



TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : TPACK ในชีววิทยา^{*}

TPACK FOR SCIENCE LEARNING : TPACK FOR BIOLOGY LEARNING

¹วิชญานิ เรืองสวัสดิ์ Wichayanee Rueangsawat, ²ศิริรัตน์ ศรีสอาด Sirirat Srisa-ard,
³นาตยา ปิลันธนานนท์ Nataya Pилanthananond
^{1,2,3}มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Kasetsart University, Thailand
Corresponding Author E-mail: wichayanee.r@ku.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการบูรณาการร่วมกันระหว่างความรู้ในเนื้อหา ความรู้ในวิธีการสอน และการเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูให้ก้าวหน้าตามการเปลี่ยนแปลงของโลก วัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนาและประเมินสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการวิจัยโดยการกำหนด Concept ทางชีววิทยาและพัฒนาเส้นทาง TPACK ในชีววิทยา นำเส้นทางที่พัฒนาขึ้นไปสร้างสถานการณ์การสอน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้อง และเหมาะสม โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์ระดับอุดมศึกษาที่เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยาจาก สสวท. และศึกษานิเทศก์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอนเนื้อหาชีววิทยากับการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สถิติพรรณนา (Descriptive statistics) และ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) กำหนด Concept หลักได้ทั้งหมด 4 Concept ได้แก่ ชีวิตพืช ชีวิตมนุษย์ ระบบนิเวศ และความหลากหลาย แบ่งเป็น 11 Concept ย่อย ใน 1 Concept ย่อยจะมี 4 เส้นทางการเรียนรู้ รวมเป็น 44 เส้นทางการเรียนรู้ 2) ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่า เส้นทาง TPACK มีความหลากหลาย ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน มองเห็น Technology และ Knowledge ที่เลือกใช้ในการสอน Concept ชัดเจน และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมาก การนำ TPACK มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาเป็นการส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

คำสำคัญ: TPACK ในชีววิทยา, มโนทัศน์ชีววิทยา, วิธีการสอน, เทคโนโลยี



Abstract

This research article is the integration among Content knowledge, Pedagogy knowledge and Technology knowledge as a tool to promote learners' learning process and to develop the teaching process of teachers keeping up with the world. The purposes of the research were to develop and evaluate TPACK storage learning guidelines in biology for lower secondary level. Research methods were to define the concept of biology and develop TPACK learning guidelines, then create teaching scenarios. The experts considered the exactness and appropriateness of TPACK learning guideline developed. The samples of this research consisted of university science teachers, biology experts from The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, and educational supervisors. The research tool was questionnaire about teaching scenario of biology assessment. Data was analyzed by descriptive statistics and content analysis. The research findings are as follows: 1) There are four main concepts in biology for lower secondary level; plant life, human life, ecosystem and diversity. Main concepts can be divided into 11 sub concepts. Each of sub concept has 4 learning guidelines. A total of TPACK learning guidelines is 44 learning guidelines 2) Most experts considered that TPACK learning guidelines are diversified, attractive attention for the learners. Technologies and knowledges chosen are clear and appropriate at high and the most high levels. TPACK learning guidelines are able to promote and enhance the learning efficiency.

Keywords: TPACK in Biology, Biology concept, Pedagogy, Technology.

บทนำ

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พบปัญหามากมายทั้งในเรื่องของวิธีการสอน แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากความเข้าใจและความสามารถของครูในการจัดการเรียนการสอน การขาดงบประมาณ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียน (กองนโยบายและแผนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน, 2549) และเมื่อพิจารณาสถานการณ์ด้านการศึกษาของไทย พบว่า ผลการประเมินผู้เรียนในโครงการ PISA แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับโครงการ TIMSS ประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและคะแนนลดลงจากปีก่อน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2555) ทั้งนี้ได้มีผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ปัจจัยคุณภาพของครูผู้สอน วิธีการสอน และการจัดกระบวนการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดวิเคราะห์ ขาดรูปแบบวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมและขาดครูที่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2555)

ครูจึงได้พยายามนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยไม่ได้ดูว่าเทคโนโลยีนั้นเหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอนประเภทนั้นหรือไม่ ดังที่ จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2555) กล่าวว่า ปัญหาการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่ ได้แก่ ปัญหาความพร้อมของครูผู้สอน ครูยังขาด



