

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรม
จากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชัน
ของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรมยูนิตีทรีร่วมกับโปรแกรมวูโฟเรีย

**A Model for Improving Communication Competency of Science Teachers
Through Training From the Development of Augmented Reality
Learning Media in the Chemistry on Functional Groups of
Organic Substances with Unity 3D and Vuforia**

พีรพงศ์ บุญฤกษ์,
กรรณิกา เงินบุตรโคตร และ นุสรรา มุหะหมัด
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
**Pheeraphong Bunroek,
Kannika Ngoebudkote and Nussara Muhamad**
Phranakhorn Rajabhat University, Thailand
Corresponding Author, E-mail: pheeraphong@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ 2) เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการฝึกอบรม และ 3) เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ด้วยโปรแกรมยูนิตีทรีร่วมกับโปรแกรมวูโฟเรีย เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แอปพลิเคชัน CHEM AR แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสาร และคำถามในการสนทนากลุ่ม กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่าน ศึกษาคุณภาพของรูปแบบฯ ด้วยวิธีสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพ E1/E2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 90.28/81.60 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) สมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์หลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 3) รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ในโครงการนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ และด้านปฏิบัติการ และผลจากการสนทนากลุ่มกับผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่ารูปแบบมีคุณภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้

คำสำคัญ: ความเป็นจริงเสริม; สื่อการเรียนรู้; สมรรถนะการสื่อสาร

Abstracts

The objectives of this research were 1) to develop an AR learning media that enhances the topic of organic compound functional groups in chemistry, 2) to improve the communication skills of science teachers through a training program, and 3) to develop a model for enhancing the communication skills of science teachers through training that incorporates the development of a realistic learning media on organic compound functional groups in chemistry using Unity3D and Vuforia programs. This research was a mixed-method research. The research tools used include the CHEM AR application, the communication skills assessment form, and the model for enhancing communication skills. The study involved 10 qualified participants. The quality of the model was evaluated through focus group discussions. The results of the research showed that: (1) the effectiveness (E_1/E_2) of the AR learning media on organic compound functional groups in chemistry was 90.28/81.60, which exceeded the standard of 80/80; (2) the communication skills of science teachers significantly improved after the training program with a p-value of .05; and (3) the model for enhancing communication skills of science teachers in this project had four components: knowledge, skills, attitudes, and practices. The feedback from the focus group discussions with the qualified participants indicated that the model was of high quality and suitable for use.

Keywords: Augmented Reality; Learning Media; Communication

บทนำ

การสื่อสารของมนุษย์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต การเรียนรู้ การติดต่อสื่อสารและการประสานงานต่าง ๆ ทั้งจากระหว่างมนุษย์และมนุษย์ หรือจากสื่อต่าง ๆ กับมนุษย์ โดยสมรรถนะการสื่อสารหมายถึง ความสามารถในการรับและส่งสารบนพื้นฐานความเข้าใจและ ความเคารพในความคิดหรือวัฒนธรรมที่แตกต่าง ตลอดจนสามารถเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารทั้งวัจนภาษาและอวัจนภาษา หรือการสื่อความหมายผ่านสื่อในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุเป้าหมายในการสื่อสาร (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564 : ออนไลน์)) และการศึกษาในโลกยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง ณัฏฐาภรณ์ ฐิติพัทธกุล (2564 : ออนไลน์) กล่าวว่าเมื่อมองย้อนกลับไปเพียง 10 ปี การเรียนจะเน้นในห้องเรียนเป็นจุดศูนย์กลาง ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน แต่ขณะนี้ในสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากมาย ปัญหาของการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันคือการศึกษาที่ถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทำให้อาจารย์ในยุคเก่าต้องปรับตัวให้เท่าทันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีให้ทันเพราะในปัจจุบันนี้นักเรียนสนใจเรียนรู้เรื่องใด สิ่งแรกที่นักเรียนจะทำคือการค้นหาผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีข้อมูลให้เข้าได้จากทั่วโลกได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ออนไลน์ได้ทุกหัวข้อและเข้าถึงข้อมูลจากทั่วโลก เรียนด้วยตนเองได้ทุกที่ ทุกเวลาทั้งบนมือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบัน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564 : ออนไลน์) กำลังพัฒนาหลักสูตรที่เน้นสมรรถนะหลักของนักเรียนตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช.... ซึ่งสมรรถนะหลักแบ่งเป็น 6 สมรรถนะ โดยกำหนดให้เป็นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นความสามารถติดตัวเมื่อจบการศึกษา มีลักษณะเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิชา สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นสมรรถนะที่มีลักษณะไม่ขึ้นกับเนื้อหาสาระของศาสตร์ใด ๆ อย่างไรก็ตามสมรรถนะหลักโดยตัวมันเองไม่ได้ปราศจากความรู้ แต่ความรู้ที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะหลักจะเป็นองค์ความรู้เชิงกระบวนการ ซึ่งเป็นชุดของขั้นตอนหรือการปฏิบัติเพื่อดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายของสมรรถนะนั้น ๆ เป็นได้ทั้งกระบวนการที่ใช้เฉพาะศาสตร์หรือบูรณาการข้ามศาสตร์ โดยสมรรถนะที่สำคัญของนักเรียนอย่างหนึ่งคือสมรรถนะการสื่อสาร ซึ่งการเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสารเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนสามารถสื่อสารระหว่างบุคคลหรือไปยังบุคคลอื่นได้อย่างดี

เทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ในการส่งเสริมสมรรถนะการสื่อสารได้ โดยเฉพาะในลักษณะ 3 มิติคือ AR ซึ่งจิราภรณ์ ปกรณ์ (2561 : ออนไลน์) กล่าวว่า AR หรือ **Augmented Reality** เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมสารสนเทศเสริมในโลกแห่งความเป็นจริงได้ ทั้งภาพ 3 มิติและภาพวิดีโอบนอุปกรณ์ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและน่าสนใจขึ้น สื่อการเรียนรู้ AR สามารถนำมาใช้ในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนขึ้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีในปัจจุบันเข้ากับเนื้อหาวิชาเคมี ซึ่งหากมีสื่อการเรียนรู้ที่ดี จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นและสามารถไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ได้ โดยในรายวิชาเคมี 5 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเคมีอินทรีย์ที่เน้นเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างของสาร รูปร่างโมเลกุลและมีหมู่ฟังก์ชันที่หลากหลาย แต่มีหลายหมู่ฟังก์ชันที่มีรูปร่างคล้ายคลึงกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนอยู่บ่อยครั้งทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีด้วยเทคโนโลยี AR โดยหลักการของเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้ประกอบด้วยรูปภาพหรือตัวหนังสือทำหน้าที่เป็นตัว **marker** สำหรับการกำหนดจุดเพื่อให้กล้องหรืออุปกรณ์จับภาพที่ทำหน้าที่อ่านภาพนั้น ๆ และมีส่วนแสดงผลซึ่งอาจเป็นจอคอมพิวเตอร์ จอแท็บเล็ต หรือจอโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และแอปพลิเคชัน

เมื่อมีเครื่องมือที่ดีที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารให้กับนักเรียนแล้ว ที่ขาดไม่ได้คือการพัฒนาครู โดยผ่านการจัดอบรมการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการใช้งานสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อให้ครูที่มีหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอด จะสามารถถ่ายทอดโดยใช้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่เข้าถึงนักเรียนซึ่งมีหน้าที่เป็นผู้รับสารได้ดีมากยิ่งขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม โดยพัฒนา

เป็นแอปพลิเคชัน CHEM AR และจัดอบรมครูเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างไรให้เข้าใจและเข้าถึงผู้เรียน รวมทั้งอบรมการใช้งานแอปพลิเคชัน CHEM AR ให้ครูนำไปใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของนักเรียนต่อไป โดย Hoffer, George, and Valacich (n.d. : 21) กล่าวว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจทางด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน และเพิ่มความสามารถในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บุคลากรมีความชำนาญในงานของตนเอง

ดังนั้น หากมีขั้นตอนในการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมย่อมเป็นผลดีของการศึกษาไทยที่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างชัดเจน ซึ่งรัตนะ บัวสนธ์ (2552 : 124 อ้างใน วาโร เฟิงสวัสดิ์, 2553 : 1-15) ได้ให้ความหมายของรูปแบบจำแนกออกเป็น 3 ความหมาย ดังนี้ 1) แผนภาพหรือภาพร่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ยังไม่สมบูรณ์เหมือนของจริง 2) แบบแผนความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่รู้จักกันในชื่อที่เรียกว่า “Mathematical Model” และ 3) แผนภาพที่แสดงถึงองค์ประกอบการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รูปแบบในความหมายนี้บางทีเรียกกันว่าภาพย่อส่วนของทฤษฎีหรือแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น รูปแบบการสอน รูปแบบการบริหาร รูปแบบการประเมิน เป็นต้น ดังนั้น อาจสรุปได้ว่ารูปแบบ หมายถึง แนวทางการดำเนินงาน กรอบวิธีปฏิบัติหรือแนวคิด หลักการ การดำเนินงาน และเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นำมาถือปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมสื่อการเรียนรู้ AR รายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรมยูนิตีทรีดีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ มาจัดการเรียนรู้
3. เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ด้วยโปรแกรมยูนิตีทรีดีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี

ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบ R & D (Research and Development) ในรูปแบบผสมผสาน (Mixed Method) แบบแผนแบบขั้นตอนเชิงอธิบาย (กันต์ฤทัย คลังพล, 2563 : 235-256) แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ระยะที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อ ด้วยโครงการอบรมและประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริกด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และระยะที่ 3 ผลลัพธ์ การสร้างรูปแบบและประเมินคุณภาพรูปแบบโดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อเก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

ระยะที่ 1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 47 คน เนื่องจากประชากรมีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์เพียงห้องเดียว จึงใช้ประชากรเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 2 ครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนรายวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สังกัดกรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ด้วยวิธีการเปิดรับสมัครครูที่มีความสนใจการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ จำนวน 50 คน

ระยะที่ 3 ผลลัพธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา การพัฒนารูปแบบ ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling)

2. เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ จำนวน 43 โครงสร้าง ประเมินสื่อการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และนำไปหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของสื่อการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ ด้วยโครงการฝึกอบรมการนำเสนอ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

1) คู่มือประกอบการอบรมหัวข้อ “การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” ประเมินสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คุณภาพของสื่อมีค่าเท่ากับ 4.84 แปลผลระดับมากที่สุด

2) แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยศึกษาและสังเคราะห์มาจากเกณฑ์สมรรถนะหลัก เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นคำถาม นำมาคำนวณค่า IOC ได้เท่ากับ 1.00 เมื่อทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบและนำผลประเมินมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคพบว่ามีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3) แบบประเมินโครงการฝึกอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 แบบประเมินปฏิกิริยา (Reaction) ด้านที่ 2 แบบประเมินการเรียนรู้ (Learning) ด้านที่ 3 แบบประเมินพฤติกรรม (Behavior) และด้านที่ 4 แบบประเมินผลลัพธ์ (Results) เป็นแบบสอบถามโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา และคำนวณค่า IOC ของแบบสอบถาม ได้เท่ากับ 1.00 เมื่อนำแบบประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบและนำผลประเมินมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคพบว่ามีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

จากนั้นเปิดรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าอบรมจำนวน 50 คน ทดสอบสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ก่อนการอบรมด้วยแบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ทดสอบสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมด้วยแบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ เมื่อจัดอบรมเสร็จสิ้น ประเมินผลโครงการฝึกอบรมหัวข้อ “การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” โดยเก็บข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรมจำนวน 50 คน ตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับในการประเมิน

ระยะที่ 3 ผลลัพธ์ นำผลการศึกษาจากระยะที่ 1 และระยะที่ 2 มาสังเคราะห์รูปแบบในลักษณะแผนภาพขั้นตอนในการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรม เครื่องมือคือประเด็นคำถามในการสนทนากลุ่ม จำนวน 12 ข้อ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม และนำมาคำนวณค่า IOC พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 จากนั้นปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เชิญผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบ จำนวน 10 ท่าน ร่วมสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน แล้ววิเคราะห์ภาพรวมและคุณภาพของรูปแบบ โดยใช้ประเด็นคำถามในการประเมินรูปแบบด้วยการประเมินตามมาตรฐานที่กำหนด จำนวน 4 มาตรฐาน ได้แก่

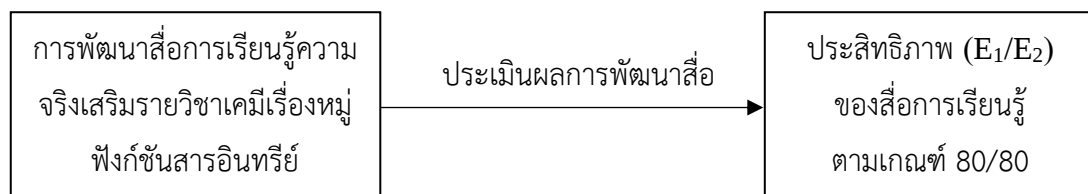
มาตรฐานความเป็นไปได้มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ มาตรฐานด้านความเหมาะสม และมาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ นำข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียน ไปหาค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และค่าร้อยละ และคำนวณประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของสื่อการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 จากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างอบรมและแบบทดสอบหลังอบรม และ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ประเมินผลการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารด้วยสถิติทดสอบที เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังอบรม

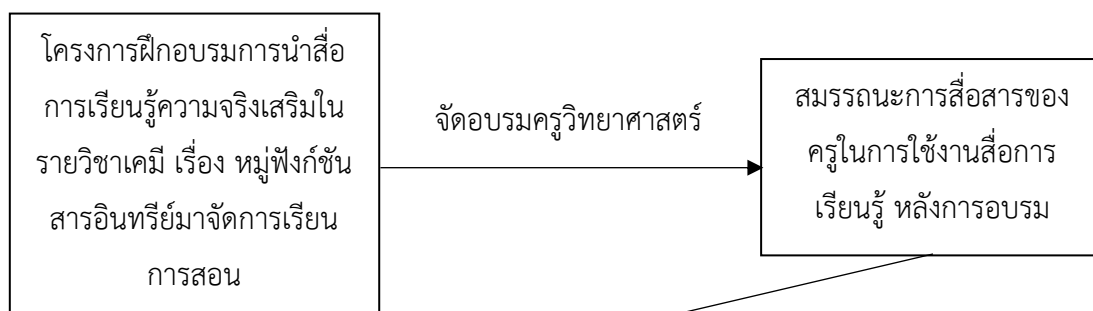
กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การเสริมสร้างศักยภาพพนักงนการผลิตภัณฑลอดสาร: หมู่บ้านหม้อแกงทอง มีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

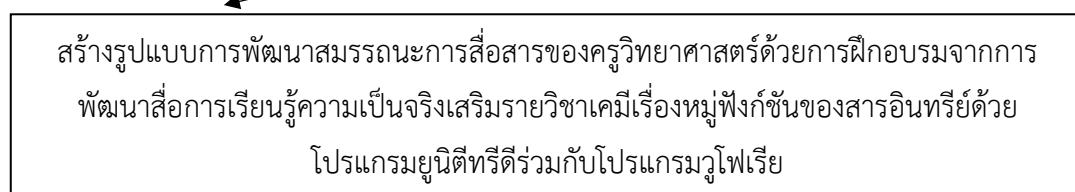
ระยะที่ 1



ระยะที่ 2



ผลลัพธ์



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ โดยใช้โปรแกรมยูนิตีทรีร่วมกับโปรแกรมวูโฟเรีย

1) สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์จำนวน 43 โครงสร้าง โดยวาดภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรมวูโฟเรียและนำมาสร้าง เป็นสื่อความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรมยูนิตีทรี และสร้างแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการไอโอเอส และ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2) คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม

ประเมินสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 มีคุณภาพเหมาะสมใน ระดับมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีคุณภาพของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

	รายการประเมิน	$\bar{X}$	ความคิดเห็น
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	การแสดงผลชัดเจน	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
3	การเข้าใช้งานแอปพลิเคชันรวดเร็ว	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
4	การสื่อความหมายของสื่อการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	ความแตกต่างของโครงสร้างที่สามารถแยกได้อย่างชัดเจน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6	ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	ประโยชน์ในการนำไปใช้ประกอบการสอน	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.86	เหมาะสมมากที่สุด

3) ประสิทธิภาพ E1/E2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

สื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.28/81.60 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพ E1/E2 ของสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)	ประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E2)
เกณฑ์มาตรฐาน	80	80
ผลการวิเคราะห์	90.28	81.60
แปลผล	สูงกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์

ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นั้น มีประสิทธิภาพ E1/E2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ระยะที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์

1) การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทดสอบสมรรถนะการสื่อสารของครูก่อนและหลังการอบรมเพื่อประเมินผลของโครงการอบรม โดยสามารถแสดงผลการวิจัยดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ ก่อนอบรมและหลังอบรม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	S.D.	t stat	t critical	df	Sig
ก่อนเรียน	52	1.78	0.14	67.12*	1.68	51	0.000
หลังเรียน	52	4.78	0.33				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติทดสอบแบบที่ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel พบว่า $t \text{ Stat} > t \text{ Critical}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 และ $P(T \leq t) \text{ one-tail} < 0.01$ ปฏิเสธ H_0 จากค่า $t \text{ Stat}$ และค่า p ข้างต้นแปลผลว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนไม่แตกต่างกันดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_1 : ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าครูวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะการสื่อสารหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรม

2) การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก

การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าอบรมประเมินโครงการอบรมมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้าน เท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับที่ 1: การประเมินความพึงพอใจของครู (Reaction) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 แปลผลได้ว่าครูพึงพอใจมากที่สุด โดยมีระดับมากที่สุดในทุกข้อที่ประเมิน

