



## บทความวิชาการ

# การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์ Developing Technological Pedagogical Content Knowledge in Science Teaching

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป<sup>1</sup>

E-mail: Jurarat.tha@stou.ac.th

## บทคัดย่อ

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological pedagogical content knowledge: TPACK or TPCK) เป็นกรอบแนวคิดที่สำคัญต่อการพัฒนาครูมืออาชีพ TPACK หมายถึงการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปกับความรู้ด้านการสอนในเนื้อหาวิชาเฉพาะในปฏิบัติการสอนของครู ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนอกจากครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้ว ครูวิทยาศาสตร์ต้องสามารถนำความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ บทความนี้จะอธิบายกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี รูปแบบของการพัฒนา TPACK ในการสอนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างและวิเคราะห์กิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในประเด็นของการถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในการออกแบบกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์

**คำสำคัญ:** ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี การสอนวิทยาศาสตร์

## Abstract

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK or TPCK) is an important conceptual framework to develop teacher professional skills. TPACK is to integrate knowledge and ability about technology with pedagogy content knowledge for effective teaching. To teaching science efficiently, not only teachers must have scientific

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Assistant Professor Dr., School of Education, Sukhothai Thammathirat Open University



concepts, but also they must be able to apply technological knowledge and pedagogy into teaching and learning science activities to develop students to meet the goals of the science curriculum. This article presents conceptual framework of TPACK, model for developing TPACK in science teaching as well as analyses and gives an example of a science teaching activity with technology integration in terms of transferring TPACK of teachers to design their activity.

**Key word:** Technological Pedagogical Content Knowledge, Science teaching

### บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 เรียกว่าเป็นยุคดิจิทัล เนื่องจากเป็นยุคที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีโดยเฉพาะทางด้านดิจิทัลอย่างรวดเร็ว ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (information and communication[s] technology, ICT) ได้ง่ายและมากขึ้นกว่าในอดีต นอกจากนี้ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสาร เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เริ่มมีราคาถูกลง และกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องมีใช้ในอนาคต เครื่องมือเหล่านี้ทำให้ข้อมูลที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก กระจายไปยังกลุ่มคนทุกเพศทุกวัยได้อย่างรวดเร็ว การเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศและเนื้อหาต่างๆ ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับลักษณะของเด็กที่เกิดในยุคดิจิทัลเป็นเด็กที่มีความพร้อมในการใช้และการเข้าถึง ICT ได้มากกว่าคนในยุคก่อนๆ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเป้าหมายของการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบันที่นอกจากการพัฒนาทางด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้วยังต้องมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นเพื่อการ

ดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการใช้เทคโนโลยี ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน เป็นต้น แนวทางการจัดการเรียนการสอนรวมทั้งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้เทคโนโลยี และ ICT เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ยอมรับว่ามีความสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการศึกษาและเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ การบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถบูรณาการในฐานะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของนักเรียนและเครื่องมือสำหรับการสอนของครู เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

เป้าหมายและแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปในการทำนองเดียวกับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนรู้คือเปลี่ยนจากเน้นที่เนื้อหาความรู้หรือเน้นที่ผลผลิตของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์) เป็นเน้นกระบวนการคิด กระบวนการทำงานอย่างนัก



วิทยาศาสตร์ เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ ที่หมายถึง การนำวิทยาศาสตร์ทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการ ดำเนินชีวิต มากกว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อ เป็นนักวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นให้ นักเรียนได้คิด ใช้เหตุผล การมีสังคม จิตใจและ คุณลักษณะเช่นนักวิทยาศาสตร์ที่มีการอภิปราย โต้แย้ง แสดงเหตุผล และความเชื่อบนพื้นฐาน ของหลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งให้มีความสนใจ ในวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทาง การเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป จะเห็นได้ว่า การจัดการ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ เทคโนโลยี จึงเป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่เป็น กระบวนการที่ศรัทธาการเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้บรรลุ ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม แม้ว่านักการศึกษาและ ผลงานการวิจัยจำนวนมากจะเห็นตรงกันว่า เทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทาง ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการจัดการเรียน การสอนทางวิทยาศาสตร์ แต่ต้องมีการศึกษา และทำความเข้าใจว่าการบูรณาการเทคโนโลยี ในทางการศึกษาและการจัดการเรียนการสอน เป็นอย่างไร จึงสนับสนุนการศึกษาและการเรียน การสอนโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ได้ (Osborne และ Hennessy, 2003) ซึ่งจะ ไปเชื่อมโยงกับการพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ ทั้ง การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษาครูที่จะเป็นครุวิทยาศาสตร์ใน อนาคต และการพัฒนาครูประจำการที่สอน

วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา ซึ่งจะต้องมีการ พัฒนาดตนเองอยู่ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา นักการศึกษาและ นักวิชาการพยายามที่จะอธิบายหรือตอบคำถามว่า อะไรเป็นสิ่งที่ทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประมาณ ปี ค.ศ. 1986 Lee S. Shulman ได้เสนอกรอบ แนวคิด ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน หรือ Pedagogical Content Knowledge หรือ PCK ซึ่งได้รับการยอมรับและนำมาใช้เป็น กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ในปัจจุบัน โดย PCK เป็นกรอบแนวคิดที่ อ้างถึงการบูรณาการความรู้ความสามารถใน 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านเนื้อหา (Content knowledge) และด้านการสอนหรือศาสตร์ การสอน (Pedagogy) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่ครูควรมีเพื่อการปฏิบัติงานสอนในเนื้อหา วิชาเฉพาะหรือหมายความว่า ในการสอนแต่ละ วิชาหรือแม้แต่การสอนแต่ละเรื่อง ก็มีความ เฉพาะหรือแตกต่างกัน (Shulman, 1986) ตัวอย่างเช่น ครูที่สอนชีววิทยาจะต้องมีความรู้ ในเนื้อหาทางชีววิทยา และมีความรู้ว่าวิธี การสอนใดบ้างที่สอดคล้องกับเนื้อหาชีววิทยาที่ ตนเองสอน ในทำนองเดียวกัน ครูที่สอนเคมีจะ ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมี และมีความรู้ ว่าวิธีการสอนใดที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางเคมี ซึ่ง การปฏิบัติการสอนของครูชีววิทยาและครูเคมี อาจมีความแตกต่างกันตามเนื้อหาวิชาที่ตนเอง สอน ในปัจจุบันกรอบแนวคิด PCK เป็นกรอบ แนวคิดพื้นฐานของการพัฒนากรอบแนวคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี หรือ



Technological pedagogical content know-ledge: TPACK or TPCK ซึ่งเสนอโดย Punya Mishra และ Matthew J. Koehler ในปี 2006 เป็นกรอบแนวคิดที่กล่าวถึงความรู้ของครูผู้สอนในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปสู่การจัดการเรียนการสอนในวิชาที่ครูรับผิดชอบ (Koehler et al., 2014) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ยอมรับว่าสอดคล้องกับบริบทและเป้าหมายของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21

บทความนี้จะอธิบายกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีรูปแบบของการพัฒนา TPACK ในการสอนวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีและวิเคราะห์กิจกรรมในประเด็นของการถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในการออกแบบกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์นั้น

### กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีหรือ TPACK เป็นการบูรณาการของ 3 องค์ประกอบหลักที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน คือ เนื้อหาวิชา ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี (Koehler & Mishra, 2008) สามารถอธิบายการปฏิบัติการสอนของครูที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสอนของครู ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับเฉพาะความรู้

และทักษะทางด้านเทคโนโลยีของครูเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านการสอนอีกด้วย โดย TPACK เป็นแนวคิดที่อธิบายว่าครูมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีแล้วนำไปผสมผสานกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) อย่างไรจึงสามารถจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสำคัญของความรู้แต่ละองค์ประกอบและความสัมพันธ์เชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบตามกรอบแนวคิด มีดังนี้ (Koehler, M. J., Mishra, P., & Chain, W., 2013)

