

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาารายวิชาการสอนแนวใหม่ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของ
 นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ : การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม
 DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE METHODS COURSE SUPPORTING PRE-SERVICE
 SCIENCE TEACHERS' TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT
 KNOWLEDGE: A CRITICAL PARTICIPATORY ACTION RESEARCH

Received: May 28, 2020

Revised: July 9, 2020

Accepted: July 10, 2020

นันทวัน พัวพัน^{1*} สิริินภา กิจเกื้อกุล² และสกนชัย ชะนูนันท์³
 Nuntawan Phuaphan^{1*} Sirinapa Kijkuakul² and Skonchai Chanunan³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์^{1,2,3}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Nuntawan.phu@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งพัฒนารายวิชาการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 54 คน พร้อมติดตามผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อนักศึกษาออกปฏิบัติการสอนในภาคสนามเป็นกรณีศึกษา กิจกรรมในรายวิชาถูกออกแบบให้เน้นการคิดวิพากษ์ การฝึกปฏิบัติและการสะท้อนคิด การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถามแบบวัด TPACK แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง บันทึกสังเกตการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาจำนวน 32 คน ร้อยละ 59.25 มีความกังวลใจว่าตนเอง มีความรู้ด้านเนื้อหาไม่เพียงพอที่จะเลือกใช้วิธีสอนและเทคโนโลยีเหมาะสมกันได้ รายวิชาจึงนำเนื้อหาที่นักศึกษาไม่เข้าใจมาเป็นหัวข้อในการฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักศึกษา มีความรู้ในเนื้อหาถูกต้องมากยิ่งขึ้น เมื่อติดตามผลภาคสนามพบว่า นักศึกษาสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี เช่น โปรแกรม PhET ได้เหมาะสมกับเนื้อหาและออกแบบวิธีสอนได้เหมาะสมกับบริบท ผู้วิจัยขอเสนอแนะว่า จำเป็นต้องตรวจสอบความรู้เนื้อหา ก่อน หากนักศึกษามีความรู้ด้านเนื้อหาที่ถูกต้องก็จะสามารถผนวกเทคโนโลยีมาส่งเสริมเนื้อหาและวิธีสอนได้ดียิ่งขึ้น และควรกำหนดให้หลักสูตรพัฒนานักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ เน้นกิจกรรมที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอนและเทคโนโลยีเป็นสมรรถนะหลัก ที่นักศึกษานำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นที่ไปตามเป้าหมายและตอบสนองต่อสังคม

คำสำคัญ: การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์

Abstract

This research aimed to develop an innovative method course for fostering 54 pre-service science teachers' technological pedagogical and content knowledge (TPACK). In addition, classroom observation was also used during pre-service science teacher practicum as follow-up case study to find out changes. The course activities were designed to emphasize on critical thinking, practice and reflection. Data were collected by using questionnaires, self-report of TPACK, semi-structured interviews, observation form, and lesson plans. The data

analysis was done by using content analysis. For credibility of data triangulation. The results showed that the 32 pre-service teachers (59.25%) were worried that they did not have strong content knowledge would determine appropriate methods of teaching and the selection and utilization of technology. Accordingly, the course was modified by setting the content that pre-service teachers did not understand to be a practical topic in microteaching practicing. This resulted in that pre-service teachers had more accurate knowledge of the content. As field monitoring during the practicum, it was found that pre-service teachers could choose to use technologies such as PhET programs which suitably fitted with the chosen content and they also could design proper teaching methods that were in consistency with the context. This research results suggest that they need to check their content knowledge as priority before developing other competencies. As pre-service teachers have proper and correct content knowledge, they will be able to integrate technology into their pedagogy and content knowledge. In addition, for teacher preparation programs, the focus should be placed on TPACK integration as core competency, which pre-service teachers can use for their science learning management in order to help students achieve the goals and be responsive to society.

Keywords: Critical Participatory Action Research, Technological Pedagogical and Content Knowledge, Pre-service Teachers

บทนำ

ความรู้เนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยี คือ กรอบแนวคิดที่อธิบายความรู้ของครู เมื่อบูรณาการเทคโนโลยีมาใช้ในการสอน และการจัดการเรียนรู้ โดยมีองค์ความรู้หลัก 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ซึ่งองค์ความรู้ทั้ง 3 ด้านนี้ ก่อให้เกิดการบูรณาการเป็นความรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ความรู้ด้านเนื้อหาพจนานุกรมเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK) ความรู้ด้านวิธีสอนพจนานุกรมเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) และความรู้ด้านเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) (Mishra & Koehler, 2006) การเตรียมให้นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มีความรู้เนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยีในระดับวิชา ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นกรอบแนวคิดของหลักสูตรการผลิตครูและเป็นตัวบ่งชี้ที่สะท้อนถึงการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ที่ดี ทั้งนี้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ เป็นความรู้และสมรรถนะตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครูของคุรุสภา ที่กำหนดไว้ว่าครูผู้สอนต้องมีความรอบรู้และเข้าใจเรื่องเทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้ และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (Teachers Council of Thailand, 2019)

ปัจจุบันหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์มีโครงสร้างหน่วยกิตและรายวิชาคล้ายคลึงกันตามมาตรฐานวิชาชีพ แต่เมื่อพิจารณาถึงคำอธิบายรายวิชาและการปฏิบัติการสอน พบว่า การจัดการเรียนรู้มีลักษณะแบบแยกส่วนระหว่างเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยี (Faikhamta et al., 2018) ส่งผลให้คุณภาพของการผลิตนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ไม่เป็นไปตามต้องการ ซึ่ง Chatmaneeungcharoen (2020) ให้ข้อมูลว่า คุรุวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ด้านเนื้อหา แต่ไม่สามารถนำเสนอความรู้ด้านเนื้อหาที่ตนเองมีอยู่ ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้ ส่งผลให้การเรียนการสอนในเนื้อหาดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการศึกษา โดยมีแนวทางในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ให้กับสถานศึกษา แต่สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ในการศึกษา คือ การพัฒนาครูให้มีความรู้ ความสามารถในการนำสื่อเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้และพัฒนาการเรียนการสอน หากสภาพแวดล้อมและอุปกรณ์เอื้ออำนวยแต่ครูไม่รู้จักนำไปใช้ให้คุ้มค่า การลงทุนเพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา นี้จะได้ผลลัพธ์ที่ไม่คุ้มค่า (Office of the Education Council, 2018)

ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์นิเทศก์ในมหาวิทยาลัยการผลิตครูแห่งหนึ่ง พบว่า การปฏิบัติการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่ผ่านมา นักศึกษาครูไม่สามารถบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้หลากหลายลักษณะ เช่น การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหรือสื่อในการส่งเสริมเนื้อหา สู่การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่สะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การเลือกใช้ แอปพลิเคชันต่างๆ นักศึกษาให้เหตุผลในการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีเพียงเพื่อความสนุกสนานในชั้นเรียน โดยไม่ได้คำนึงถึงหลักการหรือการวิเคราะห์เป้าหมายของสื่อเทคโนโลยีที่เลือกใช้ว่ามีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกับเนื้อหาหรือวิธีการสอนอย่างไรได้บ้าง

การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม (Kemmis et al., 2014) จะเน้นกระบวนการพัฒนาคน และผู้มีส่วนร่วมหลายฝ่าย มุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของบุคคล ผ่านการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมลงมือปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นวงจรของการปฏิบัติ โดยลักษณะเด่นของงานวิจัยลักษณะนี้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยจะเริ่มต้นด้วยการวิพากษ์ถึงการปฏิบัติและผลลัพธ์จากการปฏิบัติของตนทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อให้เห็นถึงเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ทำให้ปัญหานั้นยังคงอยู่ ผ่านการสังเกตและวิเคราะห์การปฏิบัติ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การพูดแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน การทำกิจกรรม และความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้ร่วมวิจัยทุกฝ่าย ด้วยการที่ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนจะต้องตั้งคำถามให้เกิดการแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจะต้องมีการจัดแจง อำนวยความสะดวกให้มีอุปกรณ์ สิ่งของต่างๆ เพื่อสนับสนุนกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนการจัดแจงด้านสังคมและบรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ จนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติ ได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจและมีความยั่งยืน

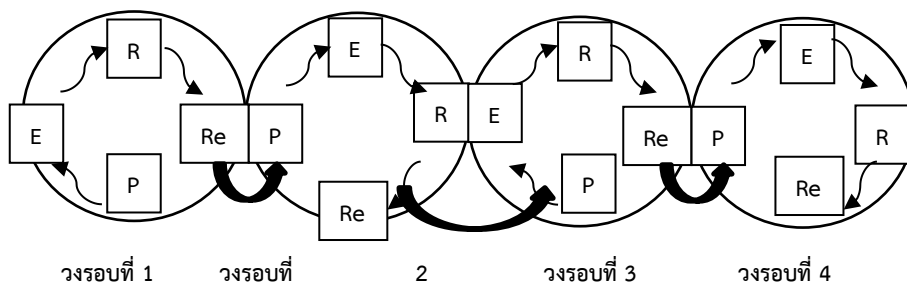
ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ความรู้ และประสบการณ์ ที่ได้รับจากรายวิชาใช้ในการจัดการเรียนรู้ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้ โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วมเป็นสิ่งขับเคลื่อนให้เกิดผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติในครั้งนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครู
2. เพื่อติดตามการนำความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาครู

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม (Kemmis et al., 2014) จำนวน 4 วงรอบในระยะที่ 1 ดังภาพ 1



หมายเหตุ P: Planning=วางแผน, E: Enact=ปฏิบัติ, R: Reflecting=สะท้อนผล, Re: Re-planning=เปลี่ยนแปลงปรับปรุงทุกขั้นตอน ทั้งผู้วิจัยและนักศึกษา ร่วมกันวางแผน ปฏิบัติ สะท้อนผล และปรับการวางแผนในทุกวงรอบ

ภาพ 1 วงรอบการปฏิบัติในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยตรวจสอบการรับรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี และออกแบบรายวิชาตามกรอบ TPACK Based course (Lee & Kim, 2014) โดยมีการปฏิบัติ 4 วงรอบ รวมทั้งสิ้น 15 สัปดาห์ ดังนี้

