

การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHER'S COMMUNICATION COMPETENCY THROUGH TRAINING PROGRAMS USING CHEMISTRY AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA IN FUNCTIONAL GROUP OF ORGANIC SUBSTANCES

นุสรา มุหะหมัด¹, พีรพงศ์ บุญฤกษ์^{2*}, กรรณิกา เงินบุตรโคตร³

Nussara Muhamad¹, Pheeraphong Bunroek^{2*}, Kannika Ngoebudkote³

^{1,2,3} โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

^{1, 2, 3} Wat Phrasimhadhat Secondary Demonstration School, College of Teacher Education, Phranakhorn Rajabhat University, Thailand.

*Corresponding Author E-mail : pheeraphong@pnru.ac.th

Received: September 18, 2023; Revised: November 20, 2023; Accepted: November 30, 2023

บทคัดย่อ

การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยโครงการอบรม เป็นเรื่องสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการฝึกอบรม และ 2) เพื่อประเมินผลโครงการฝึกอบรม งานวิจัยนี้เป็นแบบการวิจัยและพัฒนาแบบผสมผสาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือประกอบการอบรม แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์และแบบประเมินโครงการตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน กลุ่มตัวอย่างคือครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนรายวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับมัธยมศึกษา ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ด้วยวิธีการเปิดรับสมัครครูที่มีความสนใจ จำนวน 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ประเมินผลการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ครูวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะการสื่อสารหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) ผลการประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริกทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.76, S.D.= 0.33)

คำสำคัญ: การฝึกอบรม, สมรรถนะการสื่อสาร, สื่อความเป็นจริงเสริม

ABSTRACT

The development of science teacher's communication skills through training programs was an important matter that had an impact on the quality of learning for students in the fields of science and technology. The objectives of this research were 1) to develop the communication skills of science teachers through training programs, and 2) to evaluate the results of the training program. The research was mixed-methods design. The research tools used were the training manual, a communication skills assessment form for science teachers, and an evaluation form based on Kirkpatrick's four-level model. The sample group consisted of 50 purposively selected science teachers who taught chemistry and general science at the secondary school level and who expressed interest in participating in the program. Data analysis involved finding the mean (\bar{X}) and standard deviation (S.D.) and using the t-test for dependent samples to evaluate the results of the program. **The research results revealed that:** 1) Science teachers had higher communication skills after the training program than before, in the context of using AR learning media to reinforce learning in the important topic of organic compound functional groups, with statistical significance at the .05 level. 2) The program evaluation results according to the Kirkpatrick model's 4 levels were at the highest level (\bar{X} =4.76, S.D.=0.33).

Keywords: Training Program; Communication Skills; Augmented Reality

บทนำ

การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการศึกษาในโลกยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง เพราะการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำให้สมรรถนะการสื่อสารของครูดีขึ้นและรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ ณัฐวัฒน์ สฐิตพิทักษกุล (2564) กล่าวว่าเมื่อมองย้อนกลับไปที่เพียง 10 ปี การเรียนที่เน้นในห้องเรียนเป็นจุดศูนย์กลาง ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน หรือนักเรียนสอบถามงานจากเพื่อนทางโทรศัพท์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยในระบบอินเทอร์เน็ตยังไม่แพร่หลาย ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตเหมือนในปัจจุบัน ขณะนี้มีหลายอย่างในสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ปัญหาของการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันคือการเรียนที่ถูแทนที่ด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในปัจจุบัน ทำให้อาจารย์ในยุคเก่าต้องปรับตัวให้เท่าทันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเพราะในปัจจุบันนี้หากนักเรียนสนใจเรียนรู้เรื่องใด สิ่งแรกที่นักเรียนจะทำคือการค้นหาผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีข้อมูลให้เข้าถึงจากทั่วโลกได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ออนไลน์ได้ทุกหัวข้อและเข้าถึงข้อมูลจากทั่วโลก การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นเสมือนการเร่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงให้เข้าสู่สังคมยุคใหม่ที่ต้องมีการใช้เทคโนโลยีมากขึ้นอย่างมาก และหากมองไปอีก 10 ปีข้างหน้าย่อมมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดและอาจคาดไม่ถึงก็เป็นได้ ไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงสำหรับการใช้เทคโนโลยี แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบของสังคมโลก โดยการศึกษาของเยาวชนคนนั้นจะหยุดอยู่กับที่หรือพัฒนาไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกย่อมเป็นสิ่งที่ไม่ควรเกิดขึ้น เมื่อมีจัดการจัดการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงไป ปัญหาของการสื่อสารของครูในปัจจุบันนั้นเกิดขึ้นเมื่อครูต้องถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระจะไปให้กับนักเรียนทางเดียวโดยไม่มีครูโต้ตอบ หรือครูไม่ปรับกระบวนการเรียนการสอนให้ทันสมัย โดยทักษะการสื่อสารของครูย่อมต้องปรับให้ทันโลกยุคใหม่เพื่อให้สามารถสื่อสารไปถึงผู้เรียนได้ดีมากขึ้น ในปัจจุบันการเข้าถึงสื่อ ความรู้ เป็นไปโดยง่าย สื่อสังคมออนไลน์มีหลากหลายช่องทาง นักเรียนสามารถรับสารจากการสื่อสารของครูผ่านทางอื่นได้อีกด้วย โดยจุมพล เหมะศรีรินทร์ (2552) ได้ให้ความหมายของการสื่อสาร

วิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการถ่ายทอดข่าวสาร เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้รับเข้าใจ และเกิดการวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล รวมทั้งตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบัน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) ได้พัฒนาหลักสูตรที่เน้นสมรรถนะหลัก (Core Competencies) ของนักเรียนตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ซึ่งสมรรถนะหลักแบ่งเป็น 6 สมรรถนะ โดยกำหนดให้เป็นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นความสามารถติดตัวเมื่อจบการศึกษา มีลักษณะเป็นสมรรถนะข้ามสาระการเรียนรู้หรือการบูรณาการระหว่างศาสตร์ สาขาวิชา สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ พัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้สาระต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เป็นสมรรถนะที่มีลักษณะไม่ขึ้นกับเนื้อหาสาระของศาสตร์ใด ๆ การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต้องเน้นที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการค้นพบความรู้และกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนสามารถ ปฏิบัติไปพร้อมกับการเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้หลังจากการเรียนรู้ และวิธีที่จะทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติไปพร้อมกับการเรียนรู้ ได้นั้นคือการสร้างสื่อการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคโนโลยีในยุคปัจจุบันที่ทันสมัย สามารถดึงดูดความสนใจจากนักเรียน และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือศึกษาด้วยตนเองโดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำตามหลักการของการเรียนรู้เชิงรุก สื่อการ เรียนรู้ที่สามารถพานักเรียนไปค้นหาความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพคือสื่อที่สามารถแสดงผลในรูปแบบสามมิติ ซึ่งศิริรัตน์ พริกสี (2556) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ได้เริ่มนำนวัตกรรมเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) หรือ เทคโนโลยีความจริงเสริม มาใช้กับการเรียนการสอน ตั้งแต่ปี 2556 โดยเริ่มพัฒนาเป็นสื่อในหนังสือเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพจาก 2 มิติ เป็น 3 มิติ เสริมสร้างความเข้าใจและการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งครูต้องใช้วิธีการ สื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยและดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น

ในการพัฒนาสมรรถนะของครูผ่านกระบวนการฝึกอบรมนั้น ย่อมเกิดผลดีต่อครูที่เข้ารับการอบรม เพราะครูจะได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เป็นรูปแบบการอบรมแบบพิเศษที่จัดขึ้นเพื่อพัฒนา สมรรถนะ โดยออร์จันิ ธ ตะกั่วทุ่ง และพร้อมภัก บึงบัว (2562) ได้พัฒนาระบบพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรทางการ ศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) คน: บุคลากรของหน่วยงานรับผิดชอบหลักและรอง และ บุคลากรของหน่วยงานภายนอก 2) นโยบาย ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ 3) หลักสูตร: แผนการฝึกอบรมออนไลน์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล และ 4) เทคโนโลยีสารสนเทศ: การฝึกอบรมออนไลน์สำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษา ขั้นตอนการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนด นโยบาย ยุทธศาสตร์ และการพัฒนากลยุทธ์ด้านการฝึกอบรมออนไลน์ 2) การกำหนดเป้าหมายการฝึกอบรมออนไลน์ 3) การวางแผนดำเนินงานด้านการฝึกอบรมออนไลน์ 4) การเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากร เทคโนโลยี และเทคโนโลยี สารสนเทศ 5) การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ 6) การพัฒนาระบบฝึกอบรมออนไลน์ 7) การเตรียมความพร้อมและให้ ความช่วยเหลือผู้เข้ารับการฝึกอบรมออนไลน์ และ 8) การวัดและประเมินผลความสำเร็จในการฝึกอบรมออนไลน์

เมื่อการจัดอบรมเสร็จสิ้น ผู้จัดการอบรมย่อมต้องการรู้ว่าผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมนั้นนำสิ่งที่ได้เรียนรู้กลับไปใช้ ประโยชน์หรือใช้งานได้หรือไม่ การนำความรู้หรือทักษะที่ได้รับจากการฝึกอบรมนั้นไปใช้ในการทำงานหรือประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ในงานของตนหรือไม่ การประเมินผลการฝึกอบรมของเคิร์กแพทริก (Kirkpatrick) หรือเรียกว่า Kirkpatrick Model สามารถตอบคำถามเหล่านี้ได้ และยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้รับการฝึกอบรมได้เรียนรู้และจะสามารถปรับปรุงการ เรียนรู้ต่อไปในอนาคตได้มากน้อยเพียงใดเพิ่มเติมอีกด้วย การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก ประกอบด้วย การประเมินตามลำดับ 4 ลำดับ ดังนี้ ปฏิกริยา (Reaction), การเรียนรู้ (Learning), พฤติกรรม (Behavior) และ ผลลัพธ์ (Result) (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงคาร, 2563)