#### องค์ประกอบของความรู้ 3 ด้าน ได้แก่

1) CK-Content Knowledge (ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องเนื้อหาวิชาที่ครูรับผิดชอบ ประกอบด้วย (1) ความรู้ความเข้าใจด้านตัวองค์ความรู้ ซึ่งต้องมีความถูกต้องและทันสมัย และ (2) ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของความรู้และการสืบเสาะเพื่อหามาซึ่งความรู้ นั้น ๆ

2) PK-Pedagogical Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์การสอน) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย ครอบคลุมตั้งแต่ แนวคิด เทคนิค กลวิธีการจัดการเรียนการสอน และวิธีการสนับสนุน การเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งความเข้าใจในหลักสูตร หลักการออกแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) TK-Technological Knowledge (ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี) ประกอบด้วย (1) ความรู้ทักษะและความสามารถใช้เทคโนโลยี ทั้ง hardware และ software ทั่วไปและ เทคโนโลยีทางการศึกษาต่างๆ อย่างหลากหลาย ทั้งในด้านรูปแบบและวิธีการ (2) ความเข้าใจ เกี่ยวกับลักษณะ การใช้ การจัดการ และการ บริหารเทคโนโลยีต่างๆ และ (3) ความสามารถในการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่สามารถบูรณาการ เข้าไปยังการเรียนการสอนได้

กรอบแนวคิดของการมีปฏิสัมพันธ์หรือ ความเกี่ยวข้องระหว่างกันของ 3 องค์ประกอบ ข้างต้น ได้แก่

1) TPK-Technological Pedagogical Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์การสอน ผนวกเทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความสามารถ และมีความรู้ทางการใช้เทคโนโลยีเข้ามา ช่วยในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อการเรียนรู้ ของนักเรียน เช่น การสร้างวิธีการเรียนแบบ ออนไลน์ การสร้างห้องเรียนบนคลาวด์ การ สร้างรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบของ MOOC เป็นต้น

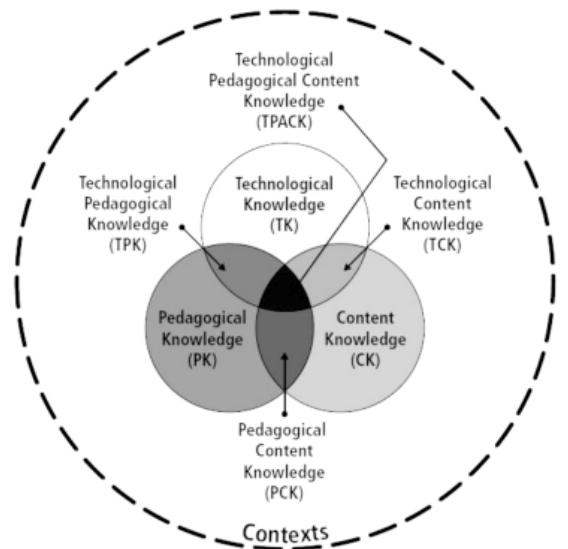
2) TCK-Technological Content Knowledge (ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาผนวก เทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความสามารถและมีความรู้ทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการ เนื้อหา การแสวงหาความรู้ การนำความรู้ที่อยู่ บนคลาวด์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

3) PCK-Pedagogical Content Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวก เนื้อหาวิชา) หมายถึง ครูมีความรู้ความสามารถ

ในด้านการนำเอาวิธีการ กระบวนการ มาจัดการ เนื้อหา เพื่อการเรียนการสอน และการเรียนรู้ ของนักเรียน

4) TPACK-Technological Pedagogical Content Knowledge (ความรู้ด้าน ศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความรู้ในในเรื่องผสมผสานการใช้เทคโนโลยีทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะทาง ICT เพื่อการจัดการเรียนการสอน กระบวนการ จัดการเรียนรู้ การใช้เนื้อหาในโลกดิจิทัล เพื่อ ประสิทธิภาพการเรียนรู้ ทำให้ลดระยะเวลาการ เรียนรู้ เรียนรู้ได้มาก และมีต้นทุนต่ำ