ตาราง 1 หลักการและแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้รายวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้รายวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	วงรอบ (สัปดาห์)	องค์ประกอบของ TPACK
ส่วนที่ 1 ทำความเข้าใจ	- ทำความเข้าใจทฤษฎีผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้และวิพากษ์การจัดการเรียนรู้จากกรณีศึกษา	วงรอบที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1-4)	CK, PK, PCK TPACK
ส่วนที่ 2 การให้ประสบการณ์	- ให้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และฝึกการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (การสร้างและการใช้สื่อเทคโนโลยี)	วงรอบที่ 2 (สัปดาห์ที่ 5-6)	TK, TCK, TPK, TPACK
ส่วนที่ 3 เตรียมการก่อนฝึกปฏิบัติ	- วิเคราะห์ประเภทของความรู้ก่อนออกแบบกิจกรรม - วิเคราะห์ความเหมาะสมของเนื้อหากับผู้เรียนตามบริบท - จัดหาวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอต่อการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค	ก่อนวงรอบที่ 3 (สัปดาห์ที่ 7)	CK, PK, TK, TCK, TPK, PCK, TPACK
ส่วนที่ 4 การปฏิบัติการสะท้อนผลและการแก้ไข	- ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค 2 ครั้ง - นักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อร่วมชั้นและผู้วิจัยสะท้อนผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข	วงรอบที่ 3-4 (สัปดาห์ที่ 8-15)	CK, PK, TK, TCK, TPK, PCK, TPACK

ระยะที่ 2 เป็นกรณีศึกษา การติดตามผลนักศึกษาครูในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยมีผู้วิจัยเป็นอาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำและสะท้อนการปฏิบัติร่วมกันกับนักศึกษา

ผู้ร่วมวิจัย ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และมีความสมัครใจในการร่วมวิจัย ซึ่งมีผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 54 คน ระยะที่ 2 ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยมีเกณฑ์การเลือกนักศึกษาครูทั้ง 3 คน จากผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา) ที่แตกต่างกัน โดยมีผลการเรียนอยู่ในระดับดีมาก ระดับดี และระดับปานกลาง นอกจากนี้ นักศึกษาทั้ง 3 คน จะต้องออกฝึกประสบการณ์ในโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน เช่น บริบทของโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 1 มีดังนี้ 1) แบบสอบถามการรับรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ท้าทายต่อการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด (Open-ended) 2) แบบวัด TPACK เป็นแบบประเมินตนเอง (Self-Report) ประกอบด้วย 20 รายการที่สอดคล้องกับกรอบความรู้ TPACK ของ Mishra and Koehler (2006) ซึ่งจำแนกความเห็นตามลิเคิร์ท สเกล ออกเป็น 5 ระดับเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 3) แผนการจัดการเรียนรู้หรือรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) เป็นการออกแบบกิจกรรมที่เน้นความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ดังตาราง 1 4) แบบบันทึกหลังสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกผลจากการใช้กิจกรรมในแต่ละสัปดาห์อย่างละเอียด บันทึกหลังสอนนี้เป็นข้อมูลดิบที่สำคัญมากในการวิเคราะห์หาลักษณะการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสะท้อนข้อมูลอย่างละเอียดภายใต้กรอบแนวคิดการวิจัย 5) แผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา ซึ่งนักศึกษาจะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ขณะปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค 2 ครั้งในรายวิชา โดยใช้เวลาคู่ละ 30 นาที 6) แบบบันทึกสังเกตการสอน เป็นการสังเกตแบบมีส่วนร่วมโดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการสอนของนักศึกษา ขณะที่นักศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ระยะที่ 2 มีดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ (ของนักศึกษา) เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของนักศึกษา รายละเอียดของแผนประกอบไปด้วยสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ การวัดและประเมินผล ซึ่งนักศึกษาจะใช้เวลาในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 1 เดือน ขณะออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 2) แบบบันทึกการสังเกต เป็นการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการสอนของนักศึกษาและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ขณะที่นักศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน 3) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นการซักถามที่ผู้วิจัยเตรียมข้อคำถามปลายเปิด เพื่อใช้สนทนากับนักศึกษาเพิ่มเติม โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ไม่เกิน 30 นาที หลังจากการจัดการเรียนรู้

ทั้งนี้ เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม แบบวัด TPACK แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกสังเกตการสอน แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เมื่อผู้วิจัยสร้างเครื่องมือเสร็จสิ้นได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นจึงนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการอ่าน จับใจความ ตีความ ค้นหาแบบแผนของพฤติกรรม จนนำไปสู่ข้อสรุป ดังตัวอย่างตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

กลุ่ม	รหัสข้อมูล	ตัวอย่าง
การวิเคราะห์ประเภทความรู้ก่อนออกแบบกิจกรรม	CT1 (ความหมาย คือ นักศึกษาคนที่ 1 แสดงออกถึงการวิเคราะห์ประเภทความรู้; แนวคิด) LT1, PT1 (ความหมาย คือ นักศึกษาคนที่ 1 แสดงออกถึงการวิเคราะห์ประเภทความรู้; กฎ, หลักการ)	“...การสอนแนวคิดก็จะต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้สังเกตหลายสิ่ง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบ แล้วจึงสร้างข้อสรุปที่ค้นพบ ถ้าสอนความรู้ที่เป็นกฎหรือหลักการ ก็จะต้องให้นักเรียนได้อธิบายความสัมพันธ์ ผ่านกิจกรรมการทดลอง...ครับ”
การเลือกเทคโนโลยีส่งเสริมการสอน	TPKT2 (ความหมาย คือ นักศึกษาคนที่ 2 แสดงออกถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีกับวิธีสอน)	“ใช้ <u>Plicker</u> ในการเช็คชื่อเข้าชั้นเรียน บางครั้งก็ใช้ในการเล่นเกมตอบคำถาม สะดวกมากครับ”
การเลือกเทคโนโลยีส่งเสริมเนื้อหา	TCKT2 (ความหมาย คือ นักศึกษาคนที่ 2 แสดงออกถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีกับเนื้อหา)	“ใช้ภาพเคลื่อนไหวแบบแอนิเมชันจากโปรแกรม PhET ที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัวเนื่องจากอนุภาคของสสารอยู่ห่างกันมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่อสสารสูญเสียความร้อนจะหดตัวเนื่องจากอนุภาคของสสารมาอยู่ใกล้กันมากขึ้น”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยอาศัยการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) (Freire, 1970) ใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด เก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน เพื่อดูว่าผลสรุปจะไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ รวมทั้งนำบันทึกการสัมภาษณ์ส่งให้นักศึกษายืนยันข้อมูลความถูกต้อง (Member Checking) นอกจากนี้ ตัวผู้วิจัยเองเข้าไปมีส่วนร่วม ฝังตัวในบริบทที่ศึกษาเป็นเวลายาวนาน ตลอดระยะเวลา 4 เดือน (Prolonged Engagement) เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งที่ศึกษาจนเกิดความคุ้นเคย เกิดความไว้วางใจระหว่างผู้วิจัยกับนักศึกษา ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลตรงตามสภาพจริง

ผลการวิจัย

1. การพัฒนารายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาทฤษฎีและเทคโนโลยีของ **นักศึกษาครู** จากผลการสำรวจเบื้องต้นเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความกังวลใจในความรู้ด้านเนื้อหามากที่สุด โดยคิดว่าตนเองมีความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 59.25 ทั้งนี้ นักศึกษายังคิดว่าตนเองขาดความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 20 คน (ร้อยละ 37.04) รองลงมา คือ เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 11 คน (ร้อยละ 20.37) เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ จำนวน 10 คน (ร้อยละ 18.52) เรื่องพันธุศาสตร์ จำนวน 8 คน (ร้อยละ 14.81) และ

เรื่องสารชีวโมเลกุล จำนวน 5 คน (ร้อยละ 9.26) ตามลำดับ และเมื่อจัดการเรียนรู้ตามวงรอบปฏิบัติการ พบว่า นักศึกษามีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บนฐานการวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม ที่เป็นสิ่งขับเคลื่อนให้เกิดผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติ ดังตาราง 3

ตาราง 3 สรุปการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติในวงรอบที่ 1 ถึง วงรอบที่ 4

การปฏิบัติ	วงรอบที่ 1	วงรอบที่ 2	วงรอบที่ 3	วงรอบที่ 4
ความคิดเห็น ในชั้นเรียน	“ไม่เคยได้อินหรือรู้จัก PCK, TPACK” (เบล 01 23/7/62)	“ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสื่อ เทคโนโลยีที่จะช่วยส่งเสริม เนื้อหาวิทยาศาสตร์” (ไบเตย 01 13/8/62) “อยากให้อาจารย์ช่วยสอน สร้างสื่อเทคโนโลยี หรือ แนะนำสื่อใหม่ ๆ ที่ น่าสนใจ” (เอก 02 13/8/62)	“ยังไม่แม่นเนื้อหา” (บ๊อง 01 10/9/62) “เลือกใช้ 5E เพราะ ค้นเคย” (เจ๊บัว 01 10/9/62)	“ไม่เคยวิเคราะห์ประเภทของความรู้ก่อน ออกแบบกิจกรรม เมื่อทำแล้วทำให้เข้าใจ การออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับ ประเภทของความรู้มากขึ้น เช่น ความรู้ที่เป็นหลักการต้องใช้การทดลอง” (เอ๋ 01 22/10/62) “เมื่อก่อนใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อความ สนุกสนานเพียงอย่างเดียว ตอนนี้อย่างเลือกใช้ เทคโนโลยีในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เช่น Quiver ดูโครงสร้างเซลล์” (เป๊อ 01 22/10/62)
การทำ กิจกรรม	- วิพากษ์การจัดการ เรียนรู้ - ทำความเข้าใจเนื้อหา พร้อม ออกแบบ กิจกรรมที่ส่งเสริม ความเข้าใจเนื้อหา	สร้างและฝึกการใช้สื่อ เช่น PhET, Piktochart, Powtoon, Quizizz เป็นต้น	ปฏิบัติการสอนแบบ จุลภาคเป็นรายคู่ สะท้อนการสอนของ ตนเอง และรับฟัง ข้อเสนอแนะจากเพื่อน และครูผู้สอน	นำเสนอความเข้าใจเนื้อหา ด้วย Concept map และฝึกวิเคราะห์ Core TPACK ก่อนที่จะปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคเป็น รายคู่ จากนั้นสะท้อนการสอนของตนเอง และรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนและ ครูผู้สอน
ความสัมพันธ์	นักศึกษามีความไว้วางใจระหว่างเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน (ผู้วิจัย) จึงสามารถสะท้อนการเรียนรู้ได้อย่างเปิดเผยและมี ความรู้สึกปลอดภัยเป็นที่เชื่อใจซึ่งกันและกันด้วยความจริงใจ			
เปลี่ยนแปลง ปรับปรุงใน วงรอบถัดไป	นักศึกษาเข้าใจกรอบ PCK, TPACK และ เนื้อหาที่ยากต่อการ เรียนรู้ แต่ยังขาด ความรู้ทางด้านการ สร้างและการใช้งานสื่อ เทคโนโลยี ที่สามารถ ส่งเสริมเนื้อหา ส่งเสริม การสอนในชั้นเรียน	นักศึกษาเข้าใจสื่อเทคโนโลยี ที่สามารถส่งเสริมเนื้อหา ส่งเสริมการสอนในชั้นเรียน แต่ยังขาดการนำสื่อที่ได้ เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ ผู้วิจัย และนักศึกษาจึงเห็นพ้องกัน ว่าควรมานำมาใช้ในการ ปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค	นักศึกษาไม่รู้หลักการ ออกแบบกิจกรรมหรือ หลักในการเลือกสื่อ เทคโนโลยีตัวแทนที่ดีใน การส่งเสริมเนื้อหา แต่ สามารถเลือกใช้สื่อ เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการ สอนในชั้นเรียนได้ หลากหลาย ผู้วิจัยจึง ต้องเพิ่มกิจกรรมการ วิเคราะห์ประเภทของ ความรู้ และการ ออกแบบกิจกรรมเพื่อ เป็นตัวแทนที่ดีในการ ส่งเสริมเนื้อหา	นักศึกษามีแนวทางในการเลือกใช้สื่อ เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมเนื้อหา นอกจากนี้ จากเดิมเลือกใช้แต่รูปแบบการสอน 5E มา โดยตลอดก็มีการพิจารณาถึงรูปแบบการ สอนให้สอดคล้องกับประเภทของความรู้ เช่น ใช้ POE กับเนื้อหาที่ต้องการให้เห็น ถึงความสัมพันธ์ มีการทดลอง เป็นต้น และมีการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีในการ ส่งเสริมการสอนในชั้นเรียนที่หลากหลาย เช่น Plicker, Quizizz, Powtoon เป็นต้น

รายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูควรประกอบด้วยความรู้และปฏิบัติการ 3 องค์ประกอบหลัก ดังต่อไปนี้

หลักการสอน ได้แก่ 1) แนวคิดและทฤษฎีทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาครู วิทยาศาสตร์ต้องทำความเข้าใจ ได้แก่ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การรู้วิทยาศาสตร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนการสอน และเทคนิคต่าง ๆ กรอบความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี และการประเมินการเรียนรู้ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสาธิตการสอน วิพากษ์กรณีศึกษา การตั้งคำถามและการสะท้อนคิด การวิเคราะห์ตาราง Core TPACK และการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค ซึ่งกิจกรรมการสอนดังกล่าว โดยเฉพาะการสะท้อนคิดมีประโยชน์ทั้งต่อครูผู้สอน จะช่วยให้สามารถประเมินความรู้ ทักษะคิดและทักษะการปฏิบัติของนักศึกษาได้ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที่ ในขณะที่นักศึกษาได้ประโยชน์คือสามารถประเมินศักยภาพและจุดบกพร่องของตนเอง และค้นหาวิธีการเพื่อปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้น และสามารถบูรณาการความรู้ทางทฤษฎีสู่การการปฏิบัติได้

การฝึกปฏิบัติการสอนในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่นักศึกษามักเข้าใจคลาดเคลื่อน จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ แรงและการเคลื่อนที่ ปฏิกริยาเคมี การสลายสารอาหารระดับเซลล์ พันธุศาสตร์ สารชีวโมเลกุล การนำเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้มาให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการสอนเพื่อช่วยให้นักศึกษาได้มีโอกาสทบทวน และแก้ไขสิ่งทีคลาดเคลื่อน เพราะเมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง โดยลงมือปฏิบัติด้วยตนเองแล้ว จะช่วยให้เขาได้ใคร่ครวญและตระหนักถึงการพัฒนาตนเองได้

การเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยี ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการสร้างและใช้งาน ได้แก่ สื่อเทคโนโลยีที่ส่งเสริมเนื้อหา ผู้วิจัยพบว่า การใช้สื่อโปรแกรม PhET ส่งผลเป็นอย่างดี ต่อการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองเสมือนจริง แต่การใช้โปรแกรม PhET ก็ยังไม่ตอบสนองต่อเป้าหมายในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านปฏิบัติการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ เช่น ทักษะเฉพาะในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการใช้สื่อเทคโนโลยีในการส่งเสริมเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพ บทบาทหลักจึงอยู่ที่ครูผู้สอนจะต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีเหล่านั้น ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตร ร่วมกับการตั้งคำถาม ออกแบบขั้นตอนการทดลองที่สอดคล้องกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ส่วนสื่อเทคโนโลยีที่ส่งเสริมวิธีสอน ที่ช่วยในการสอนหรือการบริหารจัดการชั้นเรียน การวัดและประเมินผล ที่นักศึกษาเลือกใช้ ได้แก่ Plickers, Quizizz, Powtoon, Poll everywhere เป็นต้น ซึ่งสื่อเหล่านี้ จะช่วยจัดการระบบการโต้ตอบในชั้นเรียนได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาและมีผลการแสดงคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การติดตามการนำความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาครู การติดตามผลการนำความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ตลอดระยะเวลา 1 เดือน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 แบ่งเป็น 3 กรณีศึกษา ดังนี้

