเสียง นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ = 4.80 , S.D. = 0.43) ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ เป็นมิติใหม่ทางด้านสื่อการศึกษา มีการนำสมาร์ตโฟนมาใช้ในการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้ศึกษารูปร่างโมเลกุลเป็นภาพสามมิติได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ อยากรู้ อยากเห็น มีความกระตือรือร้นในการเรียน สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับ สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) กล่าวว่า เมื่อนำระบบไปใช้งานจริง พบว่าระบบมีความน่าสนใจช่วยดึงดูดให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และอาจารย์ผู้สอนก็ได้มีวิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น และไพฑูรย์ ศรีฟ้า กล่าวไว้ว่า AR Code เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพเสมือนจริง นำไปสู่ความตื่นตันทื่นใจ การนำ AR Code มาผลิตเป็นบทเรียน จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ได้รับความสนใจของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นบทเรียนใหม่ที่ไม่เคยเรียน จึงทำให้เกิดความประทับใจ นำไปสู่ความจำและความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวศกร เพ็ชรช่วย (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำรุง ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปัญญรัตน์ ทับเปีย (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) สูงกว่าเกณฑ์คะแนน ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) ช่วยให้นักเรียน เกิดความเข้าใจในเนื้อหา มีความอยากรู้อยากลอง และสนุกสนาน จึงสามารถจดจำ เข้าใจในเนื้อหาวิชา จนบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกับ Klopfer et al (2010) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของ สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไว้ว่า เป็นสื่อที่สามารถเคลื่อนย้ายไปในที่ต่าง ๆ ไปกับผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของผู้เรียน โดยทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมควบคุมกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และพรทิพย์ ปรียวาทิต (2558) กล่าวว่าสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง ช่วยให้วิชาที่น่าเบื่อ เรียนไม่สนุกยาก ไม่อยากเรียน กลายเป็นเรื่องง่ายและท้าทายสำหรับนักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนสนุก มีความสนใจ มีความต้องการที่จะเรียน นักเรียนจะมีความพยายามที่จะเรียน ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ปรียวาทิต (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ

ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร สังกัดเทศบาลเมืองปัตตานี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.97/86.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และกัณฑ์ รวบรวม (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่าน ไอแพด มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์หลังเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality

Code : AR Code) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างหลังเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาเคมี 1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) สูงกว่าเกณฑ์คะแนน ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในรายวิชาอื่น ๆ สามารถนำการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR Code) ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้ เพราะจากวิจัยครั้งนี้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจทำการวิจัยศึกษาความคงทนของความรู้ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์หลังจากที่ได้รับการพัฒนาโดยการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality Code: AR Code)

2. อาจทำการวิจัยเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่าง
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี
เสมือนจริง (Augmented Reality Code : AR
Code) กับรูปแบบการจัดการเรียนวิธีอื่น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติ
การศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542
แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช
2545*. กรุงเทพฯ: ศรุสภา.

_____. (2551). *หลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551*. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน
2562, จาก [http://www.
curriculum51.net/viewpage.php?
t_id=64](http://www.curriculum51.net/viewpage.php?t_id=64).

_____. (2562). *หลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช
2560)*. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน
2562, จาก [http://academic.
obec.go.th/newsdetail.
php?id=75](http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75).

กัณฐรี วรอาจ. (2557). การพัฒนาหนังสืออ่าน
เพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่อง
ประเทศสิงคโปร์ผ่าน ไอแพด สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
และสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักราน นครจันทร์. (ม.ป.ป.). *พันธะเคมี*. สืบค้น
เมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก [http://
thn25772ch.blogspot.
com/p/unit-3.html](http://thn25772ch.blogspot.com/p/unit-3.html).

ณัฐ ดิษเจริญ. (2557). การพัฒนาสื่อการ
เรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและ
พันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตด
เรียลลิตี. *วารสารหน่วยวิจัย
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ
สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*; 5(1) :
21-27.

ปัญจรัตน์ ทับเปีย. (2555). การพัฒนาชุดสื่อ
ประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง
เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของ
หัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 5. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พรทิพย์ ปรีวาทิต. (2558). *ผลของการใช้
บทเรียน Augmented Reality
Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรโมสสร.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์*.

ภัทรพร เกษสังข์. (2554). *สถิติที่ใช้ในการ
วิเคราะห์ข้อมูล*. (ม.ป.พ.).

_____. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา*.
พิมพ์ครั้งที่ 2. เมืองเลย :
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

- รอฮานิง เจ๊ะดอเลาะ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังกัดมพหุวัฒนธรรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.*
- วศกร เพ็ชรช่วย. (2557). *การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำรุง. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง. (2554). *การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพญานาคภาษาไทย. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*
- Bett and Nicholas. (2002). *Paper presented at The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop. Darmstadt, Germany.*
- Carol Rees. (2008). *An Angmented Reality Game For Scientific Literacy. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก <https://www.dc.msvu.ca:8080>.*
- Enyed. (2012). *Exploring the Changes in In-service Teachers Perceptions of Technological Pedagogical Knowledge and Efficacy for ICT Design Thinking. Nanyang Technological University, Singapore. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก <http://icce2013bali.org/datacenter/workshopproceedings/w8.pdf>.*
- Yoon Susan. (2012). *Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก <http://link.springer.com/article/>*
- Niekerk, E. J. van., Niekerk, P. P. du van. (2006). *.Strategic management in South African education: The leadership dimension. Africa Education Review. 10.1007%2Fs11412-012-9156-x#close.*