

การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครุศาสตร์ศึกษา ครั้งที่ 4”



The 4th Nation Conference on Education



เครือข่ายความร่วมมือคณะระหว่างคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคเหนือ

การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครุศาสตร์ศึกษา” ครั้งที่ 4 The 4th Nation Conference on Education

มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคเหนือ

วันศุกร์ที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2565

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์



คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
398 หมู่ 9 ถ.สวรรค์วิถี ต.นครสวรรค์ตก
อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000



056-219100-29



education@nsru.ac.th



<https://edu.nsru.ac.th>

ผลของการใช้แอปพลิเคชันในการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The results of using the application to study of the
chemical reaction to promote science process skill
of secondary 3 students

จณิสตา โปร่งเมืองไพร¹, สุปราณี พิศมัย², สายชล พลสีดา³

Janista Prongmuangphrai¹, Supranee Pitsamai², Saichon Phonseeda³

Corresponding Author E-mail: janista.pro@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัย เรื่อง ผลของการใช้แอปพลิเคชันในการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองไผ่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อและด้านเนื้อหา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิจัยพบว่า

1) แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/84.17 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นอกจากนี้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป), มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹ Student in Bachelor of Education (General Science), Phetchabun Rajabhat University

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

² Lecturer of General Science, Faculty of Education, Phetchabun Rajabhat University

³ ครูประจำโรงเรียนหนองไผ่

³ Teacher at Nongphai School

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันในการศึกษา, ปฏิกริยาเคมี, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Abstract

Research on the results of using the application to study of the chemical reaction to promote science process skill of secondary 3 students objectives to: 1) develop educational in topic of chemical reaction to enhancing student's scientific skills for secondary 3 students to meet the efficiency criterion of 75/75, 2) to compare the students' achievement gained before and after learning for secondary 3 students 3) study scientific skills for secondary 3 students and 4) evaluate student's satisfaction towards the educational application.

The samples included 30 students chosen of simple random sampling. The research instruments consisted of learning application, evaluation forms on media and content, achievement test, scientific skills assessment, and student's satisfaction form. The statistics used to analyze the data were mean, standard deviation, and dependent t-test.

The research results showed that:

1) the quality of media and content of the learning application was at a very good level with an average score of 4.67 and 4.58, respectively, 2) the learners' learning achievement was higher at the statistically significant difference level of .05, 3) Besides students science process skill higher at the statistically significant difference level of .05, and 4) the students were satisfied with the learning application at the level of 4.60.

Keywords: Application To Study, Chemical Reaction, Science Process Skill

บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้นโดยอาจารย์ผู้สอนได้นำเทคโนโลยีและความทันสมัยของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้ในการส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) ในปัจจุบันมีช่องทางในการศึกษาที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ด้วยเทคนิคทางด้านการพัฒนาสื่อการสอน กลายมาเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งาน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ได้ และสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ จึงได้ดำเนินการจัดทำแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2557-2559 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดการใช้สารสนเทศที่สามารถบรรลุภารกิจด้านต่างๆ ด้วยความพร้อมที่จะรองรับการบริหารจัดการและการเรียนการสอน รวมทั้งปรับเปลี่ยนการดำเนินงานทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อที่จะประสานความร่วมมือกับองค์กรต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยแสวงหาความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนแม่บทฯ ที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างรอบด้านทั้งปัจจัยภายในและภายนอก ซึ่งจะเน้นให้เกิดการเชื่อมโยงและมีความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

แอปพลิเคชัน เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนสมาร์ตโฟน อาจเป็นโปรแกรมเกม รูปแบบคำสั่งหรือสิ่งอำนวยความสะดวกบนสมาร์ตโฟน ทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งปัจจุบันแอปพลิเคชันบนมือถือ ถือว่ามีให้เลือกใช้และดาวน์โหลดกันอย่างมากมาย ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งลงในเครื่องการใช้งานครั้ง

ต่อไป ผู้ใช้สามารถศึกษาเนื้อหาได้เลยโดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Mango erp, 2019) การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมนั้นเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ปัจจุบันสมาร์ตโฟนเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากง่ายต่อการพกพาและสะดวกต่อการใช้งานทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ มากขึ้น การศึกษาและแนวทางการทำงานเริ่มมีการใช้สมาร์ตโฟนกัน อย่างกว้างขวาง การใช้สมาร์ตโฟนจึงเข้าถึงอย่างง่ายดาย และเข้าไปถึงกลุ่มคนทุกเพศทุกวัยไม่ว่าจะอยู่ในชนบทห่างไกลแค่ไหนก็ตาม สมาร์ตโฟน จึงกลายเป็นช่องทางใหม่ที่เปลี่ยนรูปแบบ และกระจายความรู้ให้เข้าถึงอย่างมากมาย