ความพร้อมในการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยี ครูไม่เห็นความสำคัญของนวัตกรรมและเทคโนโลยี ครูขาดความรู้ ขาดประสบการณ์ และขาดความชำนาญในการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอน ด้วยเหตุนี้ทำให้เทคโนโลยีที่คิดว่าจะเอามาเป็นตัวช่วยให้เรียนรู้ดีขึ้นกลับให้ผลตรงข้าม จากรายงานที่เปิดเผยใน Students, Computers and Learning: Making the Connection (OECD, 2015) พบว่า เทคโนโลยีที่นำมาใช้สำหรับการเรียนรู้ในโรงเรียนกลับให้ผลไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินของ PISA 2015 ซึ่งมาจากผลการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี พบว่า เทคโนโลยีจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีในความถนัดและใช้อย่างมีวัตถุประสงค์ แต่ไม่ช่วยในการเรียนรู้สำหรับกลุ่มที่ใช้ในความถนัดสูง แต่ไม่มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันครูเป็นผู้ผูกขาดวิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอนไว้เพียงผู้เดียว โดยครูจะเป็นผู้เลือกวิธีการสอนและเทคโนโลยีที่คิดว่าเหมาะสมกับเนื้อหานั้นๆ ไม่ได้คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญก็คือการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงประโยชน์สูงสุดของผู้เรียน โดยครูผู้สอน หรือผู้จัดการเรียนรู้พยายามหารูปแบบวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่จะให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนา และเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งแนวคิดการจัดการศึกษานี้เป็นแนวคิดที่มีรากฐานจากปรัชญาการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ที่ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องยาวนานและเป็นแนวทางที่ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามต้องการอย่างได้ผล (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542)

ในการเรียนการสอนชีววิทยาก็ประสบปัญหาเช่นเดียวกัน คือ การที่ครูเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอน ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยึดตามหนังสือเรียนที่กระทรวงศึกษาธิการอนุญาตให้ใช้เป็นแบบเรียนเป็นหลักในการสอน นอกจากนี้ยังประสบปัญหาในการขาดแคลนอุปกรณ์และเทคโนโลยีส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาไม่มีประสิทธิภาพ ครูยึดติดการเรียนการสอนแบบเก่า ไม่พยายามปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การเรียนการสอนส่วนมากยังใช้หนังสือเรียนเป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนต่างๆ ที่มีเทคโนโลยีอื่นๆ ที่หลากหลายไม่ใช่หนังสือเรียนอย่างเดียว (ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550) การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอนจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหารายวิชาและมองเห็นภาพของการศึกษาทางชีววิทยามากยิ่งขึ้นส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางชีววิทยาแล้วยังสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เกือบทุกทักษะอีกด้วย (อลิศรา ชูชาติ, 2549)

นวัตกรรมหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพได้ก็คือ TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) เป็นการบูรณาการร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างความรู้ในเนื้อหาที่สอน ความรู้ในวิธีการสอน และการเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยเหลือสนับสนุน หรือส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและเพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูให้ก้าวทันตามพลวัตของโลก Mishra and Koehler (2006) กล่าวว่า Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK เป็นการรวมสาระของครูทั้ง 3 ด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี เน้นความสำคัญด้านเทคโนโลยีเป็นหลัก โดยบูรณาการความรู้ทั้ง 3 ด้านมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียน ครูต้องเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา เลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิธีการสอนและเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิธีการสอนและ



เนื้อหาด้วย การที่ครูเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอนจะช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าใจในเนื้อหาวิชา และทำให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการตัดสินใจ เป็นต้น ในปัจจุบันความรู้ด้านเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสำคัญที่ควรนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ISTE, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานขององค์กรหลายๆ องค์กรที่แนะนำว่า ครูควรจะมีความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน Mishra and Koehler (2006) ระบุว่า ครูควรบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (Liao & Hao, 2008) และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้มากกว่าการจัดการเรียนการสอนโดยไม่ใช้เทคโนโลยี การนำ TPACK มาใช้จะทำให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเนื้อหาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูในรายวิชาชีววิทยาเห็นว่า การเลือกวิธีการสอนและเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนเป็นเรื่องที่สำคัญ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนำ Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครูและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มประสิทธิภาพด้วยวิธีการที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างดีที่สุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในชีววิทยา เป็นงานวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาสถานการณ์การสอน (Scenario) ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการในรายละเอียด ดังนี้

