

การศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครู
เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในยุคการศึกษาวิถีใหม่

**The Study of Integrating Technology Competency on Learning
Performance of Educational Students for Support Chemistry
Management in New Normal Education**

วีรนุช คฤหานนท์,

นิภา จันทร์อ่อน และ ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

Weeranuch Karuehanon,

Nipa Jun-on, and Duangjan Kaewkongpan

Lampang Rajabhat University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: nipa.676@g.lpru.ac.th

บทคัดย่อ

ในขณะที่โลกต้องก้าวผ่านช่วงของการปฏิวัติดิจิทัลและเผชิญโรคระบาดอย่างไม่คาดคิดจึงมีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียนในยุคการศึกษาวิถีใหม่ ในขณะที่ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของครูและนักศึกษาครู ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครูเคมีภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ ด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ แบบกรณีศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาครูเคมีในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี จำนวน 14 คน โดยคณะผู้วิจัยใช้การเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเฉพาะเจาะจง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครูจากหลักฐานที่ปรากฏในชั้นเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาภายใต้กรอบการวิเคราะห์ที่คณะผู้วิจัยออกแบบขึ้น

ผลการวิจัย สมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครูเคมี ภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ พบว่าสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูยังคงไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการออกแบบหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้อย่างขาดส่วนสำคัญ ดังนี้ 1) ลักษณะที่มีความหมายและมีความท้าทายให้กับผู้เรียน โดยการนำผู้เรียนมาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ และ 2) ความน่าสนใจ และความหลากหลายของเทคโนโลยีที่เลือกนำมาใช้

วันที่รับบทความ: 16 สิงหาคม 2565; วันแก้ไขบทความ 29 สิงหาคม 2565; วันตอบรับบทความ: 30 สิงหาคม 2565

Received: August 16, 2022; Revised: August 29, 2022; Accepted: August 30, 2022

คำสำคัญ: สมรรถนะนักศึกษาคครู; การบูรณาการเทคโนโลยี; การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

Abstracts

In an era of new normal education, as the world undergoes a digital revolution and confronts an unanticipated pandemic, it is necessary to use technology in the classroom. While teachers are undeniably important roles to integrating technology in learning management, teachers' and pre-service teachers' integrating technology competency should be examined. Thus, this study aimed to examine integrating technology competency through an enhancement program using a practice-based learning strategy. A qualitative case study design was implemented in this study with 14 third-year pre-service chemistry teachers as the target group using a purposive sampling technique. Data relating to pre-service chemistry teachers' integrating technology competency was collected from classroom artifacts and analyzed by a content analysis method according to the developed research analytic framework.

It was found that pre-service chemistry teachers' integrating technology competency was not completed. It was because the curriculum, teaching and learning, and assessment task design did not include 1) meaningful learning and challenging problems developed from students' interests and 2) interestedness and variety of technology usage.

Keywords: Pre-service teachers' competency; Technology integration; Teaching chemistry

บทนำ

ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่สิ่งที่เราเรียกว่า “Thailand 4.0” ซึ่งเป็นรูปแบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมหรือเทคโนโลยี ความเคลื่อนไหวด้านการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการที่ดีที่สุดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจึงส่งผลกระทบอย่างมากต่อการศึกษาของประเทศไทยเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนั้น ดังนั้นในปี 2560 กระทรวงศึกษาธิการได้เผยแพร่มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฉบับปรับปรุงใหม่สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชุดใหม่นี้ต้องการให้นักเรียนไทยมีคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21 ที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง เช่น มีทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสาร แสดงถึงความเข้าใจแนวคิด และอธิบายการให้เหตุผลโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อมากกว่าที่ผ่านมา (Ministry of Education Thailand, 2017 : 7)

ยิ่งไปกว่านั้นสำหรับประเทศไทยในช่วงสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดดังเช่นภาวะโรคอุบัติใหม่ซึ่งโรงเรียนไม่สามารถเปิดสอนได้ตามปกตินั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ จนเกิดเป็นหนึ่งในชีวิตวิถีใหม่ (New normal lifestyle) ที่กำลังเกิดขึ้นท่ามกลางสถานการณ์วิกฤตครั้งนี้ อีกทั้งตัวเร่งภาวะพลิกผันทางเทคโนโลยีที่ได้ส่งผลต่อด้านการศึกษาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้เกิดความท้าทายที่บุคลากรทางการศึกษาต้องเผชิญในหลายด้านซึ่งไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าครูเป็นหนึ่งในผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงนี้ ความท้าทายที่สำคัญเร่งด่วนที่สุดตอนนี้คือ ความรู้ความเข้าใจในการผสมผสานความรู้ในเนื้อหา ความรู้ในวิธีการสอนและความรู้ทางเทคโนโลยีของผู้สอน

อย่างไรก็ตามพบว่า ถึงแม้ว่าโรงเรียนกว่าร้อยละ 90 มีความพร้อมในด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่าง ๆ แต่มีครูเพียงร้อยละ 26.9 เท่านั้นที่นำไปใช้สอนจริง อีกทั้งการนำเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้นั้นยังเป็นเพียงการนำมาประกอบเนื้อหาเท่านั้น โดยขาดการบูรณาการในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด (Thailand Science Research and Innovation, 2020 : online) แสดงให้เห็นว่าการวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นยังมีความจำเป็นที่ต้องวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เหมาะสมกับบริบทที่เปลี่ยนไปอย่างเช่นการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นี้

องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่นั้นยังมีช่องว่างทางการวิจัยอยู่อย่างน้อย 2 ประการ ประการแรก คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพในงานวิจัยที่มีอยู่นั้น ยังขาดการศึกษาประเด็นความสามารถในการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับมุมมองของผู้สอนที่มีต่อเทคโนโลยีและความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีนั้น ๆ และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามการกำหนดคุณค่าของเทคโนโลยีด้วยตนเองของครูผู้สอน

