

การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2561

การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2561

ศิริประภา ศรีสุพรรณ. (2561). การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช เทียนรุ่งโรจน์, ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ.

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ 2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรม และ 3. เพื่อศึกษาการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียน จำนวน 10 คน และเลือกนักศึกษาจำนวน 4 คนเพื่อทำการศึกษาเชิงลึก โดยเลือกจากคะแนนสูงและต่ำ กลุ่มละ 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ หน่วยกิจกรรม จำนวน 6 หน่วย แบบวัดความเข้าใจ แบบประเมินแผนการเรียนรู้ แบบประเมินการปฏิบัติการสอน แบบประเมินความคิดเห็น แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง และการอภิปรายกลุ่ม ใช้วิธีวิจัยผสมผสานด้วยรูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (convergent parallel design) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for one sample) ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และนำผลการวิเคราะห์ตีความข้อมูลร่วมกัน ผลการวิจัย พบว่า 1. รูปแบบ I2CARE model ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้น คือ (1) นำสู่มนต์ทัศน์ (Introduction: I) (2) สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension: C) (3) ปรัชญาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing: CD) (4) แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis: A) (5) สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection: R) และ (6) ประเมินผลความรู้ (Evaluation: E) 2. ผลของการใช้รูปแบบ พบว่า ความเข้าใจในแนวคิด TPACK หลังใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนอบรมที่ระดับ .05 , มโนทัศน์การออกแบบแผน (TPACK-Concept) คะแนนร้อยละเฉลี่ย 74.44, การปฏิบัติการสอน (TPACK-Action) คะแนนร้อยละเฉลี่ย 62.67 และระดับความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไปทุกรายการ และ 3. การนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า 3.1) กลุ่มคะแนนTPACKสูง สามารถออกแบบกิจกรรมที่ใช้ ICT นำสู่บริบทเนื้อหาบทเรียนโดยการกำหนดสถานการณ์และใช้ ICT สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3.2) กลุ่มคะแนนTPACK ต่ำ สามารถเลือกใช้ ICT หลากหลายเพื่อดึงดูดผู้เรียน และมีใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผลมากขึ้น

DEVELOPMENT OF A MODEL TO ENHANCE THE TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND
CONTENT KNOWLEDGE FOR PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
March 2018

Siraprapha Srisupan. (2018). Development of A Model to Enhance the Technological Pedagogical and Content Knowledge for Pre-service Science Teachers. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assist. Prof. Dr. Theerapong Sangpradit, Assist. Prof. Dr. Sirinoot Teanrungrong, Acting Sub Lt. Dr. Manat Boonprakob.

The purposes of this research were 1) to develop the professional development model and program for enhancing the Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) for pre-service science teachers; 2) to study the effect of the implementation of this model; and 3) to study the application of TPACK-concept to apply in the science classroom. The participants were ten pre-service science teachers from Rajabhat University in Bangkok who were practicing field experience in a middle school. Furthermore, the selected four pre-service science teachers from two extreme cases, the highest and the lowest score of TPACK concept, in order to study it in-depth. The data was collected by six activity plans in the workshop followed by the developed model, TPACK-concept test, lesson plan assessment form, teaching assessment form, attitude assessment form, semi-structured interview, and focus group interviews. The research design employed mixed methods which used a convergent parallel design. The quantitative data were analyzed by using the mean, standard deviation, t-test for one sample and the qualitative data were analyzed by content analysis and the results of the data analysis were interpreted data. The results indicated the following:

1. The model for enhancing TPACK for pre-service science teachers was the I2CARE model, consisting of six steps; (1) Introduction; (2) Comprehension; (3) Consultation and Designing; (4) Analysis; (5) Reflection; and (6) Evaluation;
2. The implementation of this model found that; the posttest score on the concept of TPACK was higher than the pretest score at .05 levels of significance; the TPACK-Concept from the lesson plan assessment was 74.44 %; the TPACK-Action from the teaching assessment was 62.67%; and the mean score of opinions was 3.5 for all items;
3. The application of concept of TPACK to integrates ICT in the science classroom found; the TPACK-Concept at a high levels could apply a lesson by setting a situation that used ICT to promote scientific inquiry; and the TPACK-concept at a low level could adopt activities and used a variety of ICT to attract students.

ปริญญาานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์
ของ
ศิริประภา ศรีสุพรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่..... เดือน พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
.....ที่ปรึกษาหลัก	 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์)
.....ที่ปรึกษาร่วม	 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช เทียนรุ่งโรจน์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช เทียนรุ่งโรจน์)
.....ที่ปรึกษาร่วม	 กรรมการ
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)	(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)
	 กรรมการ
	(อาจารย์ ดร. พินิจ ขำวงษ์)

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย
จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จเสร็จสิ้น ด้วยความเมตตากรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอขอบ
ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินทร์ เทียน
รุ่งโรจน์ ว่าที่ร้อยตรี อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ ที่ให้ความเมตตาและกรุณาในการให้คำปรึกษา
และคำแนะนำ ตลอดจนกำลังใจที่มอบให้แก่ลูกศิษย์คนนี้เสมอมาตลอดกระบวนการวิจัย

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธานสอบ
ปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. พินิจ คำวงศ์ ที่เป็นเลขากรรมการ
สอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญทุกท่านสำหรับการสละเวลาตรวจ
เครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำที่ดีจนทำให้งานวิจัยเกิดขึ้นได้ รวมถึง ขอบคุณอาจารย์ ดร.อาภาพร
สิงหาราช และ อาจารย์ ดร.วชิรศรณ แสงสุวรรณ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และประชาสัมพันธ์
โครงการให้กับนักศึกษาครูเพื่อร่วมวิจัยในครั้งนี้

ขอบพระคุณคณาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่คอย
ติดตามดูแล ให้กำลังใจ และคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด ขอบคุณอาจารย์ นักเรียน และโรงเรียนที่ให้
โอกาสผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลวิจัยจนเสร็จสิ้น และขอบคุณนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ทุกคนทั้งที่ให้ความ
ร่วมมือโครงการวิจัยนี้

ขอบคุณเพื่อนนิสิต รุ่นพี่ และรุ่นน้อง ทั้งในระดับปริญญาโทและเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
แห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด โดยเฉพาะเพื่อน
นิสิตรหัสเดียวกับผู้วิจัยหลักสูตรโทควบเอกที่คอยร่วมทุกข์ร่วมสุข และแบ่งปันมิตรภาพอันเป็นสิ่งดีงาม
ให้เสมอมา ขอบคุณจากหัวใจค่ะ

กราบขอบพระคุณคุณแม่ธนพร วิเศษ มารดาผู้คอยสนับสนุนทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์ และ
ขอบใจน้องสาวที่เสียสละหลายอย่างสิ่งเพื่อให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสมาศึกษาต่อครั้งนี้ ขอบคุณค่ะ

นอกจากนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนอุดหนุนการ
วิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาสำหรับการทำปริญญาานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คุณงามความดีและประโยชน์ที่มีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่
คุณบิดา-มารดา คุณครูบาอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิริประภา ศรีสุพรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	12
ความสำคัญของการวิจัย.....	12
ขอบเขตของการวิจัย.....	13
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	19
คำถามวิจัย.....	19
สมมุติฐานการวิจัย.....	20
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
1. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	23
1.1 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย.....	23
1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21.....	24
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพสำหรับครูวิทยาศาสตร์.....	26
2.1 สถานภาพการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี ปัญหาและแนวทางพัฒนา.....	26
2.2 ความหมายและเป้าหมายของการพัฒนาวิชาชีพครู.....	27
2.3 กรอบแนวคิดการออกแบบการพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์.....	32
3. แนวคิดเกี่ยวกับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ.....	32
4. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK).....	35
4.1 ความหมายของ TPACK.....	35
4.2 องค์ประกอบของ TPACK.....	37
4.3 ความเป็นมาและธรรมชาติของ TPACK.....	38
4.4 การประเมิน TPACK.....	48

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

2 (ต่อ) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. เทคโนโลยีที่สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	52
5.1 ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน.....	52
5.2 ขอบเขต ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน.....	53
6. บริบทชั้นเรียนที่มีการบูรณาการเทคโนโลยี.....	56
7. ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	60
7.1 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน.....	60
7.2 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์.....	63
7.3 แนวคิดการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	65
7.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการสืบเสาะที่ใช้เทคโนโลยี	71
7.5 ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนว ทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นเรียน...	74
7.6 สรุปขอบเขตและนิยามตามองค์ประกอบของ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน.....	85
8. รูปแบบการพัฒนา TPACK สำหรับครูและนักศึกษาครู.....	90
8.1 หลักการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนาTPACKสำหรับนักศึกษาครู.....	90
8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา TPACK.....	91
8.3 รูปแบบกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK.....	101
8.4 รูปแบบกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK.....	106
9. แนวคิดที่ใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริม TPACK	108
9.1แนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking).....	108
9.2 แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism).....	111
9.3 แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning).....	113

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
10. สรุปแนวคิดในการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู เพื่อส่งเสริม TPACK สำหรับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์.....	116
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	125
การกำหนดประชากร การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และแบบแผนการวิจัย.....	127
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	131
1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา	131
2. สำรวจปัญหา/สภาพบริบท และกำหนดจุดมุ่งหมาย.....	136
3. การออกแบบและพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู.....	138
ระยะที่ 1 กำหนดนิยาม ขอบเขตการวัดและประเมินองค์ความรู้ TPACK.....	138
ระยะที่ 2 สังเคราะห์รูปแบบเพื่อพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู.....	149
ระยะที่ 3 ออกแบบกิจกรรมและพัฒนาโปรแกรม.....	154
ระยะที่ 4 วางแผนระยะการติดตาม.....	158
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยและตรวจคุณภาพ.....	160
4. นำไปใช้และศึกษาผล.....	147
4 ผลการวิเคราะห์.....	170
1 ผลของการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์....	171
2 ผลการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์.....	195
3 ผลความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์.....	208
4 ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์.....	211

