



TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในฟิสิกส์*

TPACK FOR SCIENCE LEARNING: TPACK FOR PHYSICS LEARNING

¹อรอุมา สิงห์สวัสดิ์ Onuma Singsawat, ²ศิริรัตน์ ศรีสะอาด Sirirat Srisa-ard,

³นาตยา ปิลันธนานนท์ Nataya Pilanthananond

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Kasetsart University, Thailand

Corresponding Author E-mail: onumasin@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับ TPACK ในฟิสิกส์ เกิดจากการที่ครูผู้สอนเลือกวิธีการสอน และเลือกเทคโนโลยีที่นำมาใช้ ในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องและเหมาะสม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคลังเส้นทางการเรียนรู้ ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นงานวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) ดำเนินการวิจัย โดย ศึกษาเอกสาร งานวิจัย ทั้งในและต่างประเทศ สังเคราะห์องค์ความรู้ทางฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วนำมากำหนด Concept วิเคราะห์เนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ตาม Concept แล้วพัฒนาเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK โดยเลือก Pedagogy และ Technology ที่เหมาะสม แล้วนำมาเขียนสถานการณ์การสอน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม ประกอบด้วย อาจารย์ระดับอุดมศึกษา ผู้เชี่ยวชาญสาขาฟิสิกส์จาก สสวท. และศึกษานิเทศก์ เครื่องมือ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติบรรยาย (Descriptive statistics) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) สรุปผลการวิจัยพบว่า 1) Concept ในเนื้อหาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน นำ Concept หลัก มาวิเคราะห์ Concept ย่อย ได้ 8 Concept ย่อย แต่ละ Concept ย่อย จะใช้ 2 Pedagogy และ 2 Technology ทำให้ได้เส้นทางการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 32 เส้นทาง 2) ผลประเมินสถานการณ์การสอน จากผู้เชี่ยวชาญ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสถานการณ์การสอนที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมมาก และมากที่สุด TPACK เหล่านี้จะทำให้การเรียนรู้ฟิสิกส์มีประสิทธิภาพการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การเรียนรู้, วิทยาศาสตร์, ฟิสิกส์, เทคโนโลยี



Abstract

TPACK for physics learning is come from teachers who have problems to use teaching methods and technology inappropriately. The purposes of the research were to develop and evaluate TPACK storage learning guidelines in Physics for lower secondary level. Research methodology was studying Thai and foreign researches then synthesized into Physics knowledge and concepts for lower secondary level. After that, TPACK learning guidelines were developed by choosing suitable pedagogy and technology, then writing teaching scenarios. These data developed were required exactness and appropriateness by sample expert participants; consisted of university science teachers, Physics experts from The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, and educational supervisors. The research tool was questionnaire about teaching scenario assessment. Data was analyzed by descriptive statistics and content analysis. The research findings are as follows: 1) There are 2 main concepts in Physics for lower secondary level; energy and force and motion. Main concepts can be divided into 8 sub concepts. Each of sub concept has 2 pedagogies and 2 technologies. A total of TPACK learning guidelines is 32 learning guidelines. 2) Most of experts considered that Physics teaching scenarios are appropriate at high and the most high levels. TPACK learning guidelines will be increased learning efficiency.

Keywords: Pedagogy, Science, Physics, Technology

บทนำ

ปัญหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องมีทั้งองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนรู้ การคิด การเรียน การเขียนและการพูดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (UNESCO, 2010) การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของโลกและแนวทางในการเปลี่ยนแปลงโลกอีกทั้งยังสามารถตัดสินใจและดำรงชีวิตได้ในอนาคต (UNESCO, 2010) การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการระบุคำถาม การเรียนรู้ความรู้ใหม่ การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการสรุปประเด็นทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ การรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการสื่อสารและการเรียนรู้ในทุกรูปแบบ อีกทั้งยังเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่ช่วยให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ที่นำไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ปัจจุบัน (OECD, 2010) สอดคล้องกับแนวคิดของวิจารณ์ พานิช (2555) กล่าวถึงสังคมแห่งการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้นั้นเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ครูสามารถออกแบบกระบวนการทางสังคมให้นักเรียนสนุกและเกิดนิสัยการเรียนรู้ สำหรับการเรียนรู้ในประเทศไทยนั้นได้ระบุทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนต้องมีการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) แต่ที่ผ่านมาครูผู้สอนมักจะเลือก Pedagogy ใดวิธีการหนึ่งซึ่งจะขึ้นอยู่กับที่การตัดสินใจของครูผู้สอนเอง