ประการที่สอง คือ การศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อยู่เป็นการศึกษาแบบภาพรวม ไม่ได้เจาะจงในรายวิชาใดโดยเฉพาะ ทั้งที่ในแต่ละวิชานั้นมีลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะวิชาเคมีนั้นเป็นวิชาที่ต้องการให้ครูเป็นมากกว่าผู้ใช้ (User) เทคโนโลยี แต่ต้องสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทและการลำดับเนื้อหาได้ในลักษณะของการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อแสดงและถ่ายทอดเนื้อหาได้ เนื่องจากเนื้อหาวิชาเคมีมีการอธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรมด้วยความเป็นนามธรรมจึงทำให้องค์ความรู้ในการใช้เทคโนโลยีในการสอนที่มีลักษณะที่ครูเป็นเพียงผู้ใช้นั้นไม่สามารถตอบประเด็นในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีได้อย่างเหมาะสม

เทคโนโลยีในการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการสืบเสาะความรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยี เมื่อใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการเรียนรู้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมีส่วนร่วมอย่างยิ่งยวดในการสร้างความรู้และปรับปรุงทักษะการคิดและการแก้ปัญหาของตนเอง (Trowbridge, Bybee, & Powell, 2008 : 78) ยิ่งไปกว่านั้นการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในห้องเรียนวิทยาศาสตร์แบบการสืบเสาะเป็นฐานนั้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนฝึกการแก้ปัญหาอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (Novak & Krajcik, 2006 : 75-101)

จากที่กล่าวมาพบว่า การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้นั้นมีความจำเป็นต้องมีสมรรถนะในการบูรณาการอย่างยิ่งยวด แต่รายวิชาในหลักสูตรผลิตครูในบางสถาบัน เช่น หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางนั้น ยังมีการแบ่งรายวิชากลุ่มเนื้อหา รายวิชากลุ่มการสอน และรายวิชากลุ่มเทคโนโลยีออกจากกันอย่างชัดเจน ทำให้นักศึกษาครูเคมีอาจไม่สามารถมองภาพการจัดการ

เรียนรู้วิชาเคมีในรูปแบบอื่นได้นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ทำให้ความรู้เนื้อหา
มากมายเหล่านั้นอาจไม่ถูกเคลื่อนไปสู่การปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

คณะผู้วิจัยจึงนำสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีมาเป็นจุดเน้นใน
การศึกษาครั้งนี้ โดยได้มีการกำหนดความหมายของสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้
วิชาเคมีไว้ว่า ความสามารถที่เกิดจากการรวมความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยี (Technological
Pedagogical and Content Knowledge: TPACK) ทักษะในการสร้างเครื่องมือทางเทคโนโลยีสำหรับ
ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน (Technology instrumental genesis) และคุณลักษณะในการกำหนดทิศทาง
ส่วนบุคคล (Personal orientation) (Dogan, Dogan, & Celik, 2021 : 1311–1332; Rehmat &
Bailey, 2014 : 744–755) โดยการพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบฝึกปฏิบัติ
(Practice-based learning) ในการผลิตสื่อการจัดการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงใช้ในวิชาเคมีเพื่อให้นักศึกษาครู
ได้ออกไปเป็นครูที่สามารถจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุคการศึกษาวิถีใหม่ได้

โดยมีคำถามการวิจัย คือ สมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของ
นักศึกษาครูเคมีภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือ
ปฏิบัติเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครูเคมี
ภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) แบบกรณีศึกษา
(Case study) วิธีวิจัยนี้เหมาะกับการวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยในการพิจารณาปรากฏการณ์อย่างลึกซึ้งเพื่อ
อธิบายว่านักศึกษาครูมีสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีซึ่งเป็นประสบการณ์
ส่วนตัวของแต่ละบุคคลอย่างไร (Creswell, 2014 : 3 ; Yin, 2009 : 44) ยิ่งไปกว่านั้นผลการศึกษานี้จะไม่
ถูกนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ของนักศึกษาในสถาบันที่ผลิตครูเคมีอื่น ๆ ดังนั้นการวิจัยกรณีศึกษาจึงมี
ความเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ (Creswell, 2007 : 6)

1. กลุ่มเป้าหมาย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายไว้ คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ชั้น
ปีที่ 3 จำนวน 14 คน โดยนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้ถูกเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

โดยเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนรายวิชากลุ่มเนื้อหา รายวิชากลุ่มการสอน และรายวิชากลุ่มเทคโนโลยีมาเกินร้อยละ 70 ของกลุ่มรายวิชาในหลักสูตร

2. เครื่องมือการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ที่ออกแบบจากแนวทางการศึกษารายกรณีโดยศึกษาหลักการและแนวคิดจากเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกำหนดกรอบแนวคิดเพื่อให้มีรายละเอียดครอบคลุมให้ครบถ้วนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยการดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย จากนั้นนำแบบประเมินสมรรถนะที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content validity) ของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ทุกประเด็นมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.667 – 1.000 และนำแนวทางการศึกษาไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานที่ปรากฏในชั้นเรียน (Classroom artifacts) ต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหลักฐานที่ปรากฏในชั้นเรียนได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ภายใต้กรอบการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้ (Research analytic framework) ที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีการวิเคราะห์ 3 ส่วนคือส่วนของการออกแบบหลักสูตร (Curriculum design) กิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching and learning design) และการประเมินผล (Assessment task design) ตามกรอบการวิเคราะห์ในส่วนของ