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะของผู้เรียน เช่น ทักษะการคิดระดับสูง การแก้ปัญหา และการสื่อสาร รวมทั้งมีการฝึกปฏิบัติด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้ที่กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ และมีการทำงานอย่างเป็นระบบ (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2557) มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ เปิดกว้างทางความคิดให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาชีวิตด้วยทักษะกระบวนการและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าการซึมซับความรู้ในห้องเรียน การทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้ และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ดำรงชีวิต และช่วยให้ผู้เรียนสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข (Marzano, 2001) นอกจากนี้การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ มีทักษะการคิด และทักษะในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้และมีความรู้ที่คงทน โดยใช้กระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างทักษะการแสวงหาความรู้และพัฒนาการคิดได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

จากการศึกษาวิจัยของเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/82.44 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 เช่นเดียวกับกับการศึกษาของเกตุณี อุปรการแก้ว (2562) ที่ศึกษาผลของวิธีการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันคาฮูท (kahoot) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โรงเรียนบ้านไร่บน พบว่า ผลจากการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันคาฮูท ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาในวิชาวิทยาศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียน 9 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.44 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.130 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียน 9 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.202 ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน น้อยกว่าหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และดัชนีประสิทธิผลของการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชันคาฮูท (kahoot) ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.5122 ซึ่งสูงกว่า 0.50 และจากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 1/2563 ยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก จะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563 โดยผลคะแนนในระดับชาติ มีคะแนน 37.50 ระดับสังกัด มีคะแนน 37.71 และระดับโรงเรียน มีคะแนน 37.40 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) ซึ่งคะแนนของนักเรียนในระดับโรงเรียนต่ำกว่าทั้งในระดับประเทศและระดับสังกัด ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงปัญหารวมถึงการค้นคว้า จึงสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา ที่มีทั้งภาพนิ่ง ตัวอักษร วิดีโอ เสียงบรรยายที่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็น

จากสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรม ทำปฏิบัติได้ตลอดเวลา จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากแอปพลิเคชันเป็นสื่อการสอนที่จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นสื่อที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดี อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
3. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

สมมติฐานของการวิจัย

1. แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาผลของการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ตามลำดับต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช (2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช (2560) กำหนดสาระสำคัญไว้ 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.2 ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ

ว 2.1 ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.1 ม.3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา

ว 2.1 ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งการเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว

ว 2.1 ม.3/7 ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล

1.3 สารการเรียนรู้แกนกลาง

ว 2.1 ม.3/3 การเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เรียกว่า สารตั้งต้น สารใหม่ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความ

การเกิดปฏิกิริยาเคมี อะตอมของสารตั้งต้นจะมีการจัดเรียงใหม่ ได้เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างจากสารตั้งต้น โดยอะตอมแต่ละชนิดก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมีมีจำนวนเท่ากัน

ว 2.1 ม.3/4 เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี มวลรวมของสารตั้งต้นเท่ากับมวลรวมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

ว 2.1 ม.3/5 เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการถ่ายโอนความร้อนควบคู่ไปกับการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมของสาร ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์มอมิเตอร์ หัววัดที่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง

ว 2.1 ม.3/6 ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีหลายชนิดเช่นปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะปฏิกิริยาของกรดกับเบสปฏิกิริยาของเบสกับโลหะการเกิดฝนกรดการสังเคราะห์ด้วยแสงปฏิกิริยาเคมีสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความซึ่งแสดงชื่อของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เช่นเชื้อเพลิง + ออกซิเจน + คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารกับออกซิเจนสารที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งถ้าเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำการเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็กน้ำและออกซิเจนได้ผลิตภัณฑ์เป็นสนิมของเหล็กปฏิกิริยาการเผาไหม้และการเกิดสนิมของเหล็กปฏิกิริยาระหว่างสารต่าง ๆ กับออกซิเจนปฏิกิริยาของกรดกับโลหะกรดทำปฏิกิริยากับโลหะได้หลายชนิดได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและแก๊สไฮโดรเจนปฏิกิริยาของกรดกับสารประกอบคาร์บอนเตได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกลือของโลหะและน้ำปฏิกิริยาของกรดกับเบสได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและน้ำหรืออาจได้เพียงเกลือของโลหะปฏิกิริยาของเบสกับโลหะบางชนิดได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของเบสและแก๊สไฮโดรเจนการเกิดฝนกรดเป็นผลจากปฏิกิริยาระหว่างฝนกับออกไซด์ของไนโตรเจนหรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ทำให้น้ำฝนมีสมบัติเป็นกรดการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำโดยมีแสงช่วยในการเกิดปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลกลูโคสและออกซิเจน

ว 2.1 ม.3/7 ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจึงต้องระมัดระวังผลจากปฏิกิริยาเคมีตลอดจนรู้จักวิธีป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

2. แอปพลิเคชัน

2.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

Mango erp. (2019) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน (application) คือ โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนมือถือหรือแท็บเล็ต สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS การติดตั้งโปรแกรม โดยทั่วไปทำได้โดยโหลดผ่านอินเทอร์เน็ตหรือติดตั้งผ่านแผ่นซีดี แต่สำหรับการติดตั้งแอปพลิเคชันนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่า โดยสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง App Store สำหรับผู้ที่ใช้งานในระบบ iOS ส่วนผู้ใช้งานมือถือหรือแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง Google Play Store อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในมือถือ หรือแท็บเล็ตของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้นจะทำงานบนระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันไปตัวอย่างของระบบปฏิบัติการ ได้แก่ ซิมเบียน ไอโอเอส และแอนดรอยด์

สรุปได้ว่า ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี คือ การพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เป็นซอฟต์แวร์ประเภทหนึ่งที่มีระบบปฏิบัติการแบบเปิดหรือซอฟต์แวร์ต้นฉบับ ใช้สำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่โดยเฉพาะ เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบ สแต็ค ซึ่งรวมเอาระบบปฏิบัติการมิดเดิลแวร์และ แอปพลิเคชันที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน

2.2.2 โปรแกรมใช้พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1) โปรแกรม IBuildApp เป็นบริการออนไลน์ที่มีวิธีที่ง่ายในการสร้างการทดสอบ ติดตาม และปรับปรุงแอปพลิเคชันบน Android มีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชัน สนับสนุนรูปแบบข้อความ อาร์เอสเอส (RSS)

2) โปรแกรม App Inventor เป็นเครื่องมือตัวใหม่ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือแอนดรอยด์ได้ คุณสมบัติของเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอนดรอยด์ เป็นการออกแบบภาพ คือ ทำให้เราสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ได้โดยไม่ต้องเขียนชุดคำสั่ง มาพร้อมกับเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยวิธีเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ หรือบล็อกของการทำงานเข้าด้วยกัน

3) โปรแกรม แอนดรอยด์ สตูดิโอ (Android Studio) เป็นเครื่องมือพัฒนา IDE (ไอ ดี อี) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนพื้นฐานของแนวคิดอินเทล ไอ เจ ไอดีอีเอ (IntelJ IDEA) คล้าย ๆ กับการทำงานของ อีclipse (Eclipse) และแอนดรอยด์ เอดีที ปลั๊กอิน (Android ADT Plugin) และเป็น ไอ ดี เอ็ม ทูล (IDE Tools) ล่าสุดจากกูเกิ้ล (Google) ไว้พัฒนาโปรแกรมแอนดรอยด์ (Android)

2.2.3 การออกแบบงานกราฟิก

1) งานกราฟิกเป็นส่วนสำคัญที่มีบทบาทต่อการออกแบบและกระบวนการผลิตแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่ต้องการการสัมผัสรับรู้ด้วยตา วิธีการทางการออกแบบร่วมกันสร้างรูปแบบสื่อ เพื่อให้เกิดศักยภาพสูงสุดในการที่จะเป็นตัวกลางในการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร วิธีการออกแบบและวิธีแก้ปัญหาการออกแบบโดยการนำเอารูปภาพประกอบ ภาพ สัญลักษณ์ รูปแบบ ขนาดตัวอักษร มาจัดวางเพื่อให้เกิดการนำเสนอข้อมูลอย่างชัดเจน เกิดผลดีต่อกระบวนการสื่อความหมาย

2) ภาพกราฟิก เป็นสื่อในการนำเสนอที่ดีเนื่องจากมีสีสันมีรูปแบบที่น่าสนใจสามารถสื่อความหมายได้กว้าง

สรุปได้ว่า แอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมีนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม IBuildApp ในการ