นอกจากนี้ นันทวัน พัวพัน (2562) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า การสอนเนื้อหาหนึ่งๆ สามารถเลือก Pedagogy ได้หลายๆ วิธี แต่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาครูผู้สอนเป็นผู้ตัดสินใจในการเลือก Pedagogy โดยไม่คำนึงถึงองค์ประกอบด้านอื่นๆ เนื่องจากความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี และในแต่ละ Pedagogy สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนก็แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความรู้ด้าน Content ความเหมาะสมของ Technology ที่ใช้และช่วงวัยของผู้เรียน

เนื่องจากที่ผ่านมายังไม่มีแนวคิดในการพัฒนาคัลงเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการช่วยเหลือ สนับสนุน หรือส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษา Pedagogy และ Technology ที่เหมาะสมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ฟิลิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยยึดกรอบความรู้ด้าน Technology บูรณาการกับความรู้วิชาครูและความรู้ด้านเนื้อหาหรือกรอบความรู้ของ TPACK Mishra and Koehler โดยบูรณาการด้านความรู้วิทยาศาสตร์ฟิลิกส์ แล้วนำกลับมาพัฒนาคัลงเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาวิทยาศาสตร์และสนับสนุนในการพัฒนาครูต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาศถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK เนื้อหาฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัย TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในฟิลิกส์ เป็นงานวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาศถานการณ์การสอน (Scenario) ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในขั้นพัฒนาศถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการในรายละเอียด ดังนี้

1.1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร งานวิจัย ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ (1) กรอบแนวคิด TPACK (2) กรอบ Concept ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (3) ขอบข่ายและสาระที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนฟิลิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (4) ศักยภาพวิธีการเขียนสถานการณ์การสอน

1.2. สังเคราะห์องค์ความรู้ (Knowledge) ทางฟิลิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3. กำหนด Concept ฟิลิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.4. ปรับปรุงแก้ไข Concept ภายใต้การดูแลของกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.5. พัฒนาเส้นทางการเรียนรู้ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.6. นำเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา

1.7. ปรับปรุงเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์

1.8. นำเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แต่ละเส้นทางมาเขียนสถานการณ์การสอน



1.9. นำสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และเหมาะสม

1.10. ปรับปรุงแก้ไข สถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้นตามความเห็นของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เครื่องมือ เป็น ตารางวิเคราะห์เนื้อหาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิเคราะห์ผลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นที่ 2 ประเมินสถานการณ์การสอน (Scenario) ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในขั้นประเมินสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการในรายละเอียด ดังนี้

2.1. ผู้วิจัยนำสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม

2.2. ปรับปรุงแก้ไข concept และสถานการณ์การสอนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญภายใต้การดูแลของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.3. นำสถานการณ์การสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง

และมีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คุณภาพของสถานการณ์การสอนที่พัฒนาขึ้น ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติ ในรายละเอียด ดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ หรือ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ ซึ่งเป็นอาจารย์ในระดับอุดมศึกษาที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ/หรือปฏิบัติงานสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญสาขาฟิสิกส์ หรือ สาขาฟิสิกส์และเทคโนโลยีจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 3 ท่าน 3) ศึกษานิเทศก์ที่มีประสบการณ์ในการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือฟิสิกส์ หรือ ฟิสิกส์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน

2. เครื่องมือในการวิจัย แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. วิธีการสร้างเครื่องมือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้น 1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความคิดเห็น 2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน รูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 4) ปรับแก้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน รูปแบบใน TPACK ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามความเห็นของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