- 1) การเชื่อมต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยีสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเคมี (TPACK transition)
- 2) การสะท้อนการกำหนดทิศทางด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยเทคโนโลยีจากความมั่นใจและการรับรู้ (Personal oriented reflection)
- 3) การจัดจ่อต่อการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับตัวผู้สอน (Technology instrumental genesis for learning engagement)

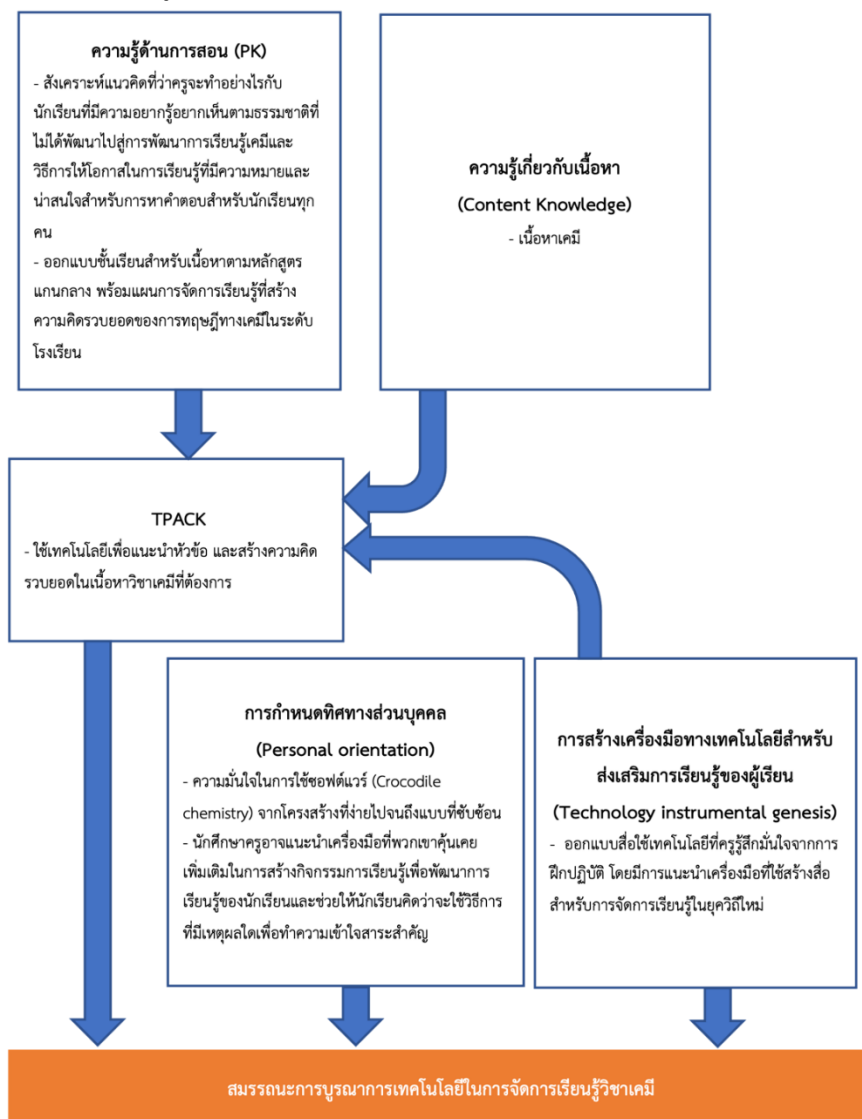
ตารางที่ 1 ตารางแสดงกรอบการวิเคราะห์สมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

	หลักสูตร (Curriculum)	กิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching & Learning)	การประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)
TPACK-Transitive	หลักสูตรที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยีในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสทางการเรียนรู้ที่มีความหมายและให้การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยีในการนำเทคโนโลยีมาใช้นำเสนอหัวข้อในสาระเคมีที่ต้องการสอน	ออกแบบงาน (Task) สำหรับประเมินผลการเรียนรู้ที่ท้าทายและยุติธรรมสำหรับสำหรับทุกความถนัดทางเทคโนโลยี
PO-Reflective	หลักสูตรที่มีการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง	กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้เทคโนโลยีที่สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบในแผนการจัดการเรียนรู้	ออกแบบงานสำหรับประเมินผู้เรียนจากความมั่นใจในการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนทุกความถนัดทางเทคโนโลยี
TIG-Engaged	หลักสูตรที่มีการสร้างเครื่องมือในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสำหรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง	มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น	ออกแบบงานสำหรับประเมินผู้เรียนที่มีลักษณะของการสร้างเครื่องมือทางเทคโนโลยี (Instrumental genesis) ที่สามารถประเมินผู้เรียนได้ทุกความถนัดทางเทคโนโลยีของผู้เรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

เมื่อพิจารณาการสร้างกรอบแนวคิดใหม่สำหรับการพิจารณาตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่แสดงถึงการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครู โดยกรอบแนวคิดดังกล่าวนี้ถูกสร้างขึ้นด้วยองค์ประกอบที่มุ่งเน้นการกำหนดทิศทางส่วนบุคคลของครู (Personal orientation) ในการใช้เทคโนโลยีโดยตรง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่รวมถึงความมั่นใจ (Confidence) ของครูในการนำเทคโนโลยีมาใช้จริง ความเชื่อเชิงบวก และทัศนคติต่อบทบาทของตนเองในการมีอิทธิพลต่อการตั้งเป้าหมายและการตัดสินใจในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ เมื่อเทียบกับกรอบอื่น ๆ นั้น สมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในงานวิจัยนี้ส่งเสริมเทคนิคในระดับความรู้ที่แท้จริง (Epistemic) มากกว่าเพียงระดับปฏิบัติการในห้องเรียน

ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการวิจัยภายใต้กรอบแนวคิดการศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ดังแสดงในภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