พัฒนาแอปพลิเคชัน เพราะเป็นโปรแกรมฟรีไม่มีลิขสิทธิ์ สามารถเข้าไปสร้างแอปพลิเคชันได้ทันที โดยไม่ต้องดาวน์โหลด โปรแกรมไปติดตั้งในคอมพิวเตอร์ และมีไลบรารีที่เก็บรวบรวมชุดคำสั่งโปรแกรมต่าง ๆ สามารถเรียกใช้ชุดคำสั่งเหล่านั้นซึ่ง มักจะเป็นชุดคำสั่งที่มีการเรียกใช้บ่อย ๆ ได้ทันที

3. หลักการแนวความคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ADDIE model

พิจิตรา ธงพานิช (2561) ได้อธิบายและสรุปรูปแบบการสอน ADDIE คือ เป็นรูปแบบการสอนที่ออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น CAI / CBT, WBI / WBT หรือ e-Learning ก็ตาม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมกระบวนการทั้งหมด และเป็นระบบปิด (Closed System) โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ในขั้นประเมินผลซึ่งเป็นขั้นสุดท้าย และนำข้อมูลไปตรวจปรับ (Feedback) ขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมด กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) Analysis (การวิเคราะห์) 2) Design (การออกแบบ) 3) Development (การพัฒนา) 4) Implementation (การนำไปใช้) และ 5) Evaluation (การประเมินผล)

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการสอน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ การเรียนรู้ที่เกิดจากการอบรมหรือเกิดจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถของบุคคล

บุษกร พรหมหล้าวรรณ (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น สามารถวัดได้ทั้งทางด้านทักษะปฏิบัติ โดยการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และการวัดทางด้านเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านปฏิบัติการ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางด้านการเรียนของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งทางด้านทักษะปฏิบัติโดยการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และการวัดทางด้านเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ให้ความหมายของ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็น ระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมี ประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าความรู้ จากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่าง มิติ และมิติกับเวลา การคำนวณการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การ ตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปการ ตีความหมายข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้เป็นทักษะวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมี ประกอบไปด้วย การดำเนินการสังเกต การใช้ประสาทสัมผัส การบอกรายละเอียดของสิ่งที่สังเกต บันทึกผลการสังเกตตาม ความเป็นจริง และความปลอดภัยขณะสังเกต

6. ความพึงพอใจ

ชวนพิศ จะรา (2556) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือ ผลรวมของความรู้สึกของบุคคลที่มีทัศนคติต่อสิ่งเร้า อาจ เป็นความรู้สึกในทางบวก ทางเป็นกลาง หรือทางลบ ที่แสดงออกต่องานปฏิบัติบุคคล วัตถุ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ

กาญจนา อรุณสุขจุ (2546) ความพึงพอใจเป็นคุณลักษณะทางจิตของบุคคลที่ไม่อาจวัดได้ โดยตรงการวัดความพึงพอใจจึงเป็นการวัดโดยอ้อม วิธีการวัดความพึงพอใจในงานที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ในปัจจุบันมีหลากหลายวิธีด้วยกัน จากการศึกษาวิธีการวัดความพึงพอใจของนักวิชาการหลายท่านพบประเด็นของวิธีการวัดที่คล้ายกัน มาตราวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

6.1 การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบ ความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

6.2 การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

6.3 การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียด ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองไผ่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 ห้องเรียน ทั้งหมด 388 คน

กลุ่มตัวอย่าง : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองไผ่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
2. แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านสื่อ และด้านเนื้อหา

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. แบบประเมินความพึงพอใจ

วิธีการสร้างเครื่องมือและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สร้างเครื่องมือด้วยหลักการ ADDIE Model
2. ดำเนินการทดลองแบบแผนการทดลอง One-group Pretest-Posttest Design มีลักษณะการทดลอง ดังนี้

ก่อนเรียน	ทดลอง	หลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

T_2 แทน การทดสอบก่อนเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำให้ทราบถึงรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ทดสอบก่อนเรียน โดยผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่อยู่ในแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เพื่อทดสอบระดับความสามารถของผู้เรียน และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มต้นจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. การทดสอบหลังเรียน หลังจากกลุ่มตัวอย่างศึกษาด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยการทดลองใช้เครื่องมือและแปลผลเรียบร้อยแล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบความรู้หลังจากเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้
5. ดำเนินการวัดผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทำการทดลอง จากนั้นครูผู้สอนทำการประเมินจากกระบวนการทำงานของผู้เรียน
6. การประเมินความพึงพอใจ หลังจากทีกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสื่อ ด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมิน และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามหลักสถิติ ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยคุณภาพ
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน โดยได้ตั้งค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อคำนวณค่าที่ได้แล้วเปิดค่าที่จากตาราง แล้วนำค่าที่ได้จากการคำนวณและจากตารางมาเปรียบเทียบกับเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณมาเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา

1.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา ด้านสื่อ พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยรวมมีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านภาพ สี ตัวอักษร และภาษา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 รองลงมา ด้านการออกแบบหน้าจอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ตามลำดับ

1.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา ด้านเนื้อหา พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยรวมมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 รองลงมา ได้แก่ ด้านแบบทดสอบ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และด้านภาษาและรูปแบบการนำเสนอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ตามลำดับ

1.3 ผลการหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน (E_1) เท่ากับ 15.33 คิดเป็นร้อยละ 76.67 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 16.83 คิดเป็นร้อยละ 84.17 แสดงว่า แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 กล่าวคือ E_1 , E_2 มีค่าเท่ากับ 76.67/84.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.33/16.83 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนการสอนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านสื่อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมา ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องผลของการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อและด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี คุณภาพสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คุณภาพเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอหลักของ ADDIE Model มาเป็นหลักในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ประเมินและนำข้อเสนอต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข จึงทำให้ได้แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษาที่มีคุณภาพ โดยภายในแอปพลิเคชันจะสรุปเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถเรียนเข้าใจง่ายขึ้น มีคลิปวิดีโอ และเสียงบรรยายประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58

2. ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน (E_1) เท่ากับ 15.33 คิดเป็นร้อยละ 76.67 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 16.83 คิดเป็นร้อยละ 84.17 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/82.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.33/16.83 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติที่เรียนจากตำราเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจ ไม่กล้าสอบถามครูผู้สอน เรียนตามไม่ทัน ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้น แอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะของการทำกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปดูคลิปวิดีโอซ้ำหลายรอบได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการจดจำ เรียนรู้และแก้ปัญหาได้รวดเร็วมากขึ้น จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนด้วยวิธีปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัย เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชัน

สำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชัน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เนื่องจากแอปพลิเคชันถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหา ปฏิบัติตามได้ง่าย ผู้เรียนสามารถเข้าดูได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากแอปพลิเคชันสามารถจัดกิจกรรมสำหรับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รวมถึงให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน และจัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้อ่านง่ายต่อการเรียนการสอนบนโทรศัพท์มือถือ ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองแล้วแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแอปพลิเคชัน จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านสื่อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมา ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และด้านเนื้อหาที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีการพัฒนาวิดีโอให้มีความน่าสนใจทั้งในส่วนของภาพกิจกรรมและเสียงประกอบ

1.2 ควรพัฒนาให้สามารถรองรับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ iOS ได้ และพัฒนาให้สามารถใช้ได้ในขณะที่ไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษาในเรื่องอื่น เช่น ไฟฟ้า ความหลากหลายของระบบนิเวศ ฯลฯ และพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษาในรายวิชาอื่น

2.2 การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำแอปพลิเคชันไปใช้ร่วมกับวิธีสอนต่าง ๆ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบสืบสอบ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์

- การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2564 จาก <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/3707>.
- เกศินี อุการแก้ว. (2562). ผลของวิธีการสอนโดยใช้แอปพลิเคชันคาฮูท (kahoot) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2564 จาก http://mis.sct.ac.th/MyDocuments/eResearch/146/01_วิจัยจริง.pdf.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-19.
- ชินวัจน์ งามสรณการ. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2564 จาก <http://wb.yru.ac.th/handle/yr/1188>.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุษกร พรหมท้าววรรณ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชานาฏศิลป์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิจิตรา ธงพานิช. (2561). วิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ
- รมณียา สุธรรมจรรยา. (2558). การใช้แอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษบนแท็บเล็ตวิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สมจิตร จันทรฉาย. (2557). การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน. นครปฐม: เพชรเกษมพรินติ้ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต**. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อัญญา โพธิ์ลาการ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Azham Hussain and Maria Kutar. (2009). **Usability Metric Framework for Mobile Phone Application.** (Conference: The 10th Annual Post Graduate Symposium on The Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting At: Holiday Inn, Liverpool City Centre, United Kingdom).
- Bloom, Benjamin S. (1976). **Human characteristics and school learning.** New York: Mc Graw-Hill.
- Jia Tanb and Kari Ronkko. (2015). **Cigdem Gencel A Framework for Software Usability & User Experience Measurement in Mobile Industry.** Blekinge institute of technology Karlskrona Sweden.
- Mango erp. (2019). **Application on Mobile.** Retrieved from : <https://www.mangoconsultant.com/th/>
- Marzano, et.al. (2001). **Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement.** Alexandria, VA: ASCD.