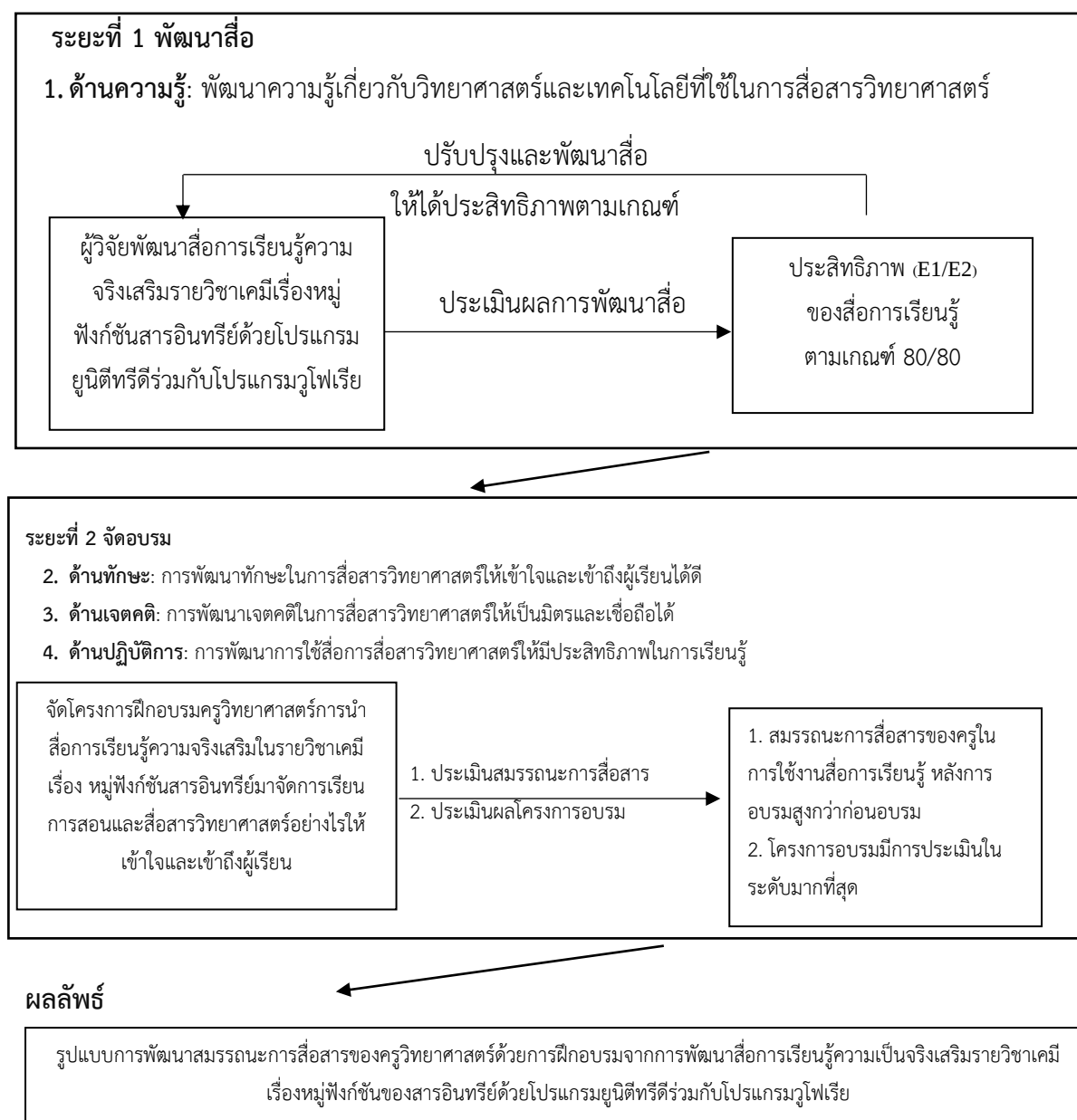
ระดับที่ 2: การประเมินการเรียนรู้ (Learning) ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเรื่องหมูฟังก์ชันของสารอินทรีย์ในการประเมินทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริม จำนวน 25 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน โดยประเมินก่อนอบรมเท่ากับ 11.66 คะแนน (ร้อยละ 38.87) และหลังอบรมได้เท่ากับ 25.84 คะแนน (ร้อยละ 86.13) พบว่า ครูมีทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรม

ระดับที่ 3: การประเมินพฤติกรรม (Behavior) โดยนำความรู้เกี่ยวกับ AR และการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 แปลผลในระดับมากที่สุด

ระดับที่ 4: การประเมินผลลัพธ์ (Results) เกี่ยวกับสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 แปลผลในระดับมากที่สุด