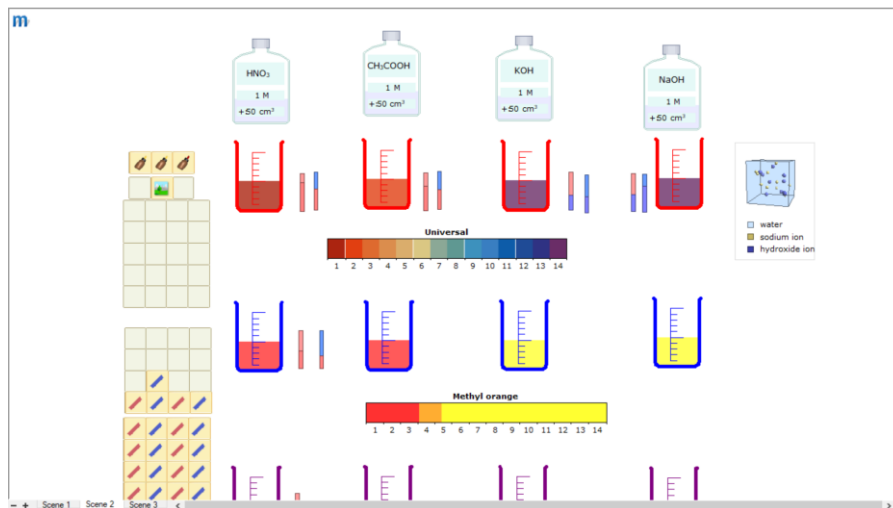
ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ตามคำถามของการวิจัย พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เกิดขึ้นในนักศึกษาครูในการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาครูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ คณะผู้วิจัยได้นำหลักฐานที่ปรากฏในชั้นเรียนของนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์หาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามกรอบการวิเคราะห์ดังตาราง 1 ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การเชื่อมต่อ TPACK สู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (TPACK transition)

การออกแบบหลักสูตรสำหรับสอนวิชาเคมีของนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายมีพื้นฐานของการใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ยังคงขาดการให้โอกาสทางการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningfulness) กับผู้เรียน นอกจากนี้แม้ว่าในหลักสูตรที่นักศึกษาครูออกแบบมีการให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง แต่ยังคงขาดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนปรากฏแผนการจัดการเรียนรู้

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายมีพื้นฐานแสดงถึงการใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ในการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในการแนะนำหัวข้อที่ต้องการสอน ตัวอย่างดังภาพที่ 2

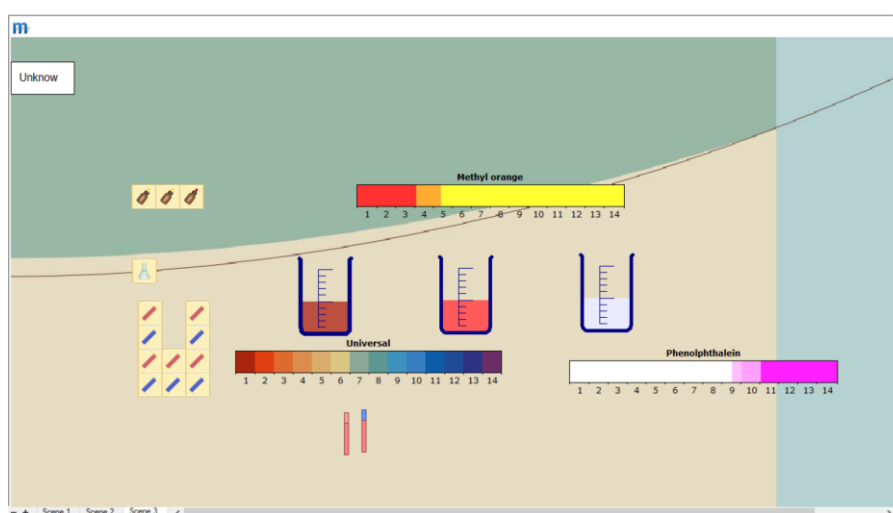


ภาพที่ 2 ภาพแสดงการแนะนำหัวข้อการจำแนก กรด-เบส

แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 2 เป็นภาพแสดงการแนะนำหัวข้อการจำแนกกรด-เบส โดยใช้โปรแกรม **Crocodile chemistry** ที่ออกแบบโดยนักศึกษาคู PT 3 แสดงการทดลองเรื่องการจำแนก กรด-เบส โดยการยกตัวอย่าง สารละลายกรดและเบส และแสดงการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์ทั้งในรูปแบบของกระดาษและสารละลาย การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในโปรแกรมที่นักศึกษาใช้งานเพื่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การออกแบบงานสำหรับประเมินผลการเรียนรู้ถูกออกแบบอย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในทุกระดับความถนัดทางเทคโนโลยี แต่ยังคงขาดความท้าทายในปัญหาที่ออกแบบให้ผู้เรียนหาคำตอบเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการออกแบบงานยังคงเป็นปัญหาในหนังสือเรียนเท่านั้นดังตัวอย่างในภาพที่ 3