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



สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. การพัฒนาสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Concept ใน เนื้อหาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนด Concept หลักได้ทั้งหมด 2 Concept ได้แก่ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน ซึ่ง Concept ดังกล่าวมีขอบเขตที่กว้าง ในการดำเนินการสอนเพื่อให้บรรลุตาม Concept ที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องใช้ Pedagogy ที่หลากหลาย เช่น ใช้การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงจากปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การเลือก Technology ที่นำมาใช้มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับ Pedagogy และ Concept โดย Technology ที่ใช้ส่วนมากเป็น Website เนื้อหาความรู้ คลิปวิดีโอจาก Youtube และแอนิเมชัน ในส่วนขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผลการจัดกิจกรรมการสอนใช้ Technology ในการนำเสนอ เช่น การนำเสนอโดยจัดทำเป็น Graphics เผยแพร่ทาง Website โรงเรียน ในกลุ่ม facebook หรือกลุ่ม Line

2. การประเมินสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK เนื้อหาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการประเมิน Concept และสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาฟิสิกส์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และศึกษานิเทศก์ที่มีประสบการณ์ในการสอน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นต่อ Concept และสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยมีผลดังนี้

2.1 ผลการประเมิน Concept เนื้อหาฟิสิกส์ จากผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า Concept เนื้อหาฟิสิกส์ที่กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับมากที่สุด

2.2 ผลประเมินสถานการณ์การสอน (Scenario) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสถานการณ์การสอนที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและมากที่สุด มีข้อเสนอให้แก้ไขคำและข้อความที่ใช้ในการเขียนสถานการณ์การสอน เช่น Concept ที่ 1 สถานการณ์การสอน ที่ 1 ให้เพิ่มเติมในส่วนการแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพิ่มเติมกิจกรรมการสอน ขั้นการสะท้อน อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือประเมินผู้เรียน เพื่อให้สื่อที่นำมาใช้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อ Concept ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (รอบ 1)

(n = 9)

	ความถี่ของความคิดเห็นแต่ละระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Concept ที่ 1	3	4	1	1	-
Concept ที่ 2	4	3	2	-	-
Concept ที่ 3	6	1	1	1	-
Concept ที่ 4	4	3	1	-	1
Concept ที่ 5	7	1	1	-	-
Concept ที่ 6	4	2	1	1	1



Concept ที่ 7	4	4	1	-	-
Concept ที่ 8	4	2	2	1	-

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า Concept ที่กำหนดขึ้น มีความเหมาะสมในระดับมาก และมากที่สุด โดย Concept ที่ 2, 5 และ 7 ผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นหลากหลาย ตั้งแต่ระดับ มากที่สุด ถึงปานกลาง นอกจากนั้นผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นหลากหลาย ตั้งแต่ระดับ มากที่สุดถึงน้อย หรือน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อ Concept ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (รอบ 2)

(n = 8)

	ความถี่ของความคิดเห็นแต่ละระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Concept ที่ 1	6	-	2	-	-
Concept ที่ 2	6	-	2	-	-
Concept ที่ 3	6	-	2	-	-
Concept ที่ 4	6	-	2	-	-
Concept ที่ 5	6	-	2	-	-
Concept ที่ 6	6	-	2	-	-
Concept ที่ 7	6	-	2	-	-
Concept ที่ 8	4	2	2	-	-

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า Concept ที่กำหนดขึ้น มีความเหมาะสมมากที่สุด เกี่ยวกับความเหมาะสมของ Concept ที่กำหนดขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