1.1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร งานวิจัย ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ (1) กรอบแนวคิด TPACK (2) กรอบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ (3) ขอบข่ายและสาระที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และชีววิทยา

- 1.2. สังเคราะห์องค์ความรู้ (Knowledge) ทางชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 1.3. กำหนด Concept ชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 1.4. ปรับปรุงแก้ไข Concept ภายใต้การดูแลของกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- 1.5. พัฒนาเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 1.6. นำเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา



1.7. ปรับปรุงเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.8. นำเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แต่ละเส้นทางมาเขียนสถานการณ์การสอน

1.9. นำสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และเหมาะสม

1.10. ปรับปรุงแก้ไข สถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น ตามความเห็นของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เครื่องมือ เป็นตารางวิเคราะห์เนื้อหาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิเคราะห์ผล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นที่ 2 ประเมินสถานการณ์การสอน (Scenario) ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1. ผู้วิจัยนำสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม

2.2. ปรับปรุงแก้ไข concept และสถานการณ์การสอนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญภายใต้การดูแลของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.3. นำสถานการณ์การสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง

และมีรายละเอียดวิธีวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คุณภาพของสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้นได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติ ในรายละเอียด ดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ หรือ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ ซึ่งเป็นอาจารย์ในระดับอุดมศึกษาที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ/หรือปฏิบัติงานสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา หรือสาขาชีววิทยาและเทคโนโลยีจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 3 ท่าน 3) ศึกษานิเทศก์ที่มีประสบการณ์ในการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือชีววิทยา หรือชีววิทยาและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน

2. เครื่องมือในการวิจัย แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. วิธีการสร้างเครื่องมือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้น 1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความคิดเห็น 2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน รูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 4) ปรับแก้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน รูปแบบใน TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามความเห็นของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



4. การวิเคราะห์ผล วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) โดยใช้ ความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
การกำหนด Concept ในเนื้อหาชีววิทยา สามารถกำหนด Concept หลักได้ทั้งหมด 4 Concept ได้แก่ ชีวิตพืช ชีวิตมนุษย์ ระบบนิเวศ และความหลากหลาย และสามารถแบ่ง Concept ย่อยได้อีก 11 Concept ย่อย ในแต่ละ Concept ย่อย ประกอบไปด้วย 2 Pedagogy ในแต่ละ Pedagogy ประกอบไปด้วย 2 Technology จึงทำให้ 1 Concept ย่อยประกอบไปด้วย 4 เส้นทางการเรียนรู้ จึงพัฒนาเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK ได้ทั้งหมด 44 เส้นทางการเรียนรู้ โดย Pedagogy ที่เลือกใช้แบ่งตามกลุ่มผู้เรียนและลักษณะเนื้อหา Concept ใดที่เนื้อหาสามารถแบ่งประเด็นในการศึกษาได้ จะใช้วิธีการสอนแบบ cooperative learning ส่วนเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับ Content และ Pedagogy ส่วนใหญ่จะเป็นแอปพลิเคชันที่จำลองสภาพจริงของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. การประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ผลประเมิน Concept และสถานการณ์การสอน (Scenario) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ศึกษาวิเคราะห์ที่มีประสบการณ์ในการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หรือชีววิทยา โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ Concept และสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ผลประเมิน Concept ผลการประเมิน Concept เนื้อหาชีววิทยาผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นวามโนทัศน์เนื้อหาชีววิทยาที่กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในระดับมากที่สุด โดยมีการปรับมโนทัศน์เกี่ยวกับ ระบบนิเวศ จากระบบนิเวศจะมีองค์ประกอบและลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ เป็น “ในระบบนิเวศจะมีองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพ”

2.2 ผลประเมินสถานการณ์การสอน (Scenario) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่สถานการณ์การสอนที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด มีข้อเสนอให้ปรับคำที่ใช้ในการเขียนสถานการณ์การสอนที่ 1 ของมโนทัศน์ที่ 5 ให้สื่อความมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อ Concept ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (รอบที่ 1)

(n=10)

	ความถี่ของความคิดเห็นแต่ละระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Concept ที่ 1	6		2	2	
Concept ที่ 2	6		2	2	
Concept ที่ 3	5		3	2	
Concept ที่ 4	5	2	3		
Concept ที่ 5	5		3	2	