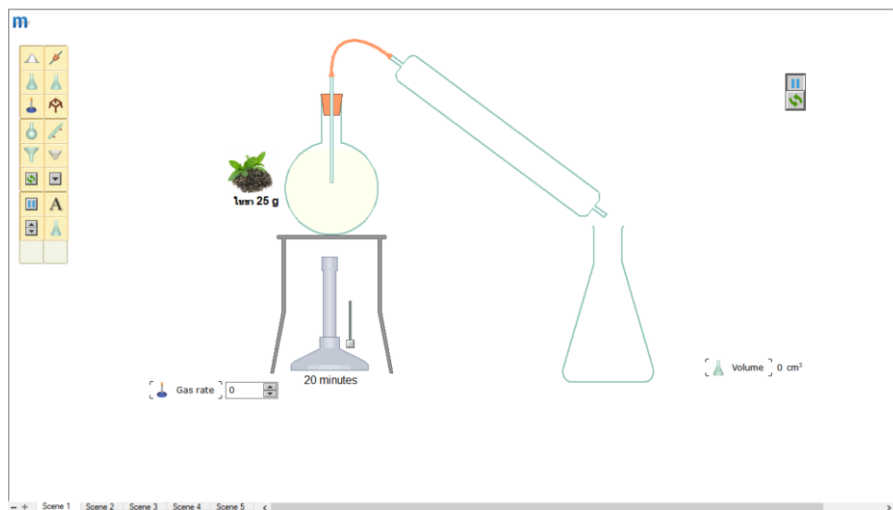


ภาพที่ 3 ภาพแสดงงาน (Task) ที่ออกแบบเพื่อประเมินผู้เรียนโดยนักศึกษาคู PT 3
แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 3 แสดงงานที่นักศึกษาคู PT 3 ที่ออกแบบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนหลังการทดลองโดยกำหนดให้มีสารละลายไม่ทราบชนิด (Unknown) โดยให้ผู้เรียนได้ทดสอบด้วยวิธีการที่ได้ปฏิบัติไปในภาพที่ 2 และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้กระดาษวัด pH และอินดิเคเตอร์เพื่อบ่งบอกว่าสารนั้นมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือเบส อย่างไรก็ตามถึงแม้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบนี้อาจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเตรียมอุปกรณ์บนสื่อได้เอง แต่เมื่อผู้เรียนได้ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบนี้พบว่ายังไม่สามารถใช้งานสำหรับการทำซ้ำการทดลองได้ จึงอาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถลองผิดลองถูกเพื่อหาคำตอบสำหรับงานที่นักศึกษาคูออกแบบได้

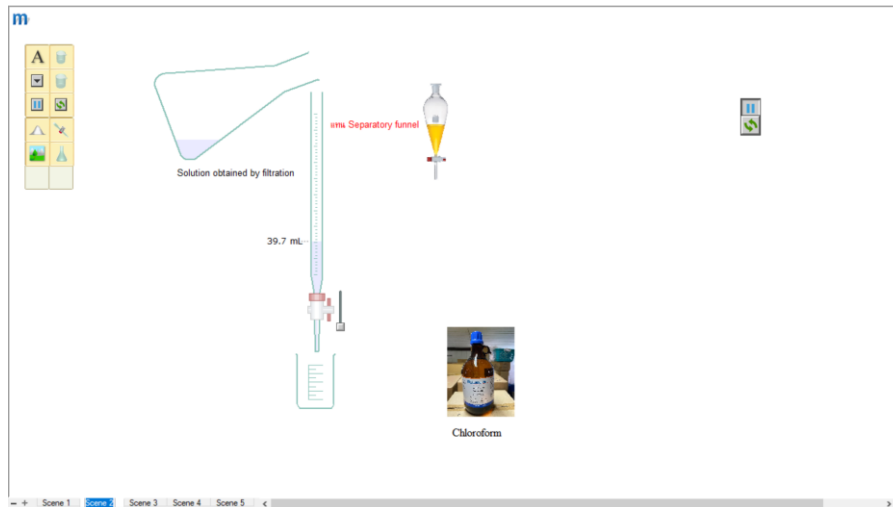
2. การสะท้อนการกำหนดทิศทางการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยเทคโนโลยี (Personal oriented reflection)

จากผลการวิจัยพบว่า มีหลักฐานแสดงถึงการกำหนดทิศทางการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมของนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้เทคโนโลยีที่สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งรูปแบบออนไลน์และรูปแบบออนไลน์ ตัวอย่างดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาในหลักสูตรที่ออกแบบโดยนักศึกษาครู PT 7
แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 4 แสดงภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยนักศึกษาครู PT7 ที่แสดงวิธีการทดลองการสกัดคาเฟอีนจากใบชาตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีในโปรแกรมสำเร็จรูปที่เลือกใช้ โดยออกแบบให้มีความใกล้เคียงกับการทดลองจริงมากที่สุด รวมทั้งมีการหาอุปกรณ์ทดแทนในกรณีที่ในโปรแกรมที่เลือกใช้ไม่มี แต่ในสื่อการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาครูออกแบบยังขาดความน่าสนใจและดึงดูดผู้เรียน ดังภาพที่ 5

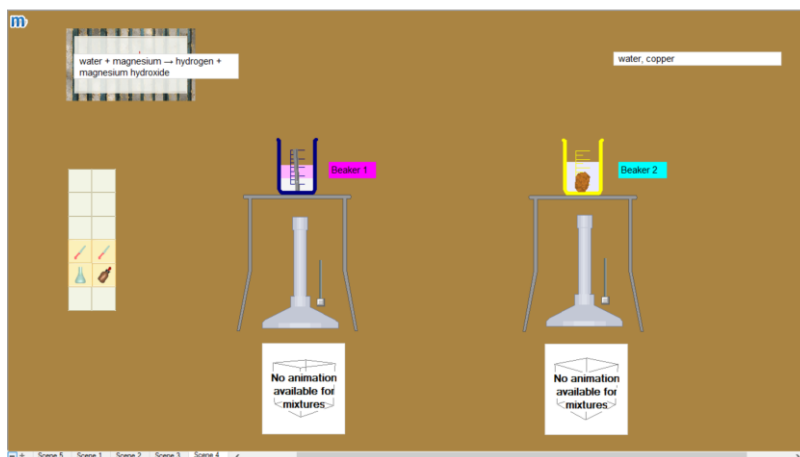


ภาพที่ 5 ภาพแสดงงานที่ออกแบบเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนโดยนักศึกษาคู PT 7
แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 5 แสดงถึงการออกแบบงานเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นว่านักศึกษาคูยังขาดความมั่นใจในการที่จะใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงมีลักษณะของการใช้เทคโนโลยีเดียวในการออกแบบงานของนักศึกษาคู