ความรู้ทางฟิสิกส์ (Physics) เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) แขนงหนึ่ง โดยทั่วไปความรู้ทางฟิสิกส์ เป็นองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์กายภาพที่กล่าวถึงสมบัติทางกายภาพของสสาร พลังงาน แม่เหล็กไฟฟ้า และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ รอบตัวเรา นับตั้งแต่สิ่งที่มีขนาดเล็กมากๆ ในระดับอะตอมไปจนถึงวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเหมือนกันในทุกประเทศทั่วโลก ปัญหาในการกำหนด Concept ทางฟิสิกส์ คือ ครูผู้สอนยึดติดกับ Content หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและมีความเข้าใจ คำว่า Concept คลาดเคลื่อน โดยนำ Content ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาเป็นตัวตั้งในการเขียน Concept ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงว่าเรียน Content เรื่องนั้นๆ แล้วได้อะไรที่เป็นแก่นแท้ ดังนั้นในการวิเคราะห์ Concept ควรเริ่มต้นด้วยข้อสงสัยที่ว่าเรียนเรื่องนั้นแล้วได้อะไร เรียนเรื่องนั้นเพื่ออะไร และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ ซึ่งคำถามเหล่านี้นำไปสู่การวิเคราะห์ Concept หลัก และจากนั้นจึงวิเคราะห์ Concept ย่อยซึ่งบาง Concept หลักอาจมีหรือไม่มี Concept ย่อยก็ได้ ซึ่งการวิเคราะห์



Concept ควรเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้ๆ ตัว และค่อยๆ ลำดับปรากฏการณ์ที่ไกลออกไป เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสิ่งใกล้ตัวก่อน แล้วถึงไปสิ่งที่ไกลตัว รวมถึงเข้าใจความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์เหล่านั้น

การสร้างสถานการณ์การสอนในรูปแบบ TPCK ในฟิสิกส์ เป็นการใช้ Pedagogy และ Technology ที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็น และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การออกแบบสถานการณ์การสอน ในการสอนฟิสิกส์ ครูบางท่านอาจใช้แค่ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) และเป็นการใช้เพียงบางองค์ประกอบย่อยของเนื้อหาวิชา เช่น สอนแค่ ทฤษฎี หลักการ อาจเน้นที่การถ่ายทอดความรู้และความจริงที่มีอยู่แล้ว แต่ลืมให้ความสำคัญของกระบวนการค้นหาความจริงใหม่ หรือการลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความจริงใหม่ แม้ว่าจะใช้ทั้ง CK และ PK แล้ว แต่ก็เป็นการใช้ PCK ที่ไม่ครบถ้วนทุกองค์ประกอบย่อย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้ความรู้ที่ครบถ้วนใน Concept ที่กำหนด จากงานวิจัยทำให้ทราบว่า การบูรณาการอย่างเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบย่อยต่างๆ ของทั้ง เนื้อหาวิชา (Content Knowledge) แนวทางการจัดการเรียนการสอน (Pedagogical Knowledge) และ Technology (Technological Knowledge) มารวมกันอยู่แบบไม่แยกส่วน หรือถักทอเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมสามารถทำให้คุณภาพของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น

ในงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาคัลลัสเส้นทางการเรียนรู้ ในรูปแบบ TPACK ในฟิสิกส์ ดังนั้นไม่มีการกำหนดตัวชี้วัดที่เป็นขั้นเป็นขั้นไม่ส่งผลกระทบต่องานวิจัย งานวิจัยมุ่งพัฒนาคัลลัสเส้นทางการเรียนรู้ ที่เปิดกว้างและไม่จำเป็นต้องนำไปทดลองสอน ซึ่งต่างจากการเขียนแผนการเรียนรู้ โดยแผนการเรียนรู้เป็นการเขียนขั้นตอนเพื่อนำไปใช้ในการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าต่างจากสถานการณ์ในการสอนการเขียนสถานการณ์จะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนด Concept เลือก Pedagogy และ Technology ที่เหมาะสม เขียนรายละเอียดที่แสดงให้เห็นแนวทาง หรือเห็นภาพในการสอน และเป็นอิสระในการออกแบบการสอนสถานการณ์การสอนได้หลากหลายรูปแบบ สามารถนำไปใช้ในการกำหนดแผนการเรียนรู้ได้หลากหลายแผนการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงทางเลือกของการเกิดเหตุการณ์ในอนาคตที่น่าสนใจ นำไปสู่การเสนอทางเลือกในการเรียนการสอนได้อย่างครอบคลุม ทำให้เกิดการเตรียมความพร้อมได้อย่างเหมาะสม