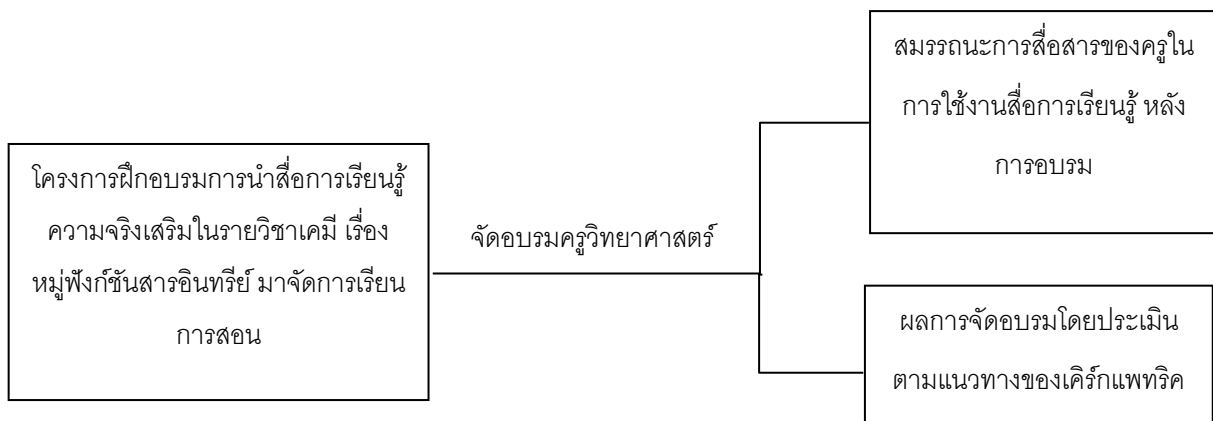
ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันเข้ากับเนื้อหาวิชาเคมี ซึ่งหากมีสื่อการเรียนรู้ที่ดี จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นและสามารถไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ได้ และการที่ครูจะสามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างทันสมัย เหมาะสมกับเทคนิค ก็ควรที่จะได้รับการอบรมเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เพื่อไปพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของตนเองก่อน และนำเทคโนโลยีไปใช้กับนักเรียนเพื่อให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงนักเรียนได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น ผู้วิจัยได้จัดอบรมครูผู้สอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษา เพื่อนำเทคนิคการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และวิธีการใช้แอปพลิเคชัน CHEM AR ในการเรียนการสอน เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ มาจัดการเรียนรู้
2. เพื่อประเมินผลโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ มาจัดการเรียนรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แบบผสมผสาน (Mix Method) มีจุดประสงค์เพื่อใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ โดยผ่านโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกระบวนการอบรมจะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูได้หลังการอบรม และประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริคเพื่อนำผลไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไป



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ครูวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะการสื่อสารสูงขึ้นหลังฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์
2. โครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ มีผลการประเมินในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนรายวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับมัธยมศึกษา สังกัด สำนักงาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สังกัดกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนรายวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับมัธยมศึกษา สังกัด สำนักงาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สังกัดกรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ด้วยวิธีการเปิดรับสมัครครูที่มีความสนใจการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ จำนวน 50 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ โครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ มาจัดการเรียนการสอน

ตัวแปรตาม คือ สมรรถนะการสื่อสารของครูในการใช้งานสื่อการเรียนรู้ และผลการจัดอบรม

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อเตรียมการจัดอบรม การเลือกหัวข้อ อบรม การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. สร้างคู่มือประกอบการอบรมหัวข้อ “การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” โดยแบ่งหัวข้อในการอบรมเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่

หัวข้อที่ 1 การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ระยะเวลาอบรม 6 ชั่วโมง ประกอบด้วยกิจกรรม การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) การใช้งานแอปพลิเคชัน CHEM AR

หัวข้อที่ 2 การจัดการเรียนการสอนและการสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ระยะเวลาอบรม 6 ชั่วโมง ประกอบด้วย กิจกรรม สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้เข้าถึงผู้เรียน การพัฒนาเอกสารประกอบการสอนเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ และการนำแอปพลิเคชัน AR

3. สร้างแบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยศึกษาและสังเคราะห์มาจากเกณฑ์สมรรถนะหลัก เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ
4. สร้างแบบประเมินโครงการฝึกอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริค 4 ด้าน เป็นแบบสอบถามโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (ปียนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563)
5. เปิดรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าอบรมจำนวน 50 คน
6. ประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ก่อนอบรม ใช้เวลาทำแบบประเมิน 30 นาที
7. จัดอบรมโดยใช้คู่มือประกอบการอบรมหัวข้อ “การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” ไปใช้ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง
8. ทดสอบสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมด้วยแบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาทำแบบประเมิน 30 นาที

9. ประเมินผลโครงการฝึกอบรมหัวข้อ “การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” โดยเก็บข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าอบรมจำนวน 50 คน ตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 และแบบทดสอบวัดการเรียนรู้ของครู แบบปรนัย ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

10. วิเคราะห์และสรุปผลการประเมินการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คู่มือฝึกอบรม

คู่มือฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนและการสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ประกอบด้วย

หัวข้อที่ 1 การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ระยะเวลาอบรม 6 ชั่วโมง ประกอบด้วยกิจกรรม การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) การใช้งานแอปพลิเคชัน CHEM AR

หัวข้อที่ 2 การจัดการเรียนการสอนและการสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ระยะเวลาอบรม 6 ชั่วโมง ประกอบด้วย กิจกรรม สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้เข้าถึงผู้เรียน การพัฒนาเอกสารประกอบการสอนเรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ และการนำแอปพลิเคชัน AR

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ประเมินคู่มือการฝึกอบรม ตรวจสอบความถูกต้อง คุณภาพของคู่มือฝึกอบรม เป็นแบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) เมื่อนำความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) คุณภาพของสื่อการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.84 แปลความหมายของค่าเฉลี่ยในระดับมีคุณภาพมากที่สุด

2. แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์

แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการรับสารอย่างมีสติและถอดรหัสเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ด้านที่ 2 ด้านการรับส่งสารบนพื้นฐาน ความเข้าใจ และความเคารพในความคิดเห็นและวัฒนธรรมที่แตกต่างด้านที่ 3 ด้านการเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ประเมินความสอดคล้อง ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ และนำมาคำนวณค่า IOC ได้เท่ากับ 1.00 เมื่อนำแบบประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบและนำผลประเมินมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3. แบบประเมินโครงการฝึกอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก

แบบประเมินโครงการฝึกอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ **ด้านที่ 1 การประเมินความพึงพอใจของครู** เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ **ด้านที่ 2 ประเมินการเรียนรู้ของครู** เป็นแบบทดสอบปรนัยจำนวน 25 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน ที่ค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ (b-index) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และมีความเชื่อมั่นด้วยวิธี Kuder and Richardson Formula 20 (KR-20) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 **ด้านที่ 3 การประเมินพฤติกรรม (Behavior) ของ**

ครู เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 5 ข้อ และ **ด้านที่ 4 ประเมินผลลัพธ์ (Results) เกี่ยวกับสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์** เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 8 ข้อ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ประเมินความสอดคล้อง ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของการจัดการเรียนรู้ และนำมาคำนวณค่า IOC ได้เท่ากับ 1.00 เมื่อนำแบบประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบและนำผลประเมินมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ตามแนวทางของเคิร์กแพทริก 4 ด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ประเมินผลการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยสถิติการทดสอบค่าทีสำหรับสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) เปรียบเทียบระหว่างก่อนการอบรมและหลังการอบรม

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์

การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการอบรมจะช่วยเพิ่มความรู้และทักษะในการสื่อสารของครู ทำให้ครูเข้าใจหลักการและเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารได้มากขึ้น และสามารถนำไปปรับใช้ในการสื่อสารกับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การอบรมเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์จะเน้นการเรียนรู้เรื่องการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นเทคนิคในการสื่อสารที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสื่อสาร และการใช้สื่อการเรียนรู้ AR ภาพถ่าย วิดีโอ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อช่วยในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพสามารถ ผู้วิจัยดำเนินการประเมินสมรรถนะของครูก่อนอบรมและหลังอบรม โดยใช้แบบประเมินแบบประมาณค่า 5 ระดับ ประเมินจำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการรับสารอย่างมีสติและถอดรหัสเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ด้านที่ 2 ด้านการรับส่งสารบนพื้นฐาน ความเข้าใจ และความเคารพในความคิดเห็นและวัฒนธรรมที่แตกต่าง และด้านที่ 3 ด้านการเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร โดยผลการประเมินก่อนและหลังอบรม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการอบรม

| ที่ | รายการประเมิน | ก่อนการอบรม | | | หลังการอบรม | | |
|--|---|-------------|------|------------|-------------|------|-----------|
| | | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| ด้านที่ 1 ด้านการรับสารอย่างมีสติและถอดรหัสเพื่อให้เกิดความเข้าใจ | | | | | | | |
| 1. | ครูสามารถรับสารผ่านสื่อที่หลากหลายรูปแบบโดยปราศจากอคติ เช่น หนังสือเรียน YouTube ของเล่น วิทยาศาสตร์ เว็บไซต์ ฐานข้อมูลต่างประเทศ AR VR ฯลฯ | 2.06 | 0.87 | น้อย | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 2. | ครูสามารถรับสารที่มีความซับซ้อนหรือมีนัยได้ หรือ เป็นสื่อที่ต้องใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ร่วมในการศึกษา เช่น AR VR หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ | 1.06 | 0.31 | น้อยที่สุด | 4.81 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3. | ครูสามารถตีความ เข้าใจ วิเคราะห์ วิพากษ์ สารที่ได้รับจากสื่อที่หลากหลาย มีความซับซ้อนได้ | 1.88 | 0.32 | น้อย | 4.77 | 0.47 | มากที่สุด |

| ที่ | รายการประเมิน | ก่อนการอบรม | | | หลังการอบรม | | |
|-----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| 4. | ครูสามารถนำสารที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาตนเอง ชุมชน หรือสังคมได้ | 1.04 | 0.28 | น้อยที่สุด | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 5. | ครูสามารถทดสอบได้ว่าสารที่ได้รับเป็นประโยชน์จริง หรือที่เป็นไปตามอุดมการณ์ในการนำสารนั้นไปใช้งาน | 1.83 | 0.81 | น้อย | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยด้านที่ 1 | 1.57 | 0.22 | น้อย | 4.82 | 0.37 | มากที่สุด |
| | ด้านที่ 2 ด้านการรับส่งสารบนพื้นฐาน ความเข้าใจ และความเคารพในความคิดเห็นและวัฒนธรรมที่แตกต่าง | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 6. | ครูสามารถสื่อสารกับบุคคลที่มีความต่างอย่างมีสติในชีวิตประจำวันได้ | 1.38 | 0.80 | น้อยที่สุด | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| 7. | ครูสามารถใช้การฟังอย่างลึกซึ้ง (deep listening) หรือการฟังสิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เป็นการฟังเพื่อได้รับความเข้าใจ และข้อมูล และเท่าทันกรอบความคิด ความเชื่อของตนเอง ในบางครั้งไม่ได้หมายถึงการฟังเนื้อหาใจความของคำพูด แต่อาจรวมไปถึงเจตนาของผู้พูด ความรู้สึกของผู้พูดขณะที่กำลังพูด โดยที่เจตนาและความรู้สึกของผู้พูดอาจไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสิ่งที่พูดออกมา | 2.10 | 0.69 | น้อย | 4.62 | 0.53 | มากที่สุด |
| 8. | ครูสามารถรับฟังและเปิดกว้างให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เคารพในความคิดเห็นที่แตกต่างอย่างมีเหตุผล สื่อสาร โดยปราศจากอคติคำนึงถึง ใจเขาใจเรา คำนึงถึงความแตกต่าง ในสังคมที่หลากหลาย | 2.27 | 0.79 | น้อย | 4.77 | 0.43 | มากที่สุด |
| 9. | ครูสามารถสื่อสาร และสร้างความเข้าใจในสื่อการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน | 2.23 | 0.81 | น้อยที่สุด | 4.79 | 0.54 | มากที่สุด |
| 10. | ครูสามารถตอบคำถามและอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน จนนักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ครูต้องการสื่อสารให้นักเรียนเข้าใจ และเข้าถึงความรู้นั้น ๆ ได้ | 1.73 | 0.45 | น้อย | 4.73 | 0.56 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยด้านที่ 2 | 1.85 | 0.35 | น้อย | 4.72 | 0.40 | มากที่สุด |
| | ด้านที่ 3 ด้านการเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 11. | ระบุความแตกต่างระหว่างโลกจริง กับโลกเสมือน รวมทั้งมีมารยาทและจริยธรรมในการสื่อสาร | 1.73 | 0.45 | น้อย | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| 12. | กำหนดจุดมุ่งหมายในการสื่อสาร ผลิตสื่อ และสามารถออกแบบการสื่อสาร ทั้งภาษา ภาพ เสียง ทำทางที่ซับซ้อน ได้อย่างมีศิลปะ และสร้างสรรค์ในการสื่อสารมากขึ้น ให้ | 1.90 | 0.89 | น้อย | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |

| ที่ | รายการประเมิน | ก่อนการอบรม | | | หลังการอบรม | | |
|-----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| | เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เกิดประโยชน์ ทั้งต่อตนเอง กลุ่ม และสังคมของตนเอง | | | | | | |
| 13. | รู้เท่าทันสื่อ รู้จักเลือกใช้และผลิตสื่อ และกลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย | 1.56 | 0.50 | น้อย | 4.87 | 0.34 | มากที่สุด |
| 14. | ใช้การสื่อสารเพื่อสร้างสังคมที่พัฒนา อย่างยั่งยืน | 2.29 | 0.85 | น้อย | 4.87 | 0.345 | มากที่สุด |
| 15. | ใช้กลยุทธ์ในการผลิตสื่อและสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจารณ์ญาณเพื่อสร้าง ความเข้าใจโดยคำนึงถึงความแตกต่าง ในทุกมิติด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม และการสร้างสังคมที่พัฒนาอย่างยั่งยืน | 2.08 | 0.79 | น้อย | 4.75 | 0.44 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยด้านที่ 3 | 1.91 | 0.34 | น้อย | 4.80 | 0.30 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน | 1.78 | 0.14 | น้อย | 4.78 | 0.33 | มากที่สุด |

การอบรมเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาศักยภาพของครูในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ การอบรมดังกล่าวยังช่วยเพิ่มทักษะการสื่อสารไม่เพียงแคในการพูด แต่รวมถึงการฟังและเขียนเช่นกัน นอกจากนี้ ครูยังได้เรียนรู้การจัดการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนในการสื่อสาร เช่น การสื่อสารวิทยาสตรกับนักเรียน ซึ่งยากต่อการเข้าใจ หรือมีการเรียนรู้อย่างยากลำบากทำให้ครูสามารถจัดการกับสถานการณ์เหล่านี้ได้ดีขึ้น เมื่อครูวิทยาสตรผ่านการอบรมแล้วมีสมรรถนะการสื่อสารหลังการอบรม จากก่อนอบรมในระดับน้อยไปสู่ระดับมากที่สุด

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาสตร ก่อนอบรมและหลังอบรมด้วยสถิติทดสอบที สำหรับสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

| กลุ่มตัวอย่าง | N | \bar{X} | S.D. | t | df | Sig |
|---------------|----|-----------|------|--------|----|-------|
| ก่อนเรียน | 52 | 1.78 | 0.14 | 67.12* | 51 | 0.000 |
| หลังเรียน | 52 | 4.78 | 0.33 | | | |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติทดสอบแบบที่ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ครูวิทยาสตรมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการสื่อสารหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริค

การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริค (Kirkpatrick's Four Levels of Evaluation) เป็นวิธีการประเมินผลการอบรมที่มีชื่อเสียงและถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษาและพัฒนาบุคลากร แสดงดังตารางที่ 2 ตารางที่ 3 ผลการประเมินผลโครงการฝึกอบรมหัวข้อ "การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาสตรโดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์" ตามแนวทางของเคิร์กแพทริค 4 ด้าน (n=52)

| ที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|--|---|-----------|------|-----------|
| ด้านที่ 1 การประเมินความพึงพอใจของครู | | | | |
| 1. | หัวข้ออบรมมีความน่าสนใจและมีความทันสมัย | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 2. | เนื้อหาในการอบรมสอดคล้องกับความต้องการ | 4.67 | 0.55 | มากที่สุด |