ธนา มีพื้นฐานทางด้านความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก แต่เมื่อได้เรียนรู้ในรายวิชาจากการปฏิบัติทั้ง 4 วนรอบ พบว่า ในเบื้องต้น ธนา ยังไม่เคยได้ยินหรือเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีมาก่อน และยังขาดความรู้เกี่ยวกับการสร้างและใช้งานสื่อเทคโนโลยี ที่จะช่วยส่งเสริมเนื้อหาและวิธีการสอนที่หลากหลายและทันสมัย ซึ่งปัญหานี้พบได้กับนักศึกษาทุกคน เมื่อธนาได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชา พบว่า เขามีความเข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้อง สามารถสร้างและเลือกใช้ใช้งานสื่อเทคโนโลยีได้หลากหลาย และเมื่อออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู พบว่า ในครั้งแรก ธนายังคงติดปัญหาเรื่องการออกแบบกิจกรรม ที่ไม่สอดคล้องกับประเภทของความรู้ เขายังคงใช้การบรรยาย แต่เมื่อได้รับการให้คำแนะนำจากผู้วิจัย และจากการสะท้อนการปฏิบัติของเขาเอง ครั้งต่อมา ธนาเริ่มวิเคราะห์เนื้อหาว่าเป็นความรู้ประเภทใดก่อน ระดับชั้นที่สอนควรมีขอบเขตการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานเป็นอย่างไร เหมาะสมกับนักเรียนในชั้นเรียนของเขาหรือไม่ หลังจากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมมีการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา ด้านวิธีสอนและเทคโนโลยีด้วยการใช้โปรแกรม PhET ในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสม ดังภาพ 2 และตัวอย่างต่อไปนี้

“ในตัวโปรแกรม PhET มีสถานการณ์จำลองทางด้านฟิสิกส์ ให้นักเรียนได้ทดลองและเห็นการเคลื่อนที่ ตำแหน่งของวัตถุ เข้าใจได้ง่ายกว่าการที่ต้องจินตนาการเอง” (นศ.1 18/12/62)

นนท์ มีพื้นฐานทางด้านความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี หลังจากได้เรียนรู้ในรายวิชา พบว่า นนท์มีการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านเทคโนโลยีดีมาก มีการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา วิชสอน และเทคโนโลยี ได้เหมาะสม เห็นได้อย่างชัดเจนตั้งแต่การเลือกใช้โปรแกรม PhET ในการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคเพื่อส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เมื่อออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ พบว่า เขาวิเคราะห์ประเภทของความรู้ก่อนออกแบบกิจกรรม สามารถเลือกใช้วิธีการสอนและสื่อเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมเนื้อหาได้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะแม้ว่านนท์สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนได้อย่างโดดเด่น แต่ก็ควรระวังเรื่องข้อจำกัดของสื่อเทคโนโลยีแต่ละประเภท เช่น หากเรื่องที่สามารถทำการทดลองเบื้องต้นได้โดยง่าย ก็ควรให้นักเรียนได้ทำการทดลองจริงๆ แล้วใช้สื่อเทคโนโลยีเป็นส่วนเสริมในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ทำให้การปฏิบัติการสอนครั้งต่อมามีการปรับปรุงออกแบบกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นนงค์ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า

“โรงเรียนที่เขาสอนอยู่เป็นโรงเรียนขนาดกลาง และมีความพร้อมด้านเทคโนโลยี จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การใช้สื่อเหล่านี้ได้อย่างสะดวกและประสบผลสำเร็จ” (นศ.2 17/12/62)

โบว์ เป็นนักศึกษาที่มีพื้นฐานทางด้านความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง เขาประเมินตนเองก่อนเรียนว่ามีปัญหาความรู้ด้านเนื้อหา นอกจากนี้ยังมีความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย หลังจากเรียนรู้ในรายวิชา พบว่า โบว์ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเด่นชัดคือ ความรู้ด้านเทคโนโลยี และการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีมาส่งเสริมวิธีสอนดังตัวอย่าง

“หนูไม่ได้ชอบทำงานนะ แต่หนูชอบการได้คิด ได้ออกแบบ หนูคิดว่ามันเพลินดี Piktochart เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ไม่ยาก มีลูกเล่นเยอะดี หนูรู้จักการใช้งานแอฟนี่ ได้เป็นครั้งแรก สนุกกับทุกแอฟเลย STKC Science AR, CANVA, Thinking, Solar system scope, Quizshow โดยเฉพาะแอฟ Solar system scope ภาพ กราฟฟิคสวยมากและมีความชัดเจน เหมาะกับการสอนเรื่องโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มาก ๆ ค่ะ” (นศ.3 20/8/62)

แต่โบว์ยังคงติดปัญหาความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ในรายวิชาจะจัดให้มีการนำเสนอเนื้อหา ก่อนออกแบบการสอน ก็ยังพบว่า โบว์ มีความเข้าใจในเนื้อหาดีขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ในครั้งแรก พบว่า โบว์ไม่สามารถวิเคราะห์ประเภทของความรู้ และจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามโบว์มักจะมีสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกและสร้างความสนใจให้กับนักเรียน เช่น การใช้ Quizizz เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน แต่เมื่อได้รับการให้คำแนะนำจากผู้วิจัย และจากการสะท้อนการปฏิบัติด้วยตนเอง พบว่า ในครั้งต่อมา โบว์ไปทำความเข้าใจด้านเนื้อหาที่จะสอนมาเป็นอย่างดี มีความเข้าใจด้านเนื้อหาได้ถูกต้อง มีการวิเคราะห์ประเภทของความรู้ และสามารถออกแบบกิจกรรมการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหา แต่ยังไม่เหมาะสมกับความถนัดของระดับชั้นของนักเรียน โบว์ใช้กิจกรรมการทดลองและมีการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาเสริม แต่เนื่องด้วยโรงเรียนของโบว์เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก จึงทำให้ไม่มีอุปกรณ์และโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีไม่ครบถ้วน โบว์จึงให้ข้อเสนอแนะว่า

“หากโรงเรียนไม่มีความพร้อมด้านสื่อเทคโนโลยี หนูก็ต้องแก้ปัญหาด้วยการประยุกต์ใช้สื่อรอบตัว และทรัพยากรของตนเองก่อนค่ะ” (นศ.2 17/12/62)

สรุปผลการวิจัย

รายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ช่วยให้นักศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านเนื้อหา ได้ทบทวนและแก้ไขสิ่งทีคลาดเคลื่อน เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านวิธีสอน โดยได้ฝึกปฏิบัติการสอนและออกแบบกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านเทคโนโลยี จากเดิมที่ไม่เคยได้รับประสบการณ์ในการสร้างและใช้งานสื่อเทคโนโลยี ที่จะช่วยส่งเสริมเนื้อหา หรือส่งเสริมการสอน ก็ได้เรียนรู้และนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคได้ และเมื่อลงสู่ภาคสนาม ผู้วิจัยได้ติดตามนักศึกษา 3 คน ในการนำความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู พบว่า หากนักศึกษามีความรู้ด้านเนื้อหาที่ถูกต้องก็จะสามารถบูรณาการเทคโนโลยีมาส่งเสริมเนื้อหาได้เช่นกัน แต่ก็ยังพบข้อจำกัดเมื่อออกฝึกประสบการณ์ในโรงเรียนเกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานการใช้สื่อเทคโนโลยีอยู่บ้างในโรงเรียนขนาดเล็ก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี จากผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่ไม่รู้เนื้อหาหรือไม่แม่นในเนื้อหา จะไม่สามารถออกแบบกิจกรรม หรือผนวกความรู้ด้านเนื้อหากับวิธีสอนหรือเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม แต่เมื่อได้รับการพัฒนาความรู้ด้านเนื้อหา เช่น การนำเสนอแผนผังความคิด (Concept Map) การตั้งคำถาม ข้อสงสัยในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในระดับเรียนระหว่างผู้สอนกับนักศึกษา ได้ช่วยให้ นักศึกษาทุกคน สามารถเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านเนื้อหา ได้ทบทวนและแก้ไขสิ่งที่คลาดเคลื่อน หรือบกพร่องได้ ผู้วิจัยค้นพบว่านักศึกษามีความรู้ด้านเนื้อหาดี จะสามารถบูรณาการความรู้ด้านวิธีสอนและเทคโนโลยีได้ดีกว่า นักศึกษาที่ไม่รู้เนื้อหาหรือยังมีความเข้าใจด้านเนื้อหาคลาดเคลื่อน ซึ่งก็สอดคล้องกับ Jang and Chen (2010) ที่ค้นพบว่า นักศึกษาครูต้องทำความเข้าใจองค์ประกอบของ TPACK และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องก่อน เพื่อสร้างฐานความรู้ของการบูรณาการเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น

2. การสะท้อนคิดในการปฏิบัติ (Reflective Practice) ก่อให้เกิดความเข้าใจความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี การทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เป็นการปฏิบัติ เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ แต่ต้องมีการสะท้อนความคิดด้วย นักศึกษา จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้รับประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ดังที่นักการศึกษา Kolb and Kolb (2011) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่เรียกว่า Experiential Learning เอาไว้ว่าการเรียนรู้แบบนี้จะเน้นที่การมีประสบการณ์ในสิ่งนั้นๆ โดยตรง โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ได้ลงมือปฏิบัติและทำกิจกรรมด้วยตนเอง จากนั้นมีการทบทวน ไตร่ตรอง ด้วยการสนทนา การอภิปราย จนสามารถสรุปเป็นหลักการหรือทฤษฎี โดยผู้เรียนจะนำสิ่งที่ได้ไปปฏิบัติจริง เมื่อผู้วิจัยเปิดพื้นที่ให้นักศึกษาทุกคนสามารถพาตัวเองเข้าไปประสบกับสิ่งต่างๆ ได้โดยตรง แล้วจึงตกผลึกความคิดที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์นั้น ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการสรุปออกมาเป็นหลักการเพื่อนำไปปฏิบัติในชีวิตจริง การใช้กระบวนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จึงเหมาะกับลักษณะของการเรียนรู้ของนักศึกษาในช่วงวัยเช่นนี้ ซึ่งจัดว่าเป็นวัยผู้ใหญ่ อีกด้วย ผู้ใหญ่จะมีวุฒิภาวะและเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ และจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ถ้าเรื่องที่เรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและมีความจำเป็นต่อรู้ (Knowles, 1980) ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ปรากฏว่า นักศึกษามีการเรียนรู้ที่เกิดจากเรื่องที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง โดยเฉพาะความสนใจทางด้านสื่อเทคโนโลยี ที่ช่วยในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้จริง

3. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) สามารถส่งเสริมการออกแบบกิจกรรมที่เน้นความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ผู้วิจัยค้นพบว่า ในการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งแรก นักศึกษาไม่มีหลักการในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ นั้นเป็นเพราะพวกเขายังไม่เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่รู้ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ในแง่ต่างๆ โดยเฉพาะลักษณะและประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาที่สอน โดยพยายามสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน (Explicit Approach) เพื่อให้ นักศึกษาทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้จะนำไปสู่การพัฒนาให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ประเภทของความรู้ได้ ออกแบบกิจกรรม นำมาสู่การบูรณาการความรู้ด้านวิธีสอนและความรู้ด้านเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ (Faikhamta, 2020)

4. โครงสร้างพื้นฐานและความเท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยี ส่งผลต่อการปฏิบัติการสอนที่เน้นความรู้เนื้อหา
ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี จากผลการวิจัย พบว่า เมื่อนักศึกษาออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียน มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความไม่พร้อมของโครงสร้างพื้นฐานและการเข้าถึงเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ในแต่ละโรงเรียน ซึ่งนั่นทำให้นักศึกษาจะต้องใช้การแก้ปัญหาตามแต่ละบริบทที่ตนเองได้เผชิญ ส่งผลต่อการนำสื่อเทคโนโลยีที่ต้องใช้อินเทอร์เน็ตหรือฟิงงาอุปกรณ์โครงสร้างพื้นฐาน หากนักศึกษาครูต้องการใช้สื่อเหล่านี้ มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ ก็จะต้องแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เช่น การแชร์ข้อมูลอินเทอร์เน็ตของตนเอง หรือแม้กระทั่งพกพาเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองมาใช้ในการดำเนินกิจกรรม แต่อย่างไรก็ตาม Chamrat (2017) กล่าวว่า การมุ่งเน้นให้นักศึกษามีชุดความคิด (Mindsets) เกี่ยวกับทักษะการเลือกและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี มากกว่าการมุ่งเน้นให้นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ทุกครั้งโดยไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์เป้าหมายที่แท้จริงของสื่อเทคโนโลยีที่เลือกใช้ แม้ว่าจะมีการขาดแคลนอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีหรืออินเทอร์เน็ต ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อ หากนักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มี หรือแม้กระทั่งกระบวนการทางเทคโนโลยีมาบูรณาการทดแทน นักศึกษาครูจะมีวิธีคิด แบบนักเทคโนโลยีเข้าไปในการสอนได้ นั่นคือ การศึกษาเกี่ยวกับเทคนิค วิธี ทักษะ รวมทั้งกระบวนการเพื่ออำนวยความสะดวกในจุดมุ่งหมายเฉพาะ

5. เทคโนโลยีไม่ใช่ทั้งหมดของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ก็เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมเนื้อหาที่เป็นนามธรรม
และอำนวยความสะดวกต่อการจัดการชั้นเรียนของนักศึกษาครู จากข้อค้นพบที่ว่าเทคโนโลยีไม่ใช่ทั้งหมดของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นั้นเป็นเพราะหัวใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือการมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ การสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น ให้นักเรียนได้เข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ครูผู้สอนหรือนักศึกษาครู ต้องมีความสามารถในการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเนื้อหา กับความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ซึ่งจะใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมเนื้อหาบางเนื้อหา โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เข้าใจยาก เข้ามาบูรณาการเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการส่งเสริมและพัฒนาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาครู เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาครูที่จะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ที่จะส่งผลกระทบต่อระบบการจัดการศึกษาและอนาคตของนักเรียน และส่งผลกระทบต่อดำเนินชีวิตของผู้คนในอนาคต และคาดการณ์ว่าในอีกไม่นานนี้ เทคโนโลยีนี้จะเปลี่ยนแปลงวิถีการใช้ชีวิตของผู้คน (Geng, 2016)

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่มีความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จะสามารถนำความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปจึงอาจวิเคราะห์ในเชิงลึก เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีทั้ง 7 องค์ประกอบ โดยเฉพาะองค์ประกอบหลัก ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีสอน ความรู้ด้านเทคโนโลยี เป็นปัจจัยหลักที่ช่วยส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในองค์ประกอบที่เป็นการบูรณาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ที่มีอบทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ระดับปริญญาเอก

References

- Chatmaneerungcharoen, S. (2020). Enhancing in-service science teachers' technological pedagogical content knowledge for STEM Education reflecting sufficiency economy. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 14(1), 138-152.
- Chamrat, S. (2017). *Technology Integrated Learning*. Bangkok: Charansanitwong Printing.
- Faikhamta, C., Ketsing, J., Tanak, A., & Chamrat, S. (2018). Science teacher education in Thailand: A challenging journey. *Asia-Pacific Science Education*, 4(3). <https://doi.org/10.1186/s41029-018-0021-8>
- Faikhamta, C. (2020). *Strategies for teaching chemistry*. Bangkok: CU press. [in Thai]
- Freire, P. (1970). *Education for critical consciousness*. New York: Continuum Publishing.
- Geng, H. (2016). *Internet of thing and data analytics handbook*. New Jersey: John Wiley.
- Jang, S. J., & Chen, K.C. (2010). From PCK to TPACK: Developing a transformative model for pre-service teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 553-564.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Singapore: Springer Singapore.
- Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy*. New York: Cambridge, The Adult Education Company.
- Kolb, A., & Kolb, D. (2011). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. In Armstrong, S. J. & Fukami, C. (Eds.) *Handbook of management learning, education and development*. 10.4135/9780857021038.n3.
- Lee, C. J., & Kim, C. (2014). Implementation study of a TPACK-based instructional design model in technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437-460.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Office of the Education Council. (2018). *Education in Thailand 2018*. Bangkok: Prikwarn Graphic. [in Thai]
- Teachers Council of Thailand. (2019). *Regulations of the teachers council of Thailand on professional standards (issue 4) B.E. 2562*. Bangkok: Khurusapha Publishing House. [in Thai]