การเลือก Pedagogy ที่หลากหลายในการสอนฟิสิกส์ ควรเลือกให้เหมาะกับ Concept เพราะเนื้อหาในแต่ละ Concept อาจมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกันและมีระดับความลึกไม่เท่ากัน ผู้วิจัยเลือก Pedagogy จากการแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยผู้เรียนกลุ่มแรกเป็นผู้เรียนที่สามารถสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และอีกกลุ่มผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นผู้เรียนแบบ พฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เมื่อผู้วิจัยเลือก Pedagogy ที่เหมาะสมกับ Concept และผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้แล้ว ผู้วิจัยจึงทำการเลือก Technology ให้เหมาะสมกับ Concept และ Pedagogy เช่น Concept ย่อย เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบอื่นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต Pedagogy ที่ใช้คือ CIPPA Model ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาองค์ความรู้ คิดวิเคราะห์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสร้างปฏิสัมพันธ์ในการเรียน สามารถสรุปข้อความรู้ ด้วยตนเอง ในส่วนการเลือก Technology เช่นเดียวกันต้องมีความเหมาะสมกับ Concept และ Pedagogy จะส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุซึ่ง Concept หลักที่ตั้งไว้ และในปัจจุบัน Technology เป็นสื่อที่ผู้เรียนให้ความสนใจและเข้าถึงได้ง่าย ดังนั้นการนำเครื่องมือที่เหมาะสมกับ Technology ที่ก้าวหน้าในปัจจุบัน เช่น การใช้ไลน์ เฟสบุ๊ก หรือพรีแวร์ประเภทนำเสนอ จัดทำอินโฟกราฟิก



นำเสนอความรู้ เพื่อให้เหมาะสมกับ Pedagogy และ Concept จะทำให้ผู้เรียน มีแรงกระตุ้นในการคิดและเพิ่มทักษะในการนำเสนองานที่หลากหลายทันต่อ Technology ในปัจจุบัน

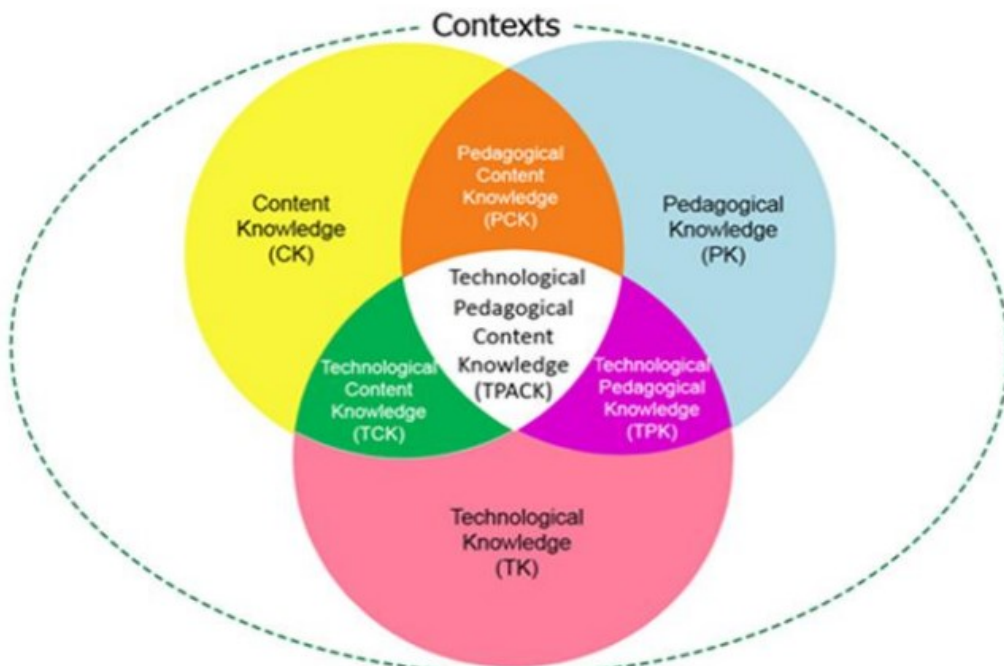
ในการประเมินสถานการณ์การสอนนั้น ผู้เชี่ยวชาญมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทำให้ผู้เชี่ยวชาญมองไม่เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดในคาบเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจะต้องเขียนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดในคาบเรียน โดยที่ไม่ต้องระบุชื่อ Pedagogy ที่ใช้ แต่ต้องอธิบายให้เห็นถึงลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนของ Pedagogy และ Technology ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์การสอน ในรูปแบบ TPACK ในฟิลิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้น้ำหนักคะแนนความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวทางของ Likert จากมากที่สุดถึงน้อยที่สุด วิเคราะห์ข้อมูล เป็นสถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยใช้ค่าความถี่ (Frequency) นำข้อมูลที่รวบรวมได้ ซึ่งเป็นข้อมูลดิบ (Row Data) บรรยายข้อมูลตามความถี่เป็นจำนวนและร้อยละ (Percentage) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย เป็นการคัดเลือกแบบมีจุดประสงค์หรือเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) ตามหลักการเพื่อให้สอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นว่า Concept เนื้อหาฟิลิกส์ที่กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในระดับมากที่สุด และผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสถานการณ์การสอนที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด ซึ่งเป็นความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันจึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและการวัดการกระจายของข้อมูล