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	246
คำถามวิจัย.....	246
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	246
ความสำคัญของงานวิจัย.....	247
สมมติฐานงานวิจัย.....	247
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	248
สรุปผลวิจัย.....	249
อภิปรายผล.....	256
ข้อเสนอแนะ.....	265
บรรณานุกรม.....	267
ภาคผนวก.....	291
ภาคผนวก ก.....	292
ภาคผนวก ข.....	294
ภาคผนวก ค.....	300
ภาคผนวก ง.....	314
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	319

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การจำแนกลักษณะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามองค์ความรู้วิทยาศาสตร์.....	42
2	วิธีการประเมินผู้เรียนขณะจัดการเรียนรู้.....	46
3	สรุปขอบเขต ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์.....	55
4	มิติความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี.....	72
5	การตรวจสอบการจัดเตรียมข้อมูลผู้เรียนสำหรับผู้สอน.....	73
6	การสังเคราะห์ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน.....	76
7	มิติเหตุผลการใช้งาน TPK และ TCK.....	85
8	สรุปนิยามองค์ประกอบของ TPACK สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICTในชั้นเรียน.....	87
9	สรุปภาพรวมลักษณะกระบวนการการพัฒนา TPACK	102
10	การวิเคราะห์กลุ่มกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับในการพัฒนา TPACK.....	107
11	สังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อ ส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์.....	119
12	แสดงขั้นตอน วิธีการ และเป้าหมายในแต่ละขั้นกระบวนการวิจัย.....	126
13	แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design.....	128
14	สรุปสาระสำคัญในประเด็นที่ศึกษา.....	132
15	แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการวัดความเข้าใจในแนวคิดการออกแบบการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK).....	196
16	สรุปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนระดับม.ตอนต้น.....	199
17	แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำ ICT มาใช้ในชั้นเรียน....	202
18	คะแนนการประเมินโน้ตสัการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept)	204
19	คะแนนการประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK-Action).....	205
20	ระดับความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมเพื่อการพัฒนา TPACK.....	209
21	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของสุริพรครั้งที่1(กลุ่มสูง)...	213
22	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของสุริพรครั้งที่2(กลุ่มสูง)...	216

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

23 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของภาคีครั้งที่1(กลุ่มสูง)...219	
24 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของภาคีครั้งที่2 กลุ่มสูง)...222	
25 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่1(กลุ่มต่ำ)..224	
26 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่2(กลุ่มต่ำ)..228	
27 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของเกตแก้วครั้งที่1(กลุ่มต่ำ).231	
28 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของเกตแก้วครั้งที่2(กลุ่มต่ำ).235	
29 เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียน ระหว่างนักศึกษาครูกลุ่มระดับ TPACK สูงและต่ำ.....	240

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย.....	19
2	การออกแบบตามกรอบแนวคิดการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.....	31
3	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี.....	36
4	แสดงวิวัฒนาการของ TPACK.....	40
5	กระบวนการในกิจกรรมหลักสูตรของ คาฟยูลิโล (Kafyulilo. 2012)	95
6	การวิจัยผสมผสานรูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) เพื่อตีความและสรุปผลการประเมินรูปแบบ.....	128
7	แสดงขอบเขตของนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทชั้นเรียน คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน.....	139
8	แสดงการระบอบรม ติดตาม และสะท้อนการปฏิบัติเพื่อศึกษาแนวคิด TPACK.....	159
9	แสดงขอบเขตนิยามความรู้เชิงบูรณาการตาม องค์ประกอบของ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบท คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน.....	167
10	แผนภาพแสดงการขับเคลื่อนรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริม ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิทยาศาสตร์ พัฒนาโดย ศิริประภา ศรีสุพรรณ (2561)	192

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วในทุกทิศทาง นานาประเทศเกิดการแข่งขันทั้งเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคง และพยายามเสริมสร้างสาธารณูปโภคที่เติมเต็มชีวิตความเป็นอยู่ และความเจริญของคนในชาติ (Department of Economic and Social Affairs. 2011:1) การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วเป็นเสมือนโอกาสและทางลัดสู่เป้าหมาย ทุกวันนี้จึงกลายเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร ดังนั้น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information Communication Technology หรือ ICT) จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถตอบสนองความต้องการและสร้างประโยชน์ต่อประชาคมโลกยุคปัจจุบัน(สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2553 : 1)