(n=10)					
	ความถี่ของความคิดเห็นแต่ละระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Concept ที่ 6	5		2	3	
Concept ที่ 7	5		3	2	
Concept ที่ 8	6		4		
Concept ที่ 9	6	2	2		
Concept ที่ 10	6	1	3		
Concept ที่ 11	5		3	2	
คิดเป็นร้อยละ	54.55	4.54	27.27	13.64	0

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นในระดับมากที่สุดเกี่ยวกับความเหมาะสมของ Concept ที่กำหนดขึ้น

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อ Concept สาขาวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (รอบที่ 2)
(n=8)

	ความถี่ของความคิดเห็นแต่ละระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Concept ที่ 1	6	2			
Concept ที่ 2	8				
Concept ที่ 3	6	2			
Concept ที่ 4	4	4			
Concept ที่ 5	4	2	1	1	
Concept ที่ 6	6	2			
Concept ที่ 7	4	4			
Concept ที่ 8	4	3	1		
Concept ที่ 9	6	1	1		
Concept ที่ 10	6	2			
Concept ที่ 11	4	4			
คิดเป็นร้อยละ	65.91	29.55	3.40	1.14	0

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นในระดับมากที่สุด และมากเกี่ยวกับความเหมาะสมของ Concept ที่กำหนดขึ้น โดย Concept ที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นในระดับปานกลาง และน้อย ระดับละ 1 ความเห็น



จากผลการสอบถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 2 พบว่า ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด และมาก และมีบาง Concept และสถานการณ์การสอน ที่มีความเห็นในระดับปานกลาง โดยมีความเห็นเพิ่มเติมเฉพาะ Concept ที่ 5 ที่ให้ปรับเป็น “ในระบบนิเวศจะมีองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพ”

ซึ่งแตกต่างจากครั้งที่ 1 ที่แม้ส่วนใหญ่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นในระดับมากที่สุด และมาก แต่ในทุก Concept และสถานการณ์ ก็มีความเห็นตั้งแต่ระดับมากที่สุด ถึงน้อย แสดงให้เห็นว่า Concept และสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น มีความถูกต้อง ชัดเจน และเหมาะสมมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทางชีววิทยาเป็นความรู้แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับชีวิต และสิ่งมีชีวิต โดยเป็นการศึกษาในทุกๆ แง่มุมของสิ่งมีชีวิตทั้ง โครงสร้าง หน้าที่ การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้ทางชีววิทยาทั้งในประเทศและต่างประเทศก็จะพบว่า องค์ความรู้ทางชีววิทยามีการศึกษาในเรื่องเดียวกัน เพราะ ความรู้ทางชีววิทยา เป็นความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดียวกัน มีลักษณะที่ชัดเจน แน่นนอน และเหมือนกัน (Science is general knowledge) แม้กระทั่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและตัวชี้วัดในสาระชีววิทยาของประเทศไทยก็มีรายละเอียดเนื้อหาเหมือนกันกับการศึกษาชีววิทยาของทั่วโลก ในการกำหนด Concept ทางชีววิทยาจะพบปัญหา คือ ครูผู้สอนไม่เข้าใจคำว่า มโนทัศน์ (Concept) จึงทำให้ไม่สามารถเขียน Concept ออกมาได้ ครูผู้สอนชีววิทยาจะคุ้นชินเนื้อหา (Content) เมื่อเขียน Concept ก็จะต้องตั้งต้นด้วย Content แต่ในการเขียน Concept ที่ถูกต้องนั้นควรตั้งต้นว่าเรียนเรื่องนี้แล้วได้อะไร นำไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร หรือเรียนเนื้อหาเรื่องนี้ไปเพื่ออะไร ในการเขียน Concept นั้นมี Concept หลัก และสามารถมี Concept ย่อยๆ ได้ แต่ Concept ย่อยต้องเรียงลำดับจากสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียน สามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตหรือศึกษาได้ ไปสู่สิ่งที่ไกลตัวผู้เรียน ในการเขียนมโนทัศน์จะต้องเป็นเพียงข้อสรุปของเหตุการณ์ ไม่ใช่ความคิดเห็นส่วนตัวหรือเนื้อหารายละเอียดของเรื่องนั้นๆ ลงไปใน Concept ในการสร้าง Concept สามารถสร้างได้ 2 แนวทาง แนวทางที่ 1 คือการกำหนด Concept จากองค์ความรู้ที่มีอยู่ โดยมองความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็น Fact (ข้อเท็จจริง) จากนั้นจึงนำ Fact มากำหนด Concept แนวทางที่ 2 คือการกำหนด Concept จาก Content โดยครูผู้สอนจะไปศึกษา Content ทั้งหมดในเรื่องนั้นๆ เมื่อศึกษา Content ทั้งหมดแล้วจึงค่อยมากำหนด Concept วิธีการนี้เป็นการจำกัดขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแท้จริงแล้วการกำหนด Concept สามารถทำได้ทั้ง 2 แนวทาง แต่รูปแบบที่ผู้วิจัยเห็นว่า มีประสิทธิภาพมากกว่า และผู้วิจัยใช้ในการกำหนด Concept ของงานวิจัยนี้คือแนวทางที่ 1 เนื่องจากการตั้งต้นด้วย Concept จะทำให้เกิดการบูรณาการภายในขององค์ความรู้ ในการสร้างสถานการณ์การสอนเริ่มจากศึกษา Concept ที่กำหนดขึ้นแล้วหา Pedagogy ที่เหมาะสมกับ Concept แล้วจึงหา Technology ที่เหมาะสม ซึ่งโดยปกติ ครูที่สอนชีววิทยาจะไม่ได้นึกถึง Pedagogy ที่ใช้ว่าเหมาะสมกับมโนทัศน์ที่สอนหรือไม่ จะเลือกใช้ Pedagogy ตามความสะดวก ความเคยชิน หรือแบบแผนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ ผลคือเมื่อเลือกใช้ Pedagogy ที่ไม่เหมาะสมทำให้ผู้เรียนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของ Concept ในการเลือก Technology จะต้องเลือก Technology ให้เหมาะสมกับ Pedagogy และ Concept จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถพัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอนในบริบทที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างเหมาะสม ถ้าเลือก Technology