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ จากข้อเท็จจริงหลากหลายที่เกิดขึ้นนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนด Concept ในฟิลิกส์ ซึ่งการกำหนด Concept ในฟิลิกส์ สามารถกำหนด ได้ 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางแรกจากการศึกษา Content หลากๆ Content แล้วนำมาวิเคราะห์ Concept ซึ่งเป็นการจำกัดขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจส่งผลให้ผู้เรียนไม่บรรลุถึงเป้าหมายของการเรียนรู้และไม่เกิดการสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น ส่วนแนวทางที่สองเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ Concept แล้วนำไปสู่การสร้าง Content ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าองค์ความรู้ก็คือ Concept ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ Content และลำดับความเกี่ยวเนื่องความสำคัญของแต่ละ Content จะส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากการเรียนรู้ที่หลากหลาย

องค์ความรู้การวิจัย

องค์ความรู้การวิจัยเป็น TPACK อันเป็นการบูรณาการความรู้ ด้านเนื้อหา Pedagogy และ Technology การนำ TPACK มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้เกิดการผสมผสานการใช้ Technology ทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางไอซีที เพื่อการจัดการวิธีการเรียนการสอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ การใช้เนื้อหาในโลกดิจิทัล ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ลดระยะเวลาการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มากและได้ความรู้ที่ครอบคลุม สรุปดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ความรู้การวิจัย

จากภาพองค์ความรู้จากการวิจัย อธิบายได้ดังนี้

1. ความรู้ด้านวิชาครู (PK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครู เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง เพื่อให้บรรลุ Concept โดยมีจุดเน้นที่การเรียนรู้ของนักเรียน การพัฒนาแผนการเรียนรู้ การจัดการชั้นเรียน มีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในชั้นเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้มาพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้

2. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครู เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้เป็นมาตรฐาน ได้แก่ กระดานไวท์บอร์ด สมุดจดบันทึก เป็นต้น จนถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย ได้แก่ คอมพิวเตอร์ (computer) ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) หรือ AI อินเทอร์เน็ต (internet) เป็นต้น เทคโนโลยีปัจจุบัน ครูและนักเรียนต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น ใช้ e-mail Line หรือการใช้สื่อ Online อื่นๆ ในการติดต่อสื่อสาร

3. ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครู เกี่ยวกับสาระวิชาที่ตนเองสอน ประกอบด้วยข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง (Facts) ความคิดรวบยอด (Concepts) ทฤษฎี (theory) กระบวนการที่ได้มาของความรู้ต่างๆ ขอบเขตของเนื้อหา ที่ใช้สอน การจัดระบบและการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ความรู้ในกฎแห่งหลักฐาน การพิสูจน์ โดยครูที่ดีต้องเข้าใจธรรมชาติและการได้มาซึ่งความรู้ในสาขาวิชาที่แตกต่างกัน เช่น การพิสูจน์ในวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการอธิบายในวิชาประวัติศาสตร์อย่างไร หากไม่มีความรู้ด้านนี้จะไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้

4. ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับด้านวิชาครู (TPK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครูเกี่ยวกับองค์ประกอบและความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลาย โดยสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ในทางกลับกันอาจต้องเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับกับเทคโนโลยีนั้นๆ



ดังนั้นครูที่ดีต้องมีความสามารถในการประยุกต์กลยุทธ์ คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีได้ รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี เช่น การสนทนา (discussion boards) ห้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Chat room) หรือการใช้ google classroom เป็นต้น

5. ความรู้ในการบูรณาการด้านเทคโนโลยีกับด้านเนื้อหา (TCK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครูในการคัดเลือกหรือประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่ตนสอน เช่น การใช้ google form เพื่อรวบรวมคำตอบของผู้เรียนในห้องเมื่อผู้สอนถามคำถามทั้งอัตนัยและปรนัย ผู้เรียนตอบแบบทดสอบ ทำให้ผู้สอนสามารถรู้ได้ว่าผู้เรียนเข้าใจในหัวข้อที่เรียนมากน้อยเพียงใด และสามารถทำแบบทดสอบได้ทุกที่ทุกเวลาเหมาะกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน

6. ความรู้ในการบูรณาการด้านวิชาครูกับด้านเนื้อหา (PCK) คือ ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของครู เกี่ยวกับ ด้านกลยุทธ์ (strategy) วิธีการ (methods) ในการถ่ายทอดเนื้อหาให้ถูกต้องตามหลักวิชาชีพครู ครูจำเป็นต้องทราบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำมาจัดการความรู้และแก้ไขปัญหาหรือข้อสงสัยของนักเรียนในเรื่องดังกล่าว ให้เหมาะสมตามความสามารถ ความสนใจของนักเรียนที่มีความหลากหลาย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1. สถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยคลังเส้นทาง TPACK ทางฟิสิกส์ไปพัฒนาออกแบบหรือสร้างสื่อการสอน ที่ตอบสนองการเรียนรู้ในบริบทต่างๆ เนื่องจากคลังเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ ที่ออกแบบมีความหลากหลายเหมาะกับครูเรียนที่หลากหลายด้วยเช่นเดียวกันสามารถนำไปประยุกต์เพิ่มเติมเทคนิคการสอนเพื่อให้เหมาะกับสภาพผู้เรียน

1.2. สถานศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยในครั้งนี้ ไปใช้จัดอบรมให้ความรู้ เกี่ยวกับการนำคลังเส้นทาง TPACK ทางฟิสิกส์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเลือกให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน สถานศึกษาหรือตามความถนัดและความสนใจของครูผู้สอน

1.3. ครู บุคลากรทางการศึกษา หรือผู้ที่สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้โดยตรงที่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาของตนเอง ทั้งการนำแนวทางการสร้างเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างคลังเส้นทาง TPACK ของสาขาวิชาของตนเอง หรือการนำเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรทำการศึกษาหาประสิทธิภาพของเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ หลังจากนำเส้นทางไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์

2.2. ควรทำการศึกษาโดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียน เพื่อกำหนด Pedagogy ในเส้นทาง TPACK ฟิสิกส์ ที่สร้างขึ้น

2.3. ควรนำแนวทางการสร้างเส้นทาง TPACK ไปปรับใช้ในศาสตร์วิชาอื่น ที่มีธรรมชาติวิชาแตกต่างจากวิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าหลักการของ TPACK สามารถนำไปใช้ในศาสตร์อื่นๆ ได้



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- นันทวัน พัวพัน. (2562). **การพัฒนารายวิชาการสอนแนวใหม่ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์: การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม**. คุษภูนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร: ตาปลาพับลิเคชั่น.
- UNESCO. (2010). **UNESCO ICT Competency framework for teachers In (Vol.20)**. From <http://www.unesco.org> Retrieved January 10, 2019.
- OECD. (2010). **OECD indicators Education at a Glance 2010**. From <https://www.voced.edu.au> Retrieved January 8, 2019.