เพื่อให้ทัดเทียมนานาประเทศ ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมการพัฒนาด้าน ICT ของคนในประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยกระทรวงเทคโนโลยีและสารสนเทศ (ชื่อเดิมในขณะนั้น) กำหนดกรอบนโยบายด้าน ICT ซึ่งล่าสุดเป็นระยะ พ.ศ. 2554 – 2563 (ฉบับที่ 3) หรือ ICT 2020 ที่เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมบนพื้นฐานของความรู้และปัญญา ให้โอกาสประชาชนทุกคนมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมสู่การเติบโตอย่างสมดุลและยั่งยืน (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2554 : 10) โดยเฉพาะยุทธศาสตร์ที่ 2 เน้นพัฒนาทุนมนุษย์สาระสำคัญ คือ การกำหนดให้โรงเรียนต้องใช้ ICT เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นให้สัดส่วนของจำนวนชั่วโมงเรียนที่ใช้ ICT ไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนชั่วโมงเรียนทั้งหมดในหลักสูตร และการปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้เสริมสร้างทักษะการใช้ประโยชน์จาก ICT ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2554 : 25-26)

อย่างไรก็ตามขีดความสามารถการพัฒนาประเทศจะเติบโตก้าวหน้าได้ ขึ้นอยู่กับรากฐานการศึกษาของคนในชาติด้วย (พูกษา เครือแสง. 2558 : 47) ดังนั้นการจัดการศึกษาของประเทศจึงเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะและคุณภาพชีวิตแก่ประชาชน ผ่านระบบการจัดการศึกษาของชาติ ทั้งนี้จากกรอบแนวทางหลักตามประเด็นการจัดการศึกษาของประเทศ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในมาตรา 22 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และพัฒนาผู้เรียนตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 ที่เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ฝึก

ทักษะกระบวนการคิด ประยุกต์ความรู้และแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนจัดประสบการณ์ บรรยากาศ และใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรอบรู้ สำหรับบทบาท ICT ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ปรากฏชัดในมาตรา 65 ว่าด้วยการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กล่าวคือ ในด้านผู้สอนเน้นให้มีการพัฒนาความรู้ ความสามารถ และทักษะในการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ส่วนด้านผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนมีสิทธิและได้รับโอกาสในการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่จัดสรรได้ เพื่อให้มีความรู้เพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553) นอกจากนี้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ในยุทธศาสตร์ที่ 3 ของแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับนี้เน้นให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพิ่มขึ้น โรงเรียนต้องจัดกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น และส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลและเครือข่ายสังคมรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ และการเรียนรู้ตลอดชีวิตของคนทุกช่วงวัย (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 : หน้า 109-115) ด้วยเหตุนี้กระทรวงศึกษาธิการจึงได้ดำเนินการตามนโยบาย กล่าวคือ มีความพยายามที่จะบูรณาการ ICT เข้ากับการจัดการศึกษา จากระดับนโยบายสู่ระดับการปฏิบัติในระดับชั้นเรียน มุ่งเน้นพัฒนาครูผู้สอนด้านการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ไปพัฒนาผู้เรียน พร้อมกับกำหนดแนวทางสู่การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงผู้เรียนควบคู่กัน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554 : 4-2)

จากนโยบายข้างต้นนำสู่การปฏิบัติสำหรับการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน จึงเป็นที่มาของการจัดหลักสูตรฝึกอบรมต่างๆ ที่กระทรวงศึกษาจัดขึ้นเพื่อมุ่งพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาทั้งครูด้าน ICT แต่กระนั้นกลับพบว่า ครูผู้ผ่านการฝึกอบรมยังไม่สามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้บรรลุวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ได้ในชั้นเรียนได้เท่าที่ควร ครูส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และทักษะพื้นฐานทาง ICT รวมทั้งขาดกรอบแนวคิดการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ (Bingimlas. 2009 : 238 ; Li & Ni 2010 ; 116 ; UNESCO. 2004 : 126 ; UNESCO. 2008: 32 ; Guzey & Roehring. 2012 : 162) อีกทั้งมุ่งอบรมครูที่เน้นพัฒนาทักษะการใช้ ICT ในโปรแกรมเฉพาะเป็นส่วนใหญ่ แต่ขาดประเด็นการพัฒนาความรู้ที่ผสมผสานความรู้ในเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันแบบบูรณาการขาดตัวอย่างต้นแบบสู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ทำให้เมื่อนำความรู้ที่ได้กลับไปใช้ในโรงเรียนซึ่งมีบริบทแตกต่างจากบรรยากาศในการอบรม ครูจึงเกิดความสับสนและไม่สามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้สู่บริบทชั้นเรียนตนเองในแนวทางที่ส่งเสริมและกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดทักษะการ

คิดขั้นสูงอย่างมีประสิทธิภาพได้ (Baran, Chuang and Thompson. 2011 : 370 ; Li and Ni. 2010 : 130 ; Koh and Sing. 2011 : 743 ; Boksz. 2012 , ประพิน ขอดแก้ว; แม้นมาศ ลีลสัตยกุล; และ วิจารณ์ แสงจันทร์. 2012 : 129) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ตามแผนแม่บท ICT เพื่อการศึกษา รายงานสะท้อนจุดอ่อนสำคัญ คือ ครูส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจแนวทางการนำ ICT บูรณาการในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้การพัฒนา ICT ของกระทรวงศึกษาธิการไม่เป็นไปตามเป้าหมาย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2556) อีกทั้งรูปแบบและลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นเพียงการใช้แบบแทรกสื่อ ICT เข้าสู่การบรรยายเนื้อหา โดยส่วนใหญ่เป็นการเปิดดูวิดีโอ รูปภาพ เพื่อให้ครูบรรยายสรุปสิ่งที่เรียนให้ผู้เรียนฟังเท่านั้น ซึ่งการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ไม่ใช่เพียงใช้แทรกสื่อเทคโนโลยีเข้าในการจัดการเรียนรู้ที่ดำเนินอยู่เท่านั้น แต่ครูต้องเข้าใจแนวคิดของ บทบาท ICT ในมิติการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่มีผลกระตุ้นการคิดขั้นสูงและยกระดับ การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย (ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557 : 198 ; McCrory. 2008 : 193 ; Jimoyiannis. 2010: 600 ; Jimoyiannis, 2011)

จากการแบ่งระดับเพื่อบ่งชี้ประสิทธิภาพของการบูรณาการ ICT ตามการประเมินการบูรณาการ เทคโนโลยีแบบเมตริกซ์ (Technology Integration Matrix or TIM) (Florida Center for Instructional Technology, 2011) สรุปว่า ระดับการบูรณาการเทคโนโลยีในหลักสูตรแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 นำเข้า (Entry) ครูใช้เทคโนโลยีส่งข้อมูลแก่ผู้เรียน (Information delivered to student) ซึ่งเป็นเพียง การใช้เทคโนโลยีแทรกเพื่อนำเสนอเนื้อหาบทเรียนถึงผู้เรียน จัดเป็นระดับต่ำสุด ระดับ 2 ปรับใช้ (Adoption) ครูใช้เทคโนโลยีจัดเตรียมให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนใช้เพื่อสร้างความรู้และประสบการณ์ เน้นล้วง ความรู้เดิมและร่วมสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียน ระดับ 3 ปรับเปลี่ยน (Adaptation) ครูออกแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสร้างองค์ความรู้และเข้าใจในมโนทัศน์ ระดับ 4 ดัดแปลงเพิ่มเติม (Infusion) ครูใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายและมีตัวเลือกให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีใน การสร้างองค์ความรู้นอกเหนือจากตัวอย่างที่เคยพบ และระดับ 5 เปลี่ยนแปลงรูปแบบ (Transformation) ครูอำนวยความสะดวกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงและออกแบบ การเรียนรู้ในเทคโนโลยีอย่างเต็มศักยภาพ

ซึ่งลักษณะการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนส่วนใหญ่ยังเป็นระดับนำเข้า (Entry) อันเป็นระดับ ต่ำสุดอยู่ ทั้งที่การบูรณาการ ICT ระดับชั้นเรียนจัดเป็นรากฐานสำคัญในการบ่มเพาะความสามารถ ของผู้เรียนให้พร้อมทำงานในอนาคตซึ่งจะสะท้อนการศึกษาระดับประเทศในภาพรวมต่อไป โดย ระดับชั้นเรียนต้องเสริมสร้างประสบการณ์แก่ผู้เรียนตามขีดความสามารถผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้ ที่ผ่านมา พบว่า งานวิจัยการใช้ ICT ในชั้นวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะกระตุ้นการคิดขั้นสูงของผู้เรียน

เป็นไปอย่างหลวมๆ ในเชิงที่ใช้สื่อเทคโนโลยีแทรกตามเนื้อหาบทเรียนเช่นกัน (Campbell ; & Abd-Hamid.2013 : 573 , Ghavifekr ; & Rosdy.2015 : 189)