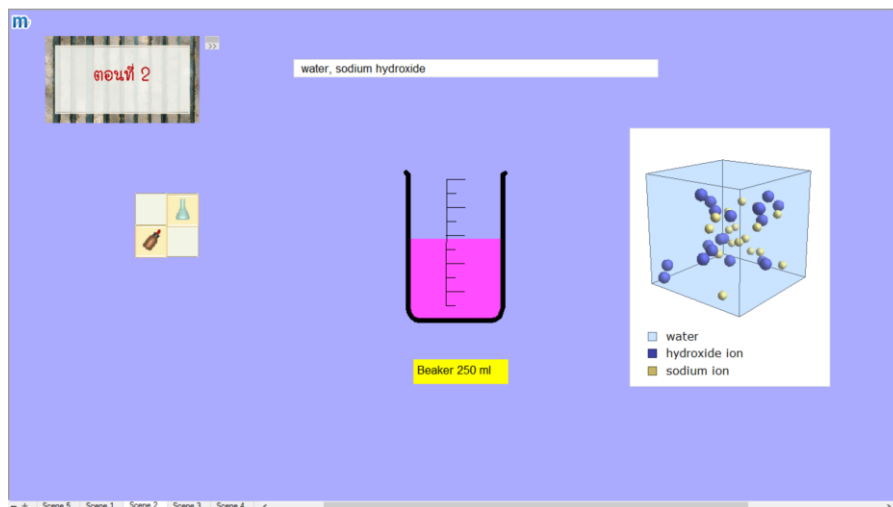
3. การจจัดต่อการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับตัวผู้สอน (Technology instrumental genesis for learning engagement)

มีหลักฐานที่แสดงถึงการสร้างเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ใช้ในหลักสูตรที่ออกแบบ แต่เป็นลักษณะของเครื่องมือที่เป็นตัวช่วยครูผู้สอน (Teachers' teaching aid) มากกว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน (Students' learning support) ดังตัวอย่างในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพแสดงสื่อประกอบในหลักสูตรเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ออกแบบโดยนักศึกษาคู PT 8
แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ถูกออกแบบโดยนักศึกษาคู PT 8 เพื่อใช้ เป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะชนิดต่าง ๆ กับน้ำ โดยมีทั้ง เกิดการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบรุนแรง และการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามปกติ แสดงถึงเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่เป็น ลักษณะสาธิตให้ผู้เรียนดูซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกในลักษณะเป็นตัวช่วยเหลือผู้สอน โดยผู้เรียนไม่มีส่วน ร่วมในการปฏิบัติจริงร่วมกับสื่อ แสดงให้เห็นว่าการออกแบบหลักสูตรโดยนักศึกษาคูยังขาดเครื่องมือทาง เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบได้ตามความต้องการของผู้เรียนเอง ยิ่งไปกว่า นั้นภาพที่ 6 ยังแสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะมีการออกแบบเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ สนับสนุนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้นให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางแล้ว แต่เครื่องมือดังกล่าว ยังคงขาดเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนนอกเหนือจากปัญหาในหนังสือเรียนเพื่อเป็นการขยายความรู้ให้ หลากหลายเพื่อผู้เรียนในทุกระดับความสามารถ ส่วนการออกแบบเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่พยายามเพิ่มเติม ปัญหาที่ทำทายนอกเหนือจากหนังสือเรียนเพื่อขยายความรู้ให้หลากหลายนั้นกลับเป็นปัญหาที่ไม่เหมาะสม ดัง ตัวอย่างในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการออกแบบปัญหาที่นักศึกษาคู PT8 ออกแบบเพิ่มเติมเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 7 แสดงสื่อการจัดการเรียนรู้เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับน้ำ ที่นักศึกษาคู PT 8 ได้ออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม แต่เป็นการนำ Sodium Hydroxide มาละลายน้ำ ซึ่งเป็นการแสดงตัวอย่างที่ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยา จึงถือเป็นตัวอย่างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม มีหลักฐานในการออกแบบงานของนักศึกษาคูสำหรับประเมินผู้เรียนที่มีลักษณะของการสร้างเครื่องมือทาง เทคโนโลยีที่สามารถประเมินผู้เรียนได้ทุกความถนัดทางเทคโนโลยีของผู้เรียน ดังตัวอย่างในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ภาพแสดงงานเพื่อประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนที่ออกแบบโดยนักศึกษาคู PT 5

แหล่งที่มา: ภาพโดยนักวิจัย

ภาพที่ 8 แสดงงานที่ออกแบบโดยนักศึกษาคู PT 5 เพื่อใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ครบถ้วนในเนื้อหาทั้งในด้านของลักษณะการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากนั้นยังสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในการทำการทดลองได้หลากหลาย โดยการเปลี่ยนชนิดของกรดหรือเบส รวมถึงการเปลี่ยนชนิดของโลหะที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ซึ่งผู้เรียนสามารถทำการทดลองโดยเปลี่ยนชนิดของตัวแปรต้นในการทดลองนี้ได้ ทำให้ผู้สอนสามารถขยายการประเมินผลการเรียนรู้ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการประเมินจากการปฏิบัติในห้องทดลองจริง เนื่องจากในบางปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยารุนแรงจึงไม่สามารถทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงได้

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาคู เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในยุคการศึกษาวิถีใหม่ พบว่า โปรแกรมพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาคูผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติสามารถสร้างสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาคูเคมีได้ โดยจากการร่วมโปรแกรมดังกล่าวปรากฏหลักฐานที่แสดงถึงสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาคูกลุ่มเป้าหมายแต่ยังคงไม่สมบูรณ์ โดยสามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. การออกแบบหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้โดยนักศึกษาคู กลุ่มเป้าหมายเป็นการออกแบบให้ครบเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง แต่ยังคงขาดการออกแบบเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายให้กับผู้เรียน ขาดการออกแบบปัญหาที่มีความท้าทายผู้เรียน (**Challenging problems**) และขาดการตระหนักถึงความสำคัญของผู้เรียนที่ควรถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ เช่น ออกแบบปัญหาจากความสนใจของผู้เรียน แสดงให้เห็นว่านักศึกษาคูกลุ่มเป้าหมายยังมีความผูกติดกับเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางหรือหนังสือเรียนมาตรฐานมากกว่าการผูกติดกับการเรียนรู้ของผู้เรียน แม้จะมีหลักฐานจากนักศึกษาคูบางคนแสดงถึงความพยายามที่จะออกแบบปัญหาที่อยู่นอกหนังสือเรียน แต่ตัวอย่างที่ยกมานั้นยังคงขาดความถูกต้องและเหมาะสม ดังเช่นการยกตัวอย่างของการนำ **Sodium Hydroxide** มาละลายน้ำเพื่อเป็นตัวอย่างในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับน้ำ แต่ตัวอย่างดังกล่าวนี้ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีตามที่นักศึกษาคูต้องการ แม้จะเป็นตัวอย่างที่ไม่อยู่ในหนังสือเรียนแต่การยกตัวอย่างนั้นไม่เหมาะสมซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาในเรื่องของความรู้เชิงเนื้อหา (**Content Knowledge: CK**) ของนักศึกษาคู (**Mouza et al., 2014 : 206–221**) โดยการขาดความรู้เชิงเนื้อหาจึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้นักศึกษาคูกลุ่มเป้าหมายไม่สามารถออกแบบงานที่มีความหมาย รวมถึงสร้างความท้าทายในการหาคำตอบของผู้เรียนได้ (**Harris, Mishra, & Koehler, 2009 : 393-416**)

2. การออกแบบสื่อสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยนักศึกษาคูกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่ยังขาดความน่าสนใจ และขาดความหลากหลายของเทคโนโลยีที่เลือกนำมาใช้ (**González-Sanmamed, Sangrà, & Muñoz-Carril, 2017 : 633–647**) ยกตัวอย่างเช่น สื่อการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่สามารถใช้งานสำหรับการทำซ้ำการทดลองได้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถลองผิดลองถูกเพื่อหาคำตอบสำหรับงานได้ แสดงให้เห็นว่านักศึกษาคูกลุ่มเป้าหมายยังไม่สามารถใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปที่เลือกใช้ได้อย่างชำนาญ การเลือกใช้งานเทคโนโลยีจึงไม่สะท้อนการกำหนดทิศทางด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยเทคโนโลยีโดยการเลือกใช้งานเทคโนโลยีที่ตนเองถนัดและมีความมั่นใจ (**Song, 2018 : 22–32**)

นอกจากนั้น การใช้เทคโนโลยีในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาคูสะท้อนให้เห็นการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยครูในการสอน (**Teachers' teaching aid**) มากกว่าการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (**Students' learning support**) แสดงให้เห็นว่าครูยังขาดความตระหนักถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน (**Durak, 2021 : 5365-5387**) ถึงแม้จะมีหลักฐานแสดงถึงความรู้เชิงการสอนผนวกเทคโนโลยี (**Technological Pedagogical Knowledge: TPK**) ซึ่งเป็นทักษะทางเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการสอนอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีแล้วก็ตาม แต่การขาดการตระหนักดังกล่าวทำให้การบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ถูกนำมาใช้จนเกิดประโยชน์สูงสุด

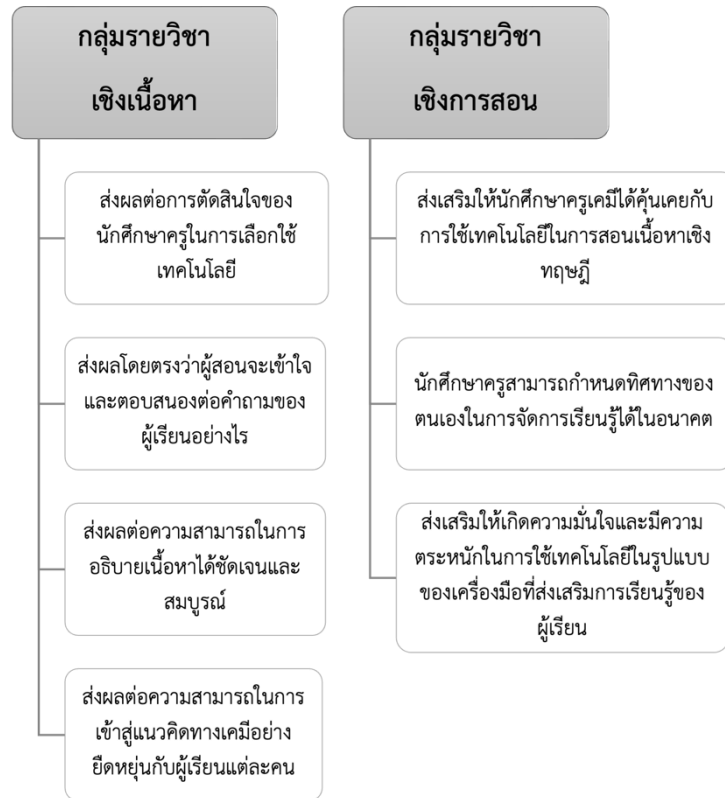
ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การออกแบบหลักสูตรเพื่อผลิตนักศึกษาครูเคมีนั้น อาจารย์ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับรายวิชาที่เป็นกลุ่มรายวิชาเชิงเนื้อหา (Content courses) มากขึ้นเพื่อสร้างและพัฒนาความรู้เชิงเนื้อหาที่เข้มแข็งให้กับนักศึกษาครูเคมี (Mouza et al., 2014 : 206–221) เนื่องจากความรู้เชิงเนื้อหานั้นส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษาครูในหลายประการ เช่น 1) ส่งผลต่อการตัดสินใจของนักศึกษาครูว่าจะมีการกำหนดเป้าหมายของเนื้อหาที่สอนเพื่อให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายร่วมกันอย่างไร ทำให้ครูสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายนั้น 2) ส่งผลโดยตรงว่าผู้สอนจะเข้าใจและตอบสนองต่อคำถามของผู้เรียนอย่างไร ซึ่งจะทำให้นักศึกษาครูใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองต่อคำถามของผู้เรียนได้หากผู้เรียนมีคำถามที่เป็นนามธรรมหรือคำถามในเนื้อหาส่วนที่ไม่สามารถใช้เพียงเนื้อหาในหนังสือเรียนเพื่อตอบสนองคำถามนั้น 3) ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและสมบูรณ์รวมถึงสามารถสร้างคำถามที่ท้าทายได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักศึกษาครูสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อยกตัวอย่างในการอธิบายเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจนรวมถึงกำหนดปัญหาที่ท้าทายผู้เรียนจากเครื่องมือทางเทคโนโลยีได้ และ 4) ส่งผลต่อความสามารถในการเข้าสู่แนวคิดทางเคมีอย่างยืดหยุ่นกับผู้เรียนแต่ละคนเพื่อสร้างความเชื่อมโยงได้ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักศึกษาครูสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองความยืดหยุ่นดังกล่าวได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย เป็นต้น (Lappan, 1999 : online)

1.2 การสอนรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีของอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาครูนั้น ควรมีการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนของอาจารย์ผู้สอนเองทั้งรายวิชาเชิงเนื้อหา (Content courses) และรายวิชาเชิงการสอน (Method courses) เนื่องจากเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาครูเคมีได้คุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาเชิงทฤษฎี ความคุ้นเคยของนักศึกษาครูในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวจะทำให้นักศึกษาครูสามารถกำหนดทิศทางของตนเองในการจัดการเรียนรู้ได้ในอนาคต รวมทั้งเกิดความมั่นใจในการใช้เทคโนโลยี และจะมีความตระหนักในการใช้เทคโนโลยีในรูปแบบของเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Rehmat & Bailey, 2014 : 744–755) เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการเรียนรู้จากหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว เช่น ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับทฤษฎีที่เป็นนามธรรมได้จากการทำให้เห็น (Visualization) ได้ โดยแต่ละกลุ่มรายวิชาสามารถพัฒนาและส่งเสริมสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาได้ตั้งแผนภาพที่แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนภาพแสดงข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า นักศึกษาครูเคมีกลุ่มเป้าหมายยังขาดความเข้มแข็งของความรู้เชิงเนื้อหาจนส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักศึกษา สิ่งที่น่าสนใจต่อจากนี้คือความรู้เชิงการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) ของนักศึกษาคู่นั้นจะส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีหรือไม่อย่างไร จึงควรมีการเก็บข้อมูลด้านการสอนของนักศึกษาคู่อจากการสังเกตชั้นเรียน (Classroom observation) เพื่อวิเคราะห์ผลของความรู้เชิงการสอนต่อสมรรถนะดังกล่าวจากการสอนในชั้นเรียนจริงของนักศึกษาในขณะฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียนเพิ่มเติมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches*. (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: qualitative, quantitative and mixed method approaches*. (4th ed). Thousand Oaks: Sage.
- Dogan, S., Dogan, N. A., & Celik, I. (2021). Teachers' skills to integrate technology in education: Two path models explaining instructional and application software use. *Education and Information Technologies*, 26, 1311–1332.
- Durak, H.Y. (2021). Preparing pre-service teachers to integrate teaching technologies into their classrooms: examining the effects of teaching environments based on open-ended, hands-on and authentic tasks, *Education and Information Technologies*, 26, 5365-5387.
- González-Sanmamede, M., Sangrà, A., & Muñoz-Carrilc, P. (2017). We can, we know how. But do we want to? Teaching attitudes towards ICT based on the level of technology integration in schools. *Technology, Pedagogy and Education*. 26 (5), 633–647.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*. 41 (4), 393-416.
- Lappan, G. (1999, November). *Knowing what we teach and teaching what we know*. National Council of Teachers of Mathematics. <https://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Glenda-Lappan/Knowing-What-We-Teach-and-Teaching-What-We-Know/>
- Ministry of Education Thailand. (2017). *Basic education core curriculum 2008 (revised)*. Bangkok, Thailand: Agricultural Cooperative Federation of Thailand Press.
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Ozden, S.Y., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computer and Education*, 71, 206–221.
- Novak, A. M., & Krajcik, J. (2006). Using technology to support inquiry in middle school science. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*, (75-101). Netherlands: Springer.
- Rehmat, A. P. & Bailey, J. M. (2014). Technology integration in sciences classroom: Preservice teachers' perceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 23 (6), 744–755.
- Song, L. (2018). Improving pre-service teachers' self-efficacy on technology integration through service learning. *Canadian Journal of Action Research*, 19 (1), 22–32.
- Thailand Science Research and Innovation. (2020, January). *Thai teachers' technological competency in 21st century*. Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation. <https://researchcafe.org/communications-technology-competencies-for-thai-teachers-in-the-21st-century/>
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2008). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy* (9th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed). Los Angeles, CA: Sage.