ระยะที่ 3 ผลลัพธ์ การสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี

ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ และแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรม

4.3.2 การประเมินคุณภาพรูปแบบโดยใช้กระบวนการกลุ่ม (Focus group)

ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบ จำนวน 10 ท่าน ร่วมสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบ จากการสนทนากลุ่ม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ในการประเมินรูปแบบตามมาตรฐานที่กำหนด 4 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานความเป็นไปได้ มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ มาตรฐานด้านความเหมาะสม และมาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม สรุปได้ดังนี้

1. มาตรฐานความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) รูปแบบมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้งานจริง สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้วิจัยได้ โดยอาจจะนำไปปรับเนื้อหาจากเรื่องหม่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์เป็นเนื้อหาเรื่องอื่น มีความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีและแนวคิดที่ทันสมัยเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน

2. มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) รูปแบบเป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน และจะส่งผลไปยังนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องทำครบทุกกระยะ แต่สามารถแบ่งขั้นตอนนำไปใช้ปฏิบัติได้ โดยสามารถพัฒนาได้ทั้งครูและนักเรียนไปพร้อมกันได้ การสร้างสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมมีการสร้างเนื้อหาแบบเป็นระบบ ทำให้ให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะการเรียนรู้ในทางเคมีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3. มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) รูปแบบมีการออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในช่วงอายุเป้าหมาย ทันสมัย ใช้สื่อการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนได้อย่างดี ทำให้เนื้อหาที่ยากสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น

4. มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) รูปแบบมีข้อมูลและเนื้อหาถูกต้องและเชื่อถือได้ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและเนื้อหา ก่อนนำไปใช้ในการอบรมมีความสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และสารสนเทศที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

จากการสนทนากลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอวิธีการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้และการจัดอบรมให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน โดยเน้นให้มีการตรวจสอบและปรับปรุงเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงของความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบัน การใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และการประมวลผลข้อมูล (Data Processing) เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมและน่าสนใจสำหรับผู้เรียน รวมถึงการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ที่ทันสมัยและเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน เช่น Coursera, edX, Udacity และอื่น ๆ ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลายและคุณภาพสูง ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง นอกจากนี้ยังควรมีการเข้าใจและนำเทคโนโลยีในการเรียนรู้เข้าไปในการจัดอบรม โดยการใช้ Virtual Reality (VR) เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้ในวิชาเคมีได้อย่างเต็มที่ โดยไม่จำเป็นต้องออกไปสถานที่จริง ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

1) สื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ โดยใช้โปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟเรีย

สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดีมาก เนื่องจากการใช้โปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟเรียในการสร้างสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมหรือ AR เพื่อส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์และสามารถนำเสนอให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างถูกต้อง โดยเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้ได้รับการออกแบบโดยให้เน้นการเรียนรู้แบบเข้าใจและสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพในคู่มือ และภาพสามมิติที่สามารถหมุนโครงสร้างได้จากการแสดงผลในหน้าจออุปกรณ์ เพื่อเพิ่มความสนใจและให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของกรณิกา เงินบุตรโคตรและคณะ (2565 : 441-453) ได้พัฒนาสื่อ AR เรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker สื่อความเป็นจริงเสริมมีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\mu=4.91$) 2) นักเรียนที่ใช้สื่อมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 21.50 และประสิทธิภาพของสื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าเกณฑ์ (85/85) ที่กำหนด E_1/E_2 เท่ากับ 90.73/85.25 เพราะสื่อ AR ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นรูปร่างโมเลกุลของสารอินทรีย์ในแต่ละหมู่ฟังก์ชันในลักษณะ 3 มิติ ที่ระบุสีเฉพาะของธาตุเหมือนกัน และสามารถทำให้ภาพ 2 มิติในกระดาษแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติ ที่สามารถหมุนภาพได้ นักเรียนจะมองเห็นภาพได้รอบด้านสามารถสังเกตหมู่ฟังก์ชันได้ชัดเจน เป็นการดึงดูดนักเรียนให้สามารถจดจ่ออยู่กับสิ่งที่เห็นอยู่ตรงหน้า และทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะสูตรโครงสร้างของหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น กรดอินทรีย์ คีโตน และเอสเทอร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ฐณาพัชร วรพงศ์พัชร และคณะ (2565 : 26-38.) ได้ใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยใช้โปรแกรมยูนิทรีตีแบ่งฟังก์ชันการทำงานเป็น 3 เมนูหลัก ได้แก่ เมนูสแกน เมนูแนะนำ เมนูสาธิต และสื่อการเรียนรู้นี้ใช้ควบคู่กับหนังสือเออาร์ เรื่องระบบสุริยะ ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยภาพรวมอาจเป็นด้านรูปแบบลักษณะของสื่อการเรียนรู้ตัวอักษรอ่านง่ายชัดเจน รูปแบบสวยงามน่าสนใจ กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยเปิดโอกาสให้ได้ตอบกับสื่อได้ มีกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้สนุก เพลิดเพลิน น่าสนใจ

2) การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโครงการฝึกอบรม

2.1) การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์

โครงการอบรมเป็นการสนับสนุนและเสริมสร้างศักยภาพครูในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เน้นให้ครูเรียนรู้การนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม และอบรมด้วยสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสูง ซึ่งสามารถเพิ่มความเข้าใจและความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถสื่อสารและเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนได้อย่างมี

ประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย และช่วยเพิ่มความสามารถของครูในการสื่อสารไปยังนักเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยดวงใจ สีเขียว และคณะ (2565 : 223-247) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับครูประถมศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน ซึ่งผลการทดลองใช้หลักสูตรสะท้อนว่าสามารถพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูได้ และผู้เข้าร่วมการอบรมมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมในระดับมากที่สุด เนื่องมาจากหลักสูตรฝึกอบรมมีกิจกรรมแบบ face-to-face ในขั้น Teacher as Learner ที่ให้ครูได้ทำกิจกรรมกลุ่มและฝึกการพัฒนาสมรรถนะการคิดขั้นสูง รวมทั้งได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และมีความตื่นตัวในการทำกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนด

2) การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก

การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าอบรมประเมินโครงการอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้ ครูมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกข้อที่ประเมิน เพราะในการจัดอบรมครั้งนี้หัวข้ออบรมมีความน่าสนใจ ทันสมัย เนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการ วิทยากรมีความรู้ มีเทคนิคในการถ่ายทอด สื่อและกิจกรรมในการอบรมมีความเหมาะสม อาหารและเครื่องดื่มรวมทั้งการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เข้าอบรมเพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้รู้สึกถึงบรรยากาศที่ดี สำหรับการเรียนรู้ของครูนั้น ครูมีทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรม เพราะว่าเมื่อครูได้ใช้สื่อ AR ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ทำให้ครูสามารถมองเห็นโครงสร้างของสารอินทรีย์ได้อย่างชัดเจน เมื่อทำแบบทดสอบจึงมีคะแนนประเมินทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าก่อนการอบรม ครูมองเห็นถึงการนำสิ่งที่ได้จากการอบรมไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนของครู เพื่อสื่อสารไปยังนักเรียนให้ได้มากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะเข้าใจในเนื้อหารายวิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชันที่ครูสอนได้ง่ายขึ้น ดังนั้น เมื่อครูผ่านการอบรมแล้วครูสามารถรับสารผ่านสื่อที่หลากหลายรูปแบบและสามารถนำสารที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาตนเอง ชุมชน หรือสังคมได้ และสามารถสื่อสาร และสร้างความเข้าใจในสื่อการเรียนรู้แก่นักเรียน ใช้กลยุทธ์ในการผลิตสื่อและสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจารณญาณเพื่อสร้างความเข้าใจโดยคำนึงถึงความแตกต่างในทุกมิติด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม และการสร้างสังคมที่พัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการประเมินโครงการทำให้ทราบว่าครูที่เข้าร่วมการอบรมมีความพึงพอใจต่อการอบรมและได้รับประโยชน์จากการอบรมอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง (2565 : 197-212) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรม พบว่า ครูผู้สอนมีคะแนนด้านความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนด้านทักษะการปฏิบัติของครูผู้สอน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมากอาจเป็นเพราะมาจากการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ครูที่เข้ารับการฝึกอบรมได้พัฒนาทักษะการออกแบบนวัตกรรม

3) การสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรีเป็นรูปแบบเชิงข้อความ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ 2) ด้านทักษะ 3) ด้านเจตคติ และ 4) ด้านปฏิบัติการ เน้นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมี โดยใช้โปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี และฝึกอบรมผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูในการสอนวิชาเคมี โดยทำให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะการเรียนรู้ในทางเคมีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบนี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานจริง และครูสามารถปรับเนื้อหาจากเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์เป็นเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ได้ และมีความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีและแนวคิดที่ทันสมัยและเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน

เมื่อประเมินคุณภาพรูปแบบโดยใช้กระบวนการกลุ่ม (Focus group) รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกอบรมจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมรายวิชาเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรมยูนิทรีตีร่วมกับโปรแกรมมูฟฟรี มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้งานจริง สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้วิจัยได้ โดยอาจจะนำไปปรับเนื้อหาจากเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์เป็นเนื้อหาเรื่องอื่น และมีความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีและแนวคิดที่ทันสมัยและเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน เป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน และจะส่งผลไปยังนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องทำครบทุกระยะ แต่สามารถแบ่งขั้นตอนนำไปใช้ปฏิบัติได้ โดยสามารถพัฒนาได้ทั้งครูและนักเรียนไปพร้อมกันได้ การสร้างสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมมีการสร้างเนื้อหาแบบเป็นระบบ ทำให้ให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะการเรียนรู้ในทางเคมีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีการออกแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในช่วงอายุเป้าหมาย ทันสมัย ใช้สื่อการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนได้อย่างดี ทำให้เนื้อหาที่ยากสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น และมีข้อมูลและเนื้อหาถูกต้องและเชื่อถือได้ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการอบรมมีความสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และสารสนเทศที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ รูปแบบนี้มีประโยชน์ต่อครูในหลายด้าน เช่น 1.เพิ่มประสิทธิภาพการสอน 2. ลดความซับซ้อนในการเรียนรู้ 3.เพิ่มความน่าสนใจในการเรียนรู้ และ 4. สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยพีระศักดิ์ กิ่งพุ่ม และ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2566 : 1-15) พัฒนารูปแบบการสอนบนเว็บ ด้วยวิธี STEM Education เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ในสถาบันการพลศึกษา พบว่า รูปแบบการสอนบนเว็บด้วยวิธี STEM Education เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล โดยมีส่วนสำคัญคือ ในทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียน ได้คิด ได้ทำผ่านกระบวนการกลุ่ม

เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในระดับที่เหมาะสมมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเนื่องมาจากการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจของตนเองและเป็นกิจกรรมที่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ โดยมีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

- 1) การพัฒนารูปแบบมาจากการวิจัยในระยะที่ 1 และ 2 ดังนั้น รูปแบบอาจมีความเหมาะสมตามบริบทของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง
- 2) ในการพัฒนาครุอาจจัดทำในรูปแบบออนไลน์ควบคู่กับออนไลน์เพื่อเพิ่มโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้นได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการปรับการใช้เครื่องมือและทรัพยากรการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารและการเรียนรู้ความเป็นจริงในรายวิชาเคมี
- 2) สร้างแผนการอบรมที่เข้าถึงกระบวนการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ได้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- 3) เพิ่มคำถามวิจัยเพื่อเสริมความเข้าใจและแนวทางการพัฒนาการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ รวมถึงการศึกษารณศึกษาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอแนวทางและเครื่องมือที่มีผลต่อการสื่อสารและการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิกา เงินบุตรโคตร, พิศพงศ์ บุญฤกษ์ และนุสรา มุหะหมัด. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 14 (1), 441-453.
- กันต์ฤทัย คลังพล. (2563). การวิจัยแบบผสมวิธี. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 14 (1), 235-256.
- จิราภรณ์ ปกรณ์. (2561). “AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกแห่งความจริง”. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2566. แหล่งที่มา: <https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality>

- ณฐาพัชร วรพงศ์พัชร และคณะ. (2023). ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองขวาง จังหวัดตราด. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*. 5 (2), 26-38.
- ณรินทร์สสร ฐิติพัทธกุล (2564). Education 2030 - อนาคตการศึกษาในอีก 10 ปีข้างหน้า. *ออนไลน์*. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2564. แหล่งที่มา: <https://www.disruptignite.com/blog/education2030>
- ดวงใจ สีเขียว, ลัดดา หวังภษิต และ สุมาลี เชื้อชัย. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับครูประถมศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 13 (1), 223-247.
- พีระศักดิ์ กิ่งพุ่ม และ ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2566). การพัฒนารูปแบบการสอนบนเว็บ ด้วยวิธี STEM Education เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ในสถาบันการพลศึกษา. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ*. 15 (1), 1-15.
- วัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรม สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พื้นที่นวัตกรรมการศึกษาภาคตะวันออก. *วารสารครูพิบูล*. 9 (2), 197-212.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2553). การวิจัยพัฒนารูปแบบ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 2 (4), 1-15.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). สมรรถนะการสื่อสาร. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2565. แหล่งที่มา: <https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/สมรรถนะหลัก-6-ประการ/สมรรถนะการสื่อสาร/>
- Hoffer, A., George, F.J., & Valacich, S.T. (n.d.). *Modern system analysis and design*. Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.