นอกจากนี้ การขาดโอกาสด้านการอบรมของครูเป็นอีกปัญหาสำคัญด้วยเช่นกัน โดยจากรายงานผลการศึกษาดัชนีวัด ICT ด้านการศึกษาในสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี 2557 พบว่า ครูที่ผ่านการอบรมการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเรียนการสอนมีเพียงร้อยละ 47.42 ขณะที่ครูที่ไม่ได้เข้าอบรมแต่พบการใช้ ICT ในการเรียนการสอนสูงถึงร้อยละ 61.66 สะท้อนให้เห็นว่าจำนวนครูที่ใช้ ICT ในการเรียนการสอนแต่ขาดโอกาสอบรมมีสูงกว่าจำนวนครูที่ใช้ผ่านการอบรม ICT (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) แสดงให้เห็นถึงช่องว่าง (Gap) ระหว่างครูที่ได้โอกาสในการอบรมกับครูที่ใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้จริงมีไม่สัมพันธ์รองรับกัน สิ่งเหล่านี้สะท้อนพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554 : 3-14)

ในขณะเดียวกัน จากรายงานการบูรณาการ ICT ทางการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มุ่งพัฒนากับครูประจำการผ่านการอบรมรูปแบบพัฒนาวิชาชีพ (Waitayangkoon. 2007: 110) โอกาสการอบรมและสนับสนุนเชื่อมโยงสู่การพัฒนาด้าน ICT ไปยังนักศึกษาครูยังปรากฏให้เห็นน้อย (UNESCO.2004 : 123) สอดคล้องกับงานวิจัยของเชน (Chen. 2008) ศึกษาวิจัยความต้องการของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาครูมีความเข้าใจเทคโนโลยีในชั้นเรียนอย่างจำกัด ขาดความรู้เกี่ยวกับ ICT ที่สามารถบูรณาการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้ ICT ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน และไม่ช่วยส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียนอีกด้วย

นอกจากนี้อุปสรรคที่ครูไทยต้องเผชิญกับการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ซึ่งจากงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่าอุปสรรคที่ขัดขวางการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ครูขาดความเชื่อมั่นในตนเอง 2) ครูขาดความสามารถในการใช้ ICT โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาค่อนข้างมีปัญหาในเรื่องนี้มาก 3) ครูต่อต้านการเปลี่ยนแปลงและมีเจตคติเชิงลบในการปรับใช้ ICT 4) ครูขาดความสามารถในการเข้าถึงและบูรณาการ ICT ให้เหมาะสมกับนักเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ (Jimoyiannis. 2010 : 605 ; Zinyahs. 2012 : 3) ในประเด็นข้อจำกัดอุปสรรคในการเข้าถึง ICT สอดคล้องกับสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ (2556 : 150) ที่พบว่า ปัญหาที่ครูแกนนำต้องการความช่วยเหลืออันดับแรกคือ ขาดแคลนสื่อการเรียนรู้และต้องการรู้จัก เข้าถึงและใช้สื่อ ICT ที่หลากหลาย สะท้อนให้เห็นว่าการรู้จักสื่ออย่างจำกัดส่งผลกระทบต่อกรอบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครูเช่นกัน

อย่างไรก็ตามบริบทความพร้อมโครงสร้างเชิงกายภาพด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีเป็นเงื่อนไขสำคัญมากในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน (Almans ; & Krumsvik.2008 , Khan.2011 , Manfra ; & Hammond. 2008) ซึ่งจากรายงานข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ

สภาพความพร้อม ICT ด้านการศึกษาของประเทศไทย พบประเด็นสำคัญ คือ มีข้อจำกัดวัสดุอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีที่ไม่สอดคล้องกับนโยบายหลักสูตรแกนกลาง ทั้งขาดการดูแลส่งเสริมจากภาครัฐด้าน ICT เท่าที่ควร (OECD /UNESCO.2016 : 249) ทั้งนี้ประเด็นสภาพในชั้นเรียนที่ไม่พร้อมด้านโครงสร้างและอุปกรณ์เครื่องมือด้านเทคโนโลยี จึงเป็นเงื่อนไขที่ผู้สอนต้องประยุกต์การออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับใช้ของค์ความรู้ให้สามารถรับมือและแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมตามบริบทจริง (Mbodila ; Kikunga ; & Serote .2014) หากเปรียบเทียบใน 2 ชั้นเรียน กล่าวคือ ชั้นเรียน ก ผู้เรียนมีแล็ปท็อปส่วนตัวทุกคน กับชั้นเรียน ข มีเพียงคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวที่หน้าชั้นเรียน ย่อมมีบริบทความพร้อมเฉพาะที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Koehler ; Mishra ; & Cain. 2013: 16)

สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พบว่า มีรายงานการใช้ ICT การเรียนการสอนมากที่สุด (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงศึกษาธิการ,2557) หลายงานวิจัยสรุปว่าการใช้ICT ส่งผลเชิงบวกต่อผู้เรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ประเด็นหลัก คือ 1) เป็นการส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารและการร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ และ 2) ICTให้ผลเชิงบวกสำหรับการเข้าใจหลักการและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืน และเป็นการกระตุ้นความสนใจผู้เรียนให้อยากที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียน (Bingimlas. 2009 : 233-234 ; Mikre. 2011 : 3-5 ; Velle ; et al. 2004 : 120 ; Zinyahs. 2012 : 2) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ ICT ไม่สามารถแทนที่การสอนในชั้นเรียนปกติทั้งหมด ครูผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบและสร้างโอกาสในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในชั้นเรียน ดังนั้นผู้สอนจึงต้องเข้าใจในแนวคิดที่ถูกต้องในการออกแบบการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม (Byrne ; & Brodie.2012 : 96)