กรอบแนวคิด TPACK นอกจากการอธิบาย การบูรณาการเทคโนโลยีเข้ามาสู่การเรียน การสอนและการเรียนรู้ว่ามีความเกี่ยวข้องกัน ระหว่างศาสตร์การสอน เนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี ยังให้ความสำคัญกับความเฉพาะเจาะจงที่ สอดคล้องของบริบทที่ครูปฏิบัติการสอน ซึ่ง แสดงด้วยวงกลมรอยที่เป็นเส้นปะ ตามภาพที่ 1



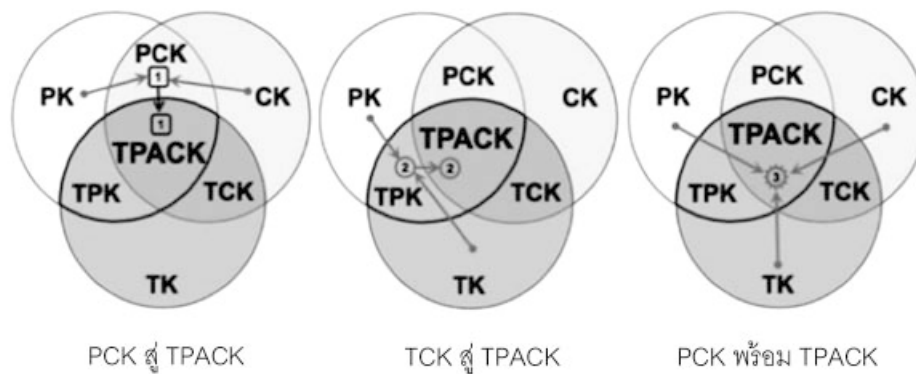
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด TPACK และองค์ประกอบความรู้



## รูปแบบของการพัฒนา TPACK ในการสอนวิทยาศาสตร์

การพัฒนา TPACK ของครูเป็นเรื่องสำคัญ เป็นความท้าทายของนักการศึกษา และเป็นประเด็นของการวิจัยที่จะได้ข้อค้นพบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักศึกษาครู และครูประจำการสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ Koehler และคณะ (Koehler et al.,2014) ได้ทบทวน

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา TPACK ของทั้งครูประจำการและนักศึกษาครู ต่างๆ พบว่า แนวทางการพัฒนา TPACK ของครูทั้งครูประจำการและนักศึกษาครู มี 3 รูปแบบ คือ 1) จาก PCK สู่ TPACK 2) จาก TPK สู่ TPACK และ 3) การพัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน (ภาพที่ 2) ในบทความนี้จะอธิบาย 3 รูปแบบในบริบทของการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ภาพที่ 2 รูปแบบการพัฒนา TPACK (Koehler et al.,2014)

1) รูปแบบที่ 1: จาก PCK สู่ TPACK แนวทางการพัฒนาตามรูปแบบนี้ คือ เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนหรือส่งเสริมวิธีการหรือกลวิธีในการสอนที่ครูใช้อยู่แล้วในห้องเรียน โดยการพัฒนานักศึกษาครูหรือครูประจำการ จะเริ่มจากการพัฒนา PCK ของครูซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยี แล้วค่อยให้ครูได้เรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่สามารถส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนได้ ตามแนวทางนี้จะเป็นการนำเทคโนโลยีมาเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนที่ครูมีความคุ้นเคยอยู่แล้ว หรือกล่าวได้ว่าเป็นการพัฒนาความ

เข้าใจและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเฉพาะที่สอน เช่น ในการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องลักษณะของเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การสอนแบบสืบเสาะ (inquiry teaching) การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) หรือ การสอนแบบโครงการ (project based learning) ดังนั้น การบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำได้



หลายลักษณะ เช่น การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ของครูเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหรือสื่อในการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาทางวิทยาศาสตร์สู่การจัดการกิจกรรมในห้องเรียน การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังรวมถึง การใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ตัวอย่างการพัฒนา TPACK จาก PCK สู่ TPACK ในการจัดการเรียนการสอนชุดวิชา สาระตะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นักศึกษาที่เรียนชุดวิชานี้ ส่วนใหญ่เป็นครูประจำการที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาทั้งระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและในระดับอาชีวศึกษา

การจัดการเรียนการสอนของชุดวิชานี้เป็นการจัดการเรียนการสอนในระบบทางไกลที่นักศึกษาจะต้องศึกษาด้วยตนเองตามเนื้อหาสาระของชุดวิชาจากการอ่านประมวลสาระชุดวิชาและแนวการศึกษา เข้าร่วมสัมมนาเสริมจำนวน 1 ครั้ง เป็นเวลา 2 วัน และเข้าสัมมนาเข้ม 1 ครั้ง จำนวน 3 วัน ซึ่งการสัมมนาเสริมและสัมมนาเข้มเป็นกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบ face to face โดยหลักการจัดกิจกรรมสำหรับการสัมมนาเสริมและสัมมนาเข้ม มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักศึกษาทางด้านความสามารถและ

ทักษะ ซึ่งไม่สามารถพัฒนาได้โดยตรงจากการศึกษาจากประมวลสาระของชุดวิชา นอกจากนี้ นักศึกษายังต้องเข้าร่วมกิจกรรม e-Learning ของชุดวิชาตลอดภาคการศึกษา

กิจกรรมการสัมมนาเสริม มีการกำหนดงานให้นักศึกษาปฏิบัติ งานที่ปฏิบัติเป็นงานที่มีการบูรณาการความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาประมวลสาระของนักศึกษาด้วยตนเองสู่การทำงาน งานที่กำหนดในชุดวิชานี้ คือ การออกแบบและเขียนแผนจัดการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ การสาธิตการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ออกแบบในสถานการณ์จำลอง และอภิปรายร่วมในห้องเรียน (เป้าหมายเพื่อพัฒนา PCK)

กิจกรรมสัมมนาเข้ม นักศึกษาจะได้อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีทั้งทฤษฎีและการฝึกปฏิบัติการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เป็นการพัฒนาความรู้และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของครู ได้แก่ การนำเสนอแนวคิดของการบูรณาการเทคโนโลยี หลักการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป การสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การใช้ application ต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การใช้ google application ต่างๆ เช่น google map และ google slides เป็นต้น การตัดต่อ VDO บน YouTube เพื่อการพัฒนาสื่อทางวิทยาศาสตร์ หลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการแล้ว นักศึกษาจะปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม เพื่อออกแบบและเขียนแผนการ



จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการใช้เทคโนโลยีเข้าไปในวิธีการสอนแบบต่างๆ ซึ่งต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา วิธีการสอน ระดับชั้นที่สอนและบริบทของโรงเรียนซึ่งแต่ละกลุ่มเป็นผู้กำหนดและต้องวิเคราะห์ให้เห็นที่มาของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ วิธีการสอนที่จะมีการบูรณาการเทคโนโลยี ได้แก่ การสอนแบบสืบเสาะ การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน การสอนแบบโครงการ และการสอนเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักศึกษาต้องนำเสนอพร้อมทั้งสาคิตการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้เพื่ออภิปรายร่วมกัน กิจกรรมสัมมนาเข้ม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักศึกษานำความรู้จากการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ในการศึกษาจากประมวลสาระชุดวิชามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเทคโนโลยี คือ ตามแนวทางรูปแบบการพัฒนาจาก PCK สู่ TPACK

## 2) รูปแบบที่ 2: จาก TPK สู่ TPACK

แนวทางการพัฒนาตามรูปแบบนี้ คือ การพัฒนาองค์ประกอบด้านเทคโนโลยีก่อน ได้แก่ ด้านความรู้ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เช่น หลักการ วิธีการ แนวทางการใช้ และลักษณะของเทคโนโลยีต่างๆ ในภาพกว้าง โดยไม่เฉพาะเจาะจงกับวิธีการสอนและเนื้อหาวิชาใด รูปแบบการพัฒนานี้มักจะเป็นการพัฒนา นักศึกษาครูที่ยังไม่ได้เลือกวิชาเอกของตนเอง รายวิชานี้จะเป็นรายวิชาแรกๆ ของการศึกษาในหลักสูตร และจะสอนโดยนักเทคโนโลยีทางการ

ศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งไม่จำกัดหรือเฉพาะในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง เป็นการสอนเรื่องเทคโนโลยีที่ใช้ได้กับการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป วัตถุประสงค์ของการสอนจึงคาดหวังว่านักศึกษาจะสามารถนำความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีไปบูรณา-การกับวิธีสอนและเนื้อหาวิชาเฉพาะต่อไป เป็นลักษณะเหมือน การเตรียมความรู้พื้นฐาน การเตรียมความพร้อมในเรื่องเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนในอนาคต นั่นคือ การพัฒนา TK และ TPK แล้วจึงพัฒนา PCK ในวิชาที่มีความเฉพาะ หลังจากนั้นจึงบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไป เป็น TPACK ต่อไป

ตัวอย่างการพัฒนาในรูปแบบนี้ เช่น นักศึกษาเรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีเว็บ 2.0 และ 3.0 เพื่อเพิ่มพูนการเรียนรู้การใช้งานทางเทคโนโลยีในการสื่อสารกับผู้ปกครองและนักเรียน แต่การเรียนรู้เทคโนโลยีเว็บ 2.0 และ 3.0 ไม่ได้เชื่อมโยงโดยตรงกับเนื้อหาและวิธีการสอนวิชาเฉพาะ เช่น การเรียนเพื่อไปใช้ในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาจะนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในขณะเรียนรายวิชาทางด้านวิธีการสอนต่างๆ (methods courses) รายวิชาเอกที่มีเนื้อหาเฉพาะ และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู นักศึกษาจะมีโอกาสได้บูรณาการ TPK เข้าไปกับ PCK เพื่อการพัฒนา TPACK ของตนเอง แนวทางการพัฒนาในรูปแบบนี้ Koehler และคณะ (Koehler et al., 2014) กล่าวว่า เป็นแนวทางเริ่มต้น (default approach) ของสถาบันการศึกษาในระดับสูง เช่น ระดับอุดมศึกษา ที่มีการเตรียมความพร้อมเรื่องเทคโนโลยีของ





นักศึกษาก่อนการเรียนในวิชาเฉพาะต่อไป โดยมุ่งหวังว่านักศึกษาจะสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาได้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ

ตัวอย่างการพัฒนาตามรูปแบบนี้ คือ แนวทางการพัฒนาที่เรียกว่า แผนที่ทางเทคโนโลยี (Technology Mapping) (Angeli and Valanides, 2009) เป็นแนวทางการพัฒนาความเข้าใจและสนับสนุนการใช้เทคโนโลยี โดยใช้คำว่า การพัฒนา ICT ลู่ TPACK การพัฒนานี้จะเน้นที่การกำหนดความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงระหว่างคุณสมบัติ และลักษณะของเทคโนโลยีในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาและทำหน้าที่เป็นตัวแทนของเนื้อหา เพื่อการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตัวอย่างเช่น ลักษณะของเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายทอดเนื้อหาในลักษณะเป็นภาพต่อเนื่อง และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้รับได้ เช่น Google Earth ที่สามารถเปลี่ยนภาพนิ่งทางภูมิศาสตร์เป็นลักษณะของภาพต่อเนื่อง เคลื่อนไหว และมีปฏิสัมพันธ์ได้ การใช้เทคโนโลยีเหล่านี้จะสามารถลดข้อจำกัดของการสืบเสาะในสถานการณ์จริงได้ และมีความสามารถในการเป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่ากระดานดำหรือไวท์บอร์ด

### 3) รูปแบบที่ 3: การพัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน

รูปแบบที่ 3 ในการพัฒนา TPACK คือ ความพยายามที่จะพัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อม ๆ กัน เช่น การพัฒนานักศึกษาครูของหลักสูตรสถาบันการศึกษาต่างๆ ที่มีการเปลี่ยน

จากรายวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีในวิชาทางด้านวิธีการสอน รายวิชาเอกที่มีเนื้อหาเฉพาะ และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอย่างเป็นระบบ หลักสูตรการพัฒนาครูตามแนวทางนี้อาจไม่จำเป็นต้องมีการบูรณาการเทคโนโลยีในทุกรายวิชา เพียงแต่ต้องการให้นักศึกษาได้มีโอกาสได้เรียนรู้การใช้เทคโนโลยีในเนื้อหาวิชาที่ตนเองเรียน โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของตนเองในการเรียนแต่ละรายวิชา เพื่อที่นักศึกษาจะได้พัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อม ๆ กัน อย่างไรก็ตามความยากและความท้าทายของการพัฒนาตามแนวทางนี้ คือ ความรู้ ความสามารถที่นักศึกษาต้องพัฒนามีจำนวนมาก ทั้งด้านเนื้อหา ด้านการสอน และด้านเทคโนโลยี ซึ่งต้องเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน

ตัวอย่างการพัฒนาตามแนวทางของรูปแบบนี้ เช่น แนวทางการเรียนรู้เทคโนโลยีผ่านการออกแบบ (the learning technology by design) วิธีการนี้เป็นการพัฒนา TPACK โดยให้นักศึกษาครูหรือครูประจำการต้องทำงานเป็นทีม โดยการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง การเรียนการสอนลักษณะนี้จะใช้เวลาค่อนข้างมาก เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหาแทนการสอนจากครู แนวทางการแก้ปัญหาสามารถใช้เทคโนโลยีที่มีความแตกต่างกันได้ เพราะในสถานการณ์จริงปัญหาการเรียนการสอนที่นักศึกษาครูและครูต้องเผชิญมีความแตกต่างกัน และจำเป็นต้องมีประยุกต์ใช้เนื้อหาศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี อย่างบูรณาการ



เพื่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ

### กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยี

ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำมาวิเคราะห์ให้เห็นการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลงานจากการพัฒนา TPACK ของครู โดยการใช้รูปแบบการพัฒนา TPACK รูปแบบที่ 1

กิจกรรม เรื่อง การปรับตัวของสัตว์เพื่อการอยู่รอด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการปรับตัวของสัตว์ 2) เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็น วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และ 3) พัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีของนักเรียนในการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลจากการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้จากกิจกรรมนี้ คือ แนวคิดเรื่องการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดและความเหมาะสมในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แบ่งเป็น การปรับตัวทางด้านรูปร่าง การปรับตัวทางโครงสร้าง และการปรับตัวทางด้านพฤติกรรม ในกิจกรรมนี้เน้นการปรับตัวของสัตว์เพื่อการดำรงชีวิตให้อยู่รอดเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัย สำหรับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะให้เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแนวคิดที่ว่า วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเพียงการทดลองเท่านั้น ในการศึกษาทางชีววิทยา โดยเฉพาะในเรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถ

ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรหรือการจัดกระทำเพื่อศึกษาเหตุและผลได้ นักชีววิทยาใช้วิธีการสำรวจ เก็บข้อมูล ตีความ และลงข้อสรุป เพื่อหารูปแบบการปรับตัวที่เกิดขึ้นของสิ่งมีชีวิต

การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องนี้ก่อนมีการบูรณาการเทคโนโลยี จะเริ่มจากกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลการปรับตัวของสัตว์แต่ละชนิด โดยแหล่งเรียนรู้เป็นเอกสารและภาพประกอบแล้วทำใบงาน เพื่อสรุปการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ นำมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปรูปแบบของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตที่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุปไว้ หลังจากครูได้เรียนรู้การใช้เทคโนโลยีจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูก็ปรับกิจกรรมให้มีการบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน มีการตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจโดยใช้ kahoot เป็น application ใช้กับระบบสารสนเทศที่ช่วยในการประเมินผู้เรียนที่ทำงานร่วมกับ Smart Phone โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (ภาพที่ 3) จากนั้นครูเชื่อมโยงจากคำถามใน kahoot มาสู่สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนจะต้องทำการสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบ คือ ลักษณะและรูปแบบของการปรับตัวของสัตว์ ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวของสัตว์



ภาพที่ 3 คำถามเรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อการอยู่รอด จาก kahoot

ขั้นสอน เป็นกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลโดยศึกษาจากชุดกิจกรรมเรียนรู้ เรื่อง การปรับตัวของสัตว์ที่ครูพัฒนาขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้ google map เป็นเครื่องมือในการสร้างชุดกิจกรรม ใน google map ครูได้กำหนดจุดการศึกษาของสัตว์แต่ละชนิดตามสถานที่อยู่จริงในแผนที่โลก เมื่อคลิกไปตามสัญลักษณ์ที่แสดงการอาศัยของสัตว์ชนิดต่างๆ จะสามารถศึกษาลักษณะของการปรับตัวของสัตว์ชนิดนั้นๆ ได้ 2 ช่องทาง คือ 1) จากคลิป VDO ซึ่งครูได้คัดเลือกและตัดต่อมาจาก YouTube และ 2) ใบความรู้เพิ่มเติมเป็นเอกสารไฟล์ word ที่อยู่ใต้คลิป VDO ตามภาพที่ 4

ขั้นสรุป หลังจากนักเรียนศึกษาการปรับตัวของสัตว์จากชุดกิจกรรม นักเรียนจะต้องนำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ครูกำหนด เพื่อสรุปรูปแบบ ลักษณะสำคัญของการปรับตัวแบบต่างๆ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของสัตว์

จากกิจกรรมที่ยกเป็นตัวอย่าง จะเห็นแนวคิดของการบูรณาการความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ว่า ครูต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และเลือกเทคโนโลยีที่ตนเองมีความเข้าใจและสามารถใช้ได้เป็นอย่างดี ในกิจกรรมนี้ คือ การใช้ google map เป็นเครื่องมือสร้างสื่อการสอนที่เปลี่ยนรูปแบบจากสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อเคลื่อนไหวที่มีการตอบสนองต่อความสนใจของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนสามารถเลือกที่จะศึกษาสัตว์ชนิดใดก่อนก็ได้ตามความสนใจ การกำหนดสถานที่ตามที่มีชีวิตแต่ละชนิดอาศัยอยู่ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจการอยู่อาศัยของสัตว์ตามสภาพภูมิประเทศแบบต่างๆ เช่น ขั้วโลก ทะเลทราย เป็นต้น เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการเป็นสื่อที่นำเอาบริบทนอกห้องเรียนมาสู่ในห้องเรียน เปลี่ยนรูปแบบการศึกษาจากสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อเคลื่อนไหว ในการพัฒนาชุดกิจกรรมนี้ ครูต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา แนวทางการ



ได้มาซึ่งความรู้ทางชีววิทยา และการเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับการสืบเสาะของนักวิทยาศาสตร์หรือการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูที่สามารถออกแบบกิจกรรมลักษณะนี้ได้จึงต้องมีความรู้ของทั้งสามองค์ประกอบอย่างชัดเจน

จากการใช้แนวทางการพัฒนา TPACK ตามแนวทางรูปแบบที่ 1 จาก TPK สู่ TPACK

พบว่า ครูสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน สามารถนำลักษณะสำคัญของเทคโนโลยีในฐานะเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระมาให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ตามกระบวนการของการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4 ชุดกิจกรรมเรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตโดยใช้ google map



## สรุป

การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้เป็นที่ไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นทั้งความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จากกรอบแนวคิด TPACK เป็นกรอบแนวคิดที่ขยายมาจากกรอบแนวคิด PCK ที่พยายามอธิบายความรู้ความสามารถของครูใน 3 องค์ประกอบหลัก คือ เนื้อหาวิชาที่สอน ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี และความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ โดยมีรูปแบบการพัฒนาครูให้เกิด TPACK อยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) จาก PCK สู่ TPACK 2) จาก TPK สู่ TPACK และ 3) การพัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน

## เอกสารอ้างอิง

- Koehler, M. J., Mishra, P., & Chain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (tpack)? *Journal of education*, 93(3).
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. In AACTE Committee on Innovation & Technology (Eds.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* (pp. 3-29). New York, NY: Routledge.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The technological pedagogical content knowledge framework. In J.M. Spector et al. (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer New York.
- Osborne, J. and Hennessy, S. (2003). *Literature Review of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Bristol: Futurelab.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 15(2), 4-14.