| ที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|---|--|-------------|-------------|------------------|
| 3. | หัวข้อการอบรม “การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” | 4.85 | 0.46 | มากที่สุด |
| 4. | หัวข้อการอบรม “การจัดการเรียนการสอนและการสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์” | 4.62 | 0.60 | มากที่สุด |
| 5. | เวลาอบรมมีความเหมาะสม | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 6. | วิทยากรมีความรู้และมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาการอบรม | 4.96 | 0.19 | มากที่สุด |
| 7. | วิทยากรมีเทคนิคในการถ่ายทอด เข้าใจง่าย สร้างบรรยากาศที่ดีในการอบรม | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 8. | วิทยากรกระตุ้นให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วม | 4.83 | 0.38 | มากที่สุด |
| 9. | วิทยากรสามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจน | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 10. | วิทยากรให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับผู้อบรม | 4.90 | 0.30 | มากที่สุด |
| 11. | สื่อและคู่มือประกอบการอบรม | 4.62 | 0.49 | มากที่สุด |
| 12. | กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับหัวข้อการอบรม | 4.77 | 0.43 | มากที่สุด |
| 13. | กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วม | 4.73 | 0.53 | มากที่สุด |
| 14. | สภาพแวดล้อมสถานที่จัดอบรมเหมาะสมต่อการจัดอบรม | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 15. | ความพร้อมของอุปกรณ์และการลงทะเบียน | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 16. | ความเหมาะสมด้านอาหารและเครื่องดื่ม | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 17. | ความเหมาะสมในการประเมินผลผู้เข้าอบรม | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 18. | ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน | 4.85 | 0.41 | มากที่สุด |
| 19. | ได้รับความรู้เกี่ยวกับการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ | 4.73 | 0.59 | มากที่สุด |
| 20. | ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม | 4.92 | 0.27 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยด้านที่ 1 | | 4.78 | 0.32 | มากที่สุด |
| ด้านที่ 2 ประเมินการเรียนรู้ของครู | | | | |
| เป็นคะแนนจากแบบทดสอบปรนัยจำนวน 25 ข้อ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) | | | | |
| ค่าเฉลี่ยสมรรถนะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมก่อนอบรม | | 11.66 | 4.91 | ร้อยละ 38.87 |
| ค่าเฉลี่ยสมรรถนะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมหลังอบรม | | 25.84 | 4.75 | ร้อยละ 86.13 |
| ด้านที่ 3 การประเมินพฤติกรรม (Behavior) ของครู | | | | |
| 1. | ครูนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2. | ครูนำความรู้เกี่ยวกับ AR ไปสร้างเอกสารประกอบการสอนวิชาเคมี | 4.63 | 0.53 | มากที่สุด |
| 3. | ครูนำความรู้เกี่ยวกับ AR ไปปรับให้เหมาะสมกับรายวิชาที่สอน | 4.67 | 0.51 | มากที่สุด |
| 4. | ครูนำเทคนิคที่ได้รับการอบรมไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับความพร้อมของนักเรียน | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 5. | ครูรับรู้ถึงอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนด้วย AR | 4.60 | 0.53 | มากที่สุด |

| ที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|--|---|-----------|------|-----------|
| | ค่าเฉลี่ยด้านที่ 3 | 4.69 | 0.44 | มากที่สุด |
| ด้านที่ 4 ประเมินผลลัพธ์ (Results) เกี่ยวกับการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ | | | | |
| 1. | ครูสามารถรับสารผ่านสื่อที่หลากหลายรูปแบบและมีความซับซ้อน และสามารถตีความ เข้าใจ วิเคราะห์ วิพากษ์ สารที่ได้รับจากสื่อที่หลากหลาย | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| 2. | ครูสามารถนำสารที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาตนเอง ชุมชน หรือสังคมได้ | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| 3. | ครูสามารถสื่อสารกับบุคคลที่มีความต่างอย่างมีสติในชีวิตประจำวันได้ และสามารถให้การฟังอย่างลึกซึ้ง (deep listening) | 4.65 | 0.48 | มากที่สุด |
| 4. | ครูสามารถสื่อสาร และสร้างความเข้าใจในสื่อการเรียนรู้ให้นักเรียน สามารถตอบคำถามและอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน จนนักเรียนเข้าใจ | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5. | กำหนดจุดมุ่งหมายในการสื่อสาร ผลิตสื่อ และสามารถออกแบบการสื่อสาร ทั้ง ภาษา ภาพ เสียง ทำทางที่ซับซ้อน ได้อย่างมีศิลปะ และสร้างสรรค์ ในการสื่อสารมากขึ้น ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เกิดประโยชน์ ทั้งต่อตนเอง กลุ่ม และสังคมของตนเอง | 4.69 | 0.47 | มากที่สุด |
| 6. | รู้เท่าทันสื่อ รู้จักเลือกใช้และผลิตสื่อ และกลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 7. | ใช้การสื่อสารเพื่อสร้างสังคมที่พัฒนา อย่างยั่งยืน | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 8. | ใช้กลยุทธ์ในการผลิตสื่อและสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจรรณญาณเพื่อสร้างความเข้าใจโดยคำนึงถึงความแตกต่าง ในทุกมิติด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม และการสร้างสังคมที่พัฒนาอย่างยั่งยืน | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยด้านที่ 4 | 4.71 | 0.42 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยรวม 3 ด้าน | 4.76 | 0.33 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 3 พบว่า การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเดิร์กแพทริก แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1: การประเมินความพึงพอใจของครู (Reaction) ระดับที่ 2: การประเมินการเรียนรู้ (Learning) ระดับที่ 3: การประเมินพฤติกรรม (Behavior) และระดับที่ 4: การประเมินผลลัพธ์ (Results) จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าอบรมประเมินโครงการอบรมมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้าน เท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์

การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ในการสอนเคมีเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ ด้วยโครงการฝึกอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมไปใช้ในรายวิชาเคมี ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าครูวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะการสื่อสารหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมการนำสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมในรายวิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ครูมีสมรรถนะการสื่อสารดีขึ้นเพราะโครงการอบรมเป็นการสนับสนุนและเสริมสร้างศักยภาพครูในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เน้นให้ครูเรียนรู้การนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (Augmented Reality) เพื่อช่วยสื่อสารไปยังนักเรียนให้สามารถมองเห็นภาพโครงสร้างในเรื่องหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ จึงส่งเสริมสมรรถนะ

ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านที่ 3 ด้านการเลือกกลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถของครูในการสื่อสารไปยังนักเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น การเรียนรู้ด้านเคมีของนักเรียนจะสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสนุกสนานและตื่นตื้นให้กับการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ส่งเสริมนักเรียนแล้วยังช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการสอนของครูวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อ AR จะช่วยให้ครูสามารถเข้าถึงข้อมูลและแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น และสามารถอธิบายและสอนให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนิตยา ย้อยแก้ว และ ญัฐพล รำไพ (2564) ได้พัฒนาสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่าทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการเรียนรู้ด้วยสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริม มีวิธีการนำเสนอเนื้อหาเรียนในรูปแบบใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยได้เรียนมาก่อนจึงสร้างความตื่นตื้นน่าสนใจ สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียน ส่งผลให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีและค่าดัชนีประสิทธิผลของสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริมมีค่าเท่ากับ 0.82 แสดงว่าสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริมทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 82 แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มีผลการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น กระตุ้นนักเรียนให้อยากเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี การคิดวิเคราะห์โดยใช้ภาพและเสียงเป็นสื่อช่องทาง ทำให้เข้าใจความหมายและลักษณะต่าง ๆ ของสำนวนไทยได้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ดี โดยคล้ายคลึงกับการที่ครูได้เรียนรู้ผ่านสื่อความเป็นจริงเสริม จะทำให้ครูเข้าใจในการสื่อสารและสามารถนำไปถ่ายทอดไปยังนักเรียนได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับพัทธรจิรา ปราวรมภ, เชษฐ ศิริสวัสดิ์และเมธี ธรรมวัฒนา (2565) ที่พัฒนาสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 สำหรับครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยหลักสูตรฝึกอบรม พบว่าครูมีความรู้ความเข้าใจหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม โดยการประเมิน ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า ครูมีความรู้ ความเข้าใจหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม เนื่องจากได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มีประสิทธิภาพมีการลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระ มีสื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับ Ismaili (2020) ได้ใช้คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์ กระดานไวท์บอร์ดแบบอินเตอร์แอคทีฟ และห้องมัลติมีเดียในโรงเรียนทั่วไปในประเทศโมร็อกโกเพื่อเพิ่มมิติการสื่อสารในกระบวนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี ผ่านการจัดสัมมนาและหลักสูตรออนไลน์ พบว่าเป็นที่สนใจในประเทศทำให้ครูและนักเรียนได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่ด้วยต้นทุนการบริหารจัดการที่สูงจึงอาจไม่ประสบผลสำเร็จในการทำให้โรงเรียนในประเทศโมร็อกเข้าสู่สังคมสารสนเทศได้เต็มรูปแบบ

ดังนั้น การฝึกอบรมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้สื่อการเรียนรู้ AR ในการสอนรายวิชาเคมีเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันสารอินทรีย์ การอบรมที่ใช้เทคโนโลยี AR จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารและการเรียนรู้ของครู ครูจะได้รับความรู้ที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี AR ในการสอนและการสื่อสาร ซึ่งเมื่อครูสอนนักเรียนจะช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชาเคมีและสามารถสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนใจและสนุกสนานมากยิ่งขึ้นได้

2. การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก

การประเมินโครงการอบรมตามแนวทางของเคิร์กแพทริก (Kirkpatrick's Four Levels of Evaluation) เป็นวิธีการประเมินผลการอบรมที่มีชื่อเสียงและถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอบรมและพัฒนาบุคลากร โดยวิธีการประเมินนี้

แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1: การประเมินความพึงพอใจของครู (Reaction) ระดับที่ 2: การประเมินการเรียนรู้ (Learning) ระดับที่ 3: การประเมินพฤติกรรม (Behavior) และระดับที่ 4: การประเมินผลลัพธ์ (Results) จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าอบรมประเมินโครงการอบรมมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้าน เท่ากับ 4.76 อยู่ในระดับมากที่สุด

สามารถอภิปรายผลการวิจัยในแต่ละด้านจะพบว่า

ระดับที่ 1: การประเมินความพึงพอใจของครู (Reaction) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 แปลผลได้ว่าครูพึงพอใจมากที่สุด โดยมีระดับมากที่สุดในทุกข้อที่ประเมิน อาจเป็นเพราะในการจัดอบรมครั้งนี้หัวข้ออบรมมีความน่าสนใจ ทันสมัย เนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการ วิทยากรมีความรู้ มีเทคนิคในการถ่ายทอด ตอบคำถามรวมทั้งแนะนำผู้เข้าอบรมได้อย่างชัดเจน รวมถึงสื่อและกิจกรรมในการอบรมมีความเหมาะสม นอกจากนี้ในการจัดอบรม ผู้จัดได้เตรียมอาหารและเครื่องดื่มรวมทั้งการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เข้าอบรมเพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้รู้สึกถึงบรรยากาศที่ดี เพื่อให้ผู้เข้าอบรมนำความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและได้รับประโยชน์จากการอบรมมากที่สุด

ระดับที่ 2: การประเมินการเรียนรู้ (Learning) ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเรื่องหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ในการประเมินทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริม จำนวน 25 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน โดยประเมินก่อนอบรมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.66 คะแนน (ร้อยละ 38.87) และหลังอบรมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.84 คะแนน (ร้อยละ 86.13) พบว่า ครูมีทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรม เพราะว่าเมื่อครูได้ใช้สื่อ AR ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ทำให้ครูสามารถมองเห็นโครงสร้างของสารอินทรีย์ได้อย่างชัดเจน เมื่อทำแบบทดสอบจึงมีคะแนนประเมินทักษะการใช้สื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าก่อนการอบรม

ระดับที่ 3: การประเมินพฤติกรรม (Behavior) เกี่ยวกับการนำความรู้เกี่ยวกับ AR และความรู้จากการอบรมการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 แปลผลในระดับมากที่สุด เพราะว่าครูมองเห็นถึงการนำสิ่งที่ได้จากกิจกรรมในการอบรมได้แก่ การใช้สื่อ AR การพัฒนาเอกสารประกอบการสอนโดยใช้สื่อ AR ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนของครู เพื่อสื่อสารไปยังนักเรียนให้ได้มากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชันที่ครูสอนได้ง่ายขึ้น