จากงานวิจัยของไทยและชัย (Tsai ; & Chai.2012 : 1057-1060) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนย้อนหลังไป 10 ปี พบว่า อุปสรรคของการบูรณาการเทคโนโลยีของครูเกิดจาก 3 ปัจจัยหลักคือ 1) ขาดความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยีในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา 2) ขาดความมั่นใจ และรู้สึกถึงภาระที่ยุงยากในการวางแผนเตรียมการสอนเพื่อเตรียมการสอน ด้วยสาเหตุที่ไม่เข้าใจและรู้จักสื่อเทคโนโลยีจำกัด และ 3) การคิดออกแบบของครูผู้สอน (Design Thinking) โดยพวกเขาอธิบายเพิ่มเติมว่า ถึงแม้ความพร้อมด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีและความมั่นใจการบูรณาการแก้ไขแล้ว แต่ไม่ได้หมายความว่าบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนจะประสบผลสำเร็จ หากผู้สอนยังมีอุปสรรคด้านการคิดออกแบบในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ตามบริบทชั้นเรียนอยู่ แต่ขณะเดียวกันหากขจัดอุปสรรคที่ 3 หดไปโดยแก้ปัญหาและพัฒนาการคิดออกแบบของผู้สอน ย่อมสามารถพัฒนาการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนให้เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นแน่นอน แม้อุปสรรคที่ 1 หรือ 2 ยังอยู่ก็ตาม จะเห็นได้ว่าความเข้าใจใน

การคิดออกแบบอันเป็นแนวคิดการบูรณา ICT ของผู้สอนมีอิทธิพลต่อการออกแบบการจัดเรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่าอื่นใด สอดคล้องกับประเทศไทยที่ปัญหาเชิงโครงสร้างด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีไม่เพียงพอ แม้ในชั้นเรียนมีเพียงคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องกับฉากรับภาพ ก็สามารถบูรณาการ ICT ได้ กล่าวคือ ห้องเรียนมีคอมพิวเตอร์ใช้ 1 เครื่อง และมีเครื่องฉายเพียง 1-2 เครื่อง ซึ่งจัดเป็นเครื่องแสดงข้อมูล (data projectors) สามารถบูรณาการให้เกิดประสิทธิภาพได้โดยเน้นการใช้ข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบของผู้สอน ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เป็นการสอน ทั้งระดับชั้นเรียน หรือ “Whole - class teaching situation” (Oldham.2003 : 53)

การคิดออกแบบหรือการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) จึงเป็นแนวคิดที่เน้นความสัมพันธ์แบบเชื่อมโยงระหว่างบางสิ่งหรือหลายสิ่งเข้าด้วยกันของผู้ออกแบบ (Johansson ; & Woodilla. 2009) โดยบรานว์ (Brown.2008) อธิบายว่าการคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ความต้องการมนุษย์เป็นฐาน ซึ่งจุดที่แตกต่างจากการแก้ปัญหาทั่วไป คือ การแก้ปัญหามุ่งเน้นการใช้ อุปกรณ์เครื่องมือเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา แต่การคิดเชิงออกแบบเน้นการปรับใช้ในวิธีการคิดเมื่อเกิดความเข้าใจในระดับแนวคิดของกลุ่มคน และให้ความหมายในเชิงการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ ในบริบทให้เหมาะสมกว่าเดิม ให้ความสำคัญในการยอมรับความแตกต่างด้านความคิดเห็นในมิติต่างๆ ปฏิเสธแนวคิดด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว ภายใต้เงื่อนไขแนวคิดทำอย่างไรให้ดีขึ้น (Brown.2009 ; Cross.2011 ; and Martin.2009 อ้างถึงใน Tan ; and Wong.2012 : 30-31) ลักษณะแนวทางการคิดเชิงออกแบบจัดเป็นกระบวนการทวนความคิด ธรรมชาติของการคิดออกแบบจะเกิดขึ้นหากทำงานแบบร่วมมือและประมวลข้อมูลต่างๆผ่านการแสดงความคิดเห็นจากกลุ่มคนร่วมกัน นำสู่วาดภาพความคิดความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดสู่การแก้ปัญหา และมองหาข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อออกแบบแก้ปัญหา (Ray.2012)