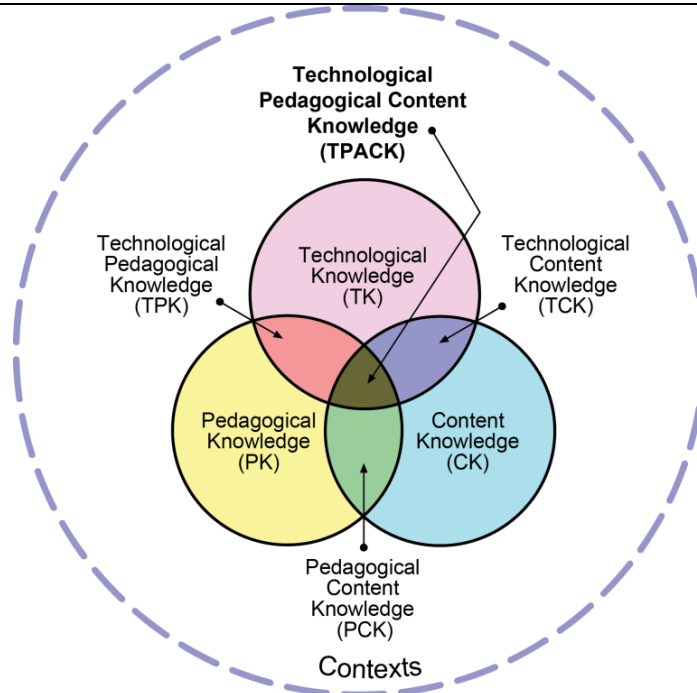


ไม่เหมาะสมกับ Pedagogy และ Concept อาจทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือไม่ครอบคลุมความรู้ทั้งหมดใน Concept จากงานวิจัยนี้ทำให้เรารู้ว่า เมื่อบูรณาการทั้งสามด้านเข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้ประสิทธิภาพประสิทธิผลในการจัดการเรียนการสอนประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น ในการกำหนด Pedagogy เพื่อให้หลากหลายและตอบสนองผู้เรียนที่มีลักษณะหลากหลาย ผู้วิจัยเลือก Pedagogy จากการแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยผู้เรียนกลุ่มแรกผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้เรียนเป็นแบบ ผู้เรียนที่สามารถสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และกลุ่มที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นผู้เรียนแบบพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เมื่อผู้วิจัยเลือก Pedagogy ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์และผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้แล้ว ผู้วิจัยจึงทำการเลือก Technology ให้เหมาะสมกับ Concept และ Pedagogy เช่น Pedagogy แบบศูนย์การเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สามารถแยกศึกษาเป็นประเด็นย่อยได้และสามารถนำประเด็นย่อยนั้นกลับมาอภิปรายร่วมกันและ Technology ที่เลือกใช้ก็ต้องเหมาะสมกับ Concept ด้วย เมื่อเลือกได้แล้วจึงสร้างเป็นสถานการณ์การสอนขึ้นมา ในการเขียนสถานการณ์การสอนนั้น ผู้วิจัยจะต้องเขียนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดในคาบเรียน ใน Concept ที่สอนนี้ใช้ Pedagogy แบบใดโดยไม่ต้องระบุชื่อ Pedagogy แต่ต้องอธิบายให้เห็นถึงขั้นตอนของ Pedagogy นั้นให้ชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้ที่อ่านสถานการณ์การสอนในมุมมองของครูสอนเนื้อหาเดิมด้วยวิธีการสอนแบบเดิมเป็นระยะเวลาอันยาวนานอาจทำให้ครูผู้สอนรู้สึกเบื่อหน่ายและหมดไฟในการสอน การมีคลังของเส้นทาง TPACK ทางชีววิทยาทำให้ครูผู้สอนมีเส้นทางที่หลากหลายในการเลือกใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ระดับอุดมศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาจากสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศึกษานิเทศก์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งสิ้น 11 ท่าน ในการประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในชีววิทยา โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) นำเสนอเพียงค่าความถี่ของข้อมูล (Frequency) บรรยายข้อมูลตามความถี่เป็นจำนวนและร้อยละ (Percentage) ไม่ได้นำเสนอในประเด็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนน้อย นั่นคือมีผู้เชี่ยวชาญเพียง 11 ท่าน และในงานวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับประเด็นในการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมากกว่าค่าสถิติของข้อมูล

องค์ความรู้การวิจัย

องค์ความรู้การวิจัยครั้งนี้ คือ TPACK อันเป็นแนวคิดสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยแนวคิด TPACK มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน (Pedagogical Knowledge) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) ที่เรียกรวมกันว่า TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) การสอนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัยการบูรณาการทุกองค์ประกอบและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สรุปองค์ความรู้การวิจัย ดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย “TPACK”

จากภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย “TPACK” อธิบายได้ว่า

TPACK ประกอบไปด้วยความรู้ที่สำคัญ 3 แบบ คือ

1. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสาระวิชาที่ครูรับผิดชอบในการสอนให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่างๆ เหล่านั้น ซึ่งครูจะต้องรู้และเข้าใจวิชาที่พวกเขาสอน ทั้งความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนทัศน์ ทฤษฎีและกระบวนการในสาขาวิชานั้น

2. ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) หมายถึง ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการเรียนการสอนและการทำการสอนให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการศึกษา รวมถึงกลยุทธ์และวิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้นี้จะเกี่ยวข้องในทุกระดับของการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดห้องเรียน การพัฒนาและนำแผนการสอนไปใช้ การประเมินผลนักเรียน ครูควรมีความรู้ด้านการสอนเชิงลึก เข้าใจวิธีการที่นักเรียนจะสร้างความรู้และได้มาซึ่งทักษะ พัฒนานิสัยทางสติปัญญาและมีแนวโน้มทางบวกต่อการเรียนรู้ ความรู้เรื่องการสอนจำเป็นที่จะต้องเข้าใจเรื่องการรู้จัก สังคม และทฤษฎีพัฒนาการของการเรียนรู้ และวิธีประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม

3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ทั้งแบบเดิมและสมัยใหม่ที่สามารถบูรณาการเข้าไปในหลักสูตรการเรียนการสอน ครูจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น หนังสือ ซอร์ส กระดาน และเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น อินเทอร์เน็ต วิดีโอดิจิทัล เป็นความรู้เกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในการดำเนินการเทคโนโลยีนั้นๆ ในกรณีของความรู้ดิจิทัลจะรวมความรู้เกี่ยวกับระบบการดำเนินการ คอมพิวเตอร์ การใช้ซอฟต์แวร์

ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการการสอนและเทคโนโลยี Technological Pedagogical Content Knowledge: (TPACK) เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างเนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนการสอน และเทคโนโลยี โดยที่ครูผู้สอนต้องพยายามที่จะเข้าใจและสามารถจัดความสัมพันธ์ระหว่าง



PCK-TCK และ TPK ซึ่งเมื่อครูผู้สอนเข้าใจและสามารถจัดความสัมพันธ์ได้แล้วจะช่วยทำให้ครูผู้สอนสามารถพัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอนในบริบทที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างเหมาะสมซึ่งความสามารถนี้ขึ้นอยู่กับทักษะที่มีอยู่ของครูแต่ละคน การบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนการสอนตามเนื้อหาวิชานั้นจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนต้องไวต่อการรับรู้ความสัมพันธ์เชิงพลวัตระหว่างองค์ประกอบความรู้ทั้งสามเรื่อง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา หรือการจัดอบรมภายในโรงเรียน สามารถดึงเส้นทาง TPACK ชีววิทยา ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดอบรม ซึ่งใน 1 Concept มีทั้งหมด 4 เส้นทางให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม ความถนัด และบริบทของผู้ใช้ การนำคลังเส้นทาง TPACK ทางชีววิทยาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถเลือกหยิบเส้นทาง TPACK ชีววิทยา ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน โรงเรียน และความถนัดของครูผู้สอน เพราะ คลังเส้นทาง TPACK ชีววิทยา ที่ออกแบบมามีความหลากหลายสามารถตอบสนองผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ที่หลากหลายด้วยเช่นกัน และหน่วยงานของรัฐหรือของภาคเอกชน สามารถดึงเทคนิคหรือกิจกรรมการเรียนรู้ในเส้นทาง TPACK ชีววิทยาที่สร้างขึ้น ไปใช้ในการจัดกิจกรรม สัมมนา หรือการอบรมของหน่วยงาน

1.2 หน่วยงานที่ผลิตสื่อการเรียนการสอนหรือพัฒนาแอปพลิเคชันทางการศึกษาสามารถนำคลังเส้นทาง TPACK ชีววิทยา ไปออกแบบสื่อการเรียนการสอน หรือพัฒนาแอปพลิเคชันที่ตอบสนองการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้

1.3 งานวิจัยนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาฝึกอบรมครู ให้รู้จักสร้าง ออกแบบ แสวงหาเส้นทางการเรียนรู้ในวิชาที่ตนเองสอนได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำเส้นทาง TPACK ชีววิทยาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินเส้นทาง TPACK ชีววิทยาหลังจากนำเส้นทางไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเส้นทาง TPACK ชีววิทยาว่าหลังจากนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนครบทุกเส้นทางแล้ว เส้นทาง TPACK ชีววิทยาเส้นทางใดเกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้เรียน

2.2 ในการกำหนด Pedagogy ควรเลือกทฤษฎีการเรียนรู้มารองรับในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนเพิ่มเติม เพราะ Pedagogy แต่ละรูปแบบก็เหมาะสมกับผู้เรียนที่แตกต่างกันและเพื่อให้เส้นทาง TPACK ชีววิทยาที่สร้างขึ้น มีความหลากหลายครอบคลุมผู้เรียนทุกรูปแบบ



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กองนโยบายและแผนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2549). **เอกสารชุดแนวทางพัฒนาและรับรองคุณภาพการศึกษาเอกชน เล่มที่ 1 ฉบับผู้แทน สช.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.
- จันทวรรณ ปิยะวัฒน์. (2555). การวิจัยเชิงสำรวจอุปสรรคที่มีผลต่อความตั้งใจในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางออนไลน์ของผู้ใช้งานในชุมชนออนไลน์. **วารสารวิทยาการจัดการ**. 30 (1). 91.
- ชัยณรงค์ แก้วสุก. (2550). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยา โดยใช้รูปแบบ ED3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). **การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพมหานคร: เลิฟแอนด์เลิฟเพรส.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2555). **รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของเด็กในการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียนและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อลิศรา ชูชาติ. (2549). **นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ISTE. (2008). The degree of Implementing ISTE Standards in Technical Education. **The Turkish Online Journal of Education Technology**. 16(2). 21-31.
- Liao and Hao. (2008). **A Case Study on how Teaching in a One-to-One Setting with the iPad is aligned with the TPACK Framework**. Doctor of Philosophy degree in curriculum and Instruction. The University of Toledo.
- Mishra and Koehler. (2006). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. **Computer & Education**. 49. 740-762.
- OECD. (2015). **OECD indicators Education at a Glance 2010**. From <https://www.voced.edu.au> Retrieved May 24, 2019.