ระดับที่ 4: การประเมินผลลัพธ์ (Results) เกี่ยวกับสมรรถนะการสื่อสารของครูวิทยาศาสตร์ ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 แปลผลในระดับมากที่สุด เพราะว่าเมื่อครูผ่านการอบรมแล้วครูมีสมรรถนะสื่อสารดีขึ้น โดยสามารถรับสารผ่านสื่อที่หลากหลายรูปแบบและสามารถนำสารที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาตนเอง ชุมชน หรือสังคมได้ และสามารถสื่อสารและสร้างความเข้าใจในสื่อการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน ใช้กลยุทธ์ในการผลิตสื่อและสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจรรณญาณเพื่อสร้างความเข้าใจโดยคำนึงถึงความแตกต่างในทกมิติตัวด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม และการสร้างสังคมที่พัฒนาอย่างยั่งยืน

พิมพา จันทาแล้วและมัทยา รุ่งอรุณ (2565) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมสมรรถนะด้านการสอนงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับครูในสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดราชบุรี หลังการอบรมครูมีสมรรถนะด้านการสอนงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเข้ารับการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) หลังจากที่ได้รับอบรมตามหลักสูตรและได้นำไปสอนให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างพบว่า ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรเสริมสมรรถนะด้านการสอนงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง (2565) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรม สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ครูผู้สอนมีคะแนนด้านความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนด้านทักษะการปฏิบัติของครูผู้สอน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมากอาจเป็นเพราะมาจากการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม

เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ครูที่เข้ารับการฝึกอบรมได้พัฒนาทักษะการออกแบบนวัตกรรม ส่งเสริมให้ครูได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่ครูได้อบรม

ดังนั้น การพัฒนาครูให้มีความรู้และสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการจัดหลักสูตรฝึกอบรมพิเศษเฉพาะด้านและการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในอนาคต โดยผู้วิจัยได้จัดการอบรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารของครูที่มีต่อนักเรียน ในยุควิถีชีวิตใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนมีความจำเป็นและก้าวเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น การพัฒนาครูให้มีศักยภาพสอดคล้องกับความต้องการของโรงเรียนเป็นสิ่งสำคัญและควรจะต้องคำนึงถึงการพัฒนาศักยภาพที่เหมาะสมกับตลาดแรงงานในอนาคตด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ข้อเสนอแนะที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของครู ได้แก่

1. จัดทำหลักสูตรการพัฒนาทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์สำหรับครู โดยควรประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการสอนเรื่องวิทยาศาสตร์ รวมถึงเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมในการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ภาพวาดหรือโมเดลเสมือนจริง (AR) เป็นต้น
2. จัดกิจกรรมฝึกอบรมการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้ครู โดยจัดเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ในแต่ละครั้งเพื่อให้ครูมีเวลาทบทวนและฝึกปฏิบัติได้มากขึ้น และอาจจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติ เช่น การนำเสนอหัวข้อวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการใช้ AR เป็นต้น
3. สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น การใช้แอปพลิเคชัน AR ในการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จัดอบรมในการพัฒนาสมรรถนะอื่น ๆ ของครู ให้สามารถพัฒนาตนเองสู่การเป็นครูมืออาชีพ
2. จัดอบรมทักษะการสอนและการจัดการชั้นเรียนให้ครูนำไปใช้ประโยชน์ได้

บรรณานุกรม

- จุมพล เหมะศิรินทร์. (2552). *ศูนย์สื่อสารวิทยาศาสตร์ ไทยสวทช.* เอกสารประกอบการประชุมทาง วิชาการ, ณ ห้อง Lecture 2 บ้านวิทยาศาสตร์ สิรินคร อุทยานวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย.
- ณรัตน์ สวัสดิ์พิทักษ์กุล (2564). *Education 2030 - อนาคตการศึกษาในอีก 10 ปีข้างหน้า*. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2564. <https://www.disruptignite.com/blog/education2030>
- นิตยา ย้อยแก้ว และณัฐพล รำไพ. (2564). การพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล. *วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร*, 6(1), 53-62.
- ปิยนันท์ สวัสดิ์คฤงฆาร. (2563). *การประเมินผลการฝึกอบรม 4 ลำดับของ Kirkpatrick*. Retrieved December 17, 2021. From <https://drpiyanan.com/2019/05/23/4-level-of-training-evaluation-model-kirkpatrick/>
- พัทตร์จิรา ปวารมภ์, เชษฐ สิริสวัสดิ์และเมธี ธรรมวัฒนา. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 สำหรับครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์*, 9(2), 301-313.

- พิมพ์ จันทาแล้วและมัสยา รุ่งอรุณ. (2565). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสมรรถนะด้านการสอนงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูในสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดราชบุรี. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 5(6), 137-150.
- วัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการสอนการออกแบบนวัตกรรม สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พื้นที่นวัตกรรมการศึกษาภาคตะวันออก. *วารสารครูพิบูล*, 9(2), 197-212.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). **สมรรถนะการสื่อสาร**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2565.
<https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/สมรรถนะหลัก-6-ประการ/สมรรถนะการสื่อสาร/>
- อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง และพร้อมภาค บึงบัว. (2562). ระบบพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรทางการศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 33 (107). 206-222.
- Ismaili, J. (2020). Evaluation of information and communication technology in education programs for middle and high schools: GENIE program as a case study. *Education and Information Technologies*, 25, 5067-5086.