เห็นได้ว่าการคิดเชิงออกแบบขับเคลื่อนด้วยกลไกการทำงานที่มีธรรมชาติของการร่วมมือของกลุ่มคน อันเป็นลักษณะเด่นตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมรอบตัวบุคคล (Social Constructivism) (Fosnot. 1996 : 23) มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเชาวน์ปัญญา และกระบวนการคิด (เพียร์ทิพย์ โรจนปัญญญา. 2555 : 107 ; ทิศนา ขัมมณี.2555 : 91) ผ่านกระบวนการกิจกรรมที่ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ผู้สอน เพื่อน ให้กระทำสำเร็จเพื่อพัฒนาสติปัญญาแก่ตนเอง (พัชรีย์ ปิยะภักดิ์.2555 : 3 ; Wood ; Bruner ; & Ross. 1976 : 98 ; Bofil.2013 : 32) แนวคิดของทฤษฎีนี้แก่นสำคัญมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (Taber.2011 : 39) นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ทาง

สังคมระหว่างกลุ่มคนและชำนาญกว่ายังช่วยส่งเสริมกระบวนการเสริมต่อความรู้ (Scaffolding) (Vygotsky.1978: 86) ลักษณะการมีส่วนร่วมเช่นนี้จัดเป็นการเรียนรู้แบบการร่วมมือในการแก้ไขปัญหา (Mor; & Mogilevsky.2013: 13 ; Hartman. 2002 ; Kaikan ; & Yang. 2010: 65) ตามทึบองค์และคัลนิงแฮม (Bonk; & Cunningham.2002? : 34) สรุปหลักการปฏิบัติที่ต้องคำนึงถึงเมื่อออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม อาทิ จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้สะท้อนถึงบริบทและปัญหาตามสภาพจริงมากที่สุด มีกิจกรรมกระตุ้นให้เกิดสนทนาขยายแนวคิดและการนำเสนอเป็นกลุ่ม มีการประมวลผลและสะท้อนการเรียนรู้ มีการสาธิตตัวอย่างจากผู้เชี่ยวชาญชัดเจน มีการประเมินและติดตาม เป็นต้น ในขณะที่แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) หลักสำคัญเน้นกระบวนการร่วมมือทำกิจกรรม แก้ไขปัญหา หรือทำภารกิจให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยผ่านกิจกรรมที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ไตร่ตรอง อภิปราย และหาข้อสรุปร่วมกัน นั่นคือองค์ความรู้จะถูกสร้างขึ้นร่วมกันและแบ่งปันซึ่งกันและกัน (ทีศนา แคมมณี. 2555 : 98 ; Iqbal ; Kousar ; & Ajmal.2011 : 608 ; National School Reform Faculty.2006 : 12 ; Gokhale. 1995 : 22)

จากลักษณะเด่นของแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ ที่เน้นการร่วมมือและรับฟังความเห็นจากแนวคิดผู้อื่นในมิติที่แตกต่างเพื่อการแก้ปัญหาให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ที่เหมาะสมกว่าเดิม ซึ่งแนวคิดนี้มีสอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดเชิงออกแบบ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ มาเป็นฐานองค์ความรู้เชิงทฤษฎี เพื่อสังเคราะห์และออกแบบขั้นกระบวนการ ในการพัฒนารูปแบบความเข้าใจในระดับแนวคิดสำหรับบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของผู้สอน

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีความคลุมเครือของลักษณะการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนที่สะท้อนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ ICT อย่างเป็นรูปธรรมที่สอดคล้องกับความพร้อมของบริบทชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะควรมีลักษณะอย่างไร (Byrne ; & Brodie.2012 :108) จุดนี้ยังคงเป็นคำถามสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการบูรณาการ ICT ให้มีประสิทธิภาพ และเป็นเสมือนผลลัพธ์ (outcome) ที่แสดงความเข้าใจในแนวคิดการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนตามบริบทอย่างมีประสิทธิภาพของผู้สอน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพตามบริบทความพร้อมเทคโนโลยีในชั้นเรียน แบบคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ข้อสรุป ดังนี้ ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การใช้ ICT ให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่าง

ผู้เรียนและบทเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเพิ่มบทบาทผู้เรียนในการปฏิบัติ สํารวจตรวจสอบข้อมูล วิทยาศาสตร์จาก ICT ให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงมากที่สุด ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจ ตรวจสอบที่จำเป็นต่อการสืบเสาะในชั้นเรียนตลอดจนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้โดยผสมผสานกับ ประสิทธิภาพ ICT โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ ตัดสิน อภิปรายข้อมูลจริงทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่ใช้ ICT นำเสนอและแปลข้อมูล (Ziden, A.A. ; et al. 2011 : 30 , Maeng. ; et al. 2013 : 839 , McCrory. 2008) สอดคล้องกับแนวคิดของบลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008) ที่อธิบายว่า เทคโนโลยีไม่สามารถใช้ให้เกิดประสิทธิภาพด้วยตัวมันเอง แต่เป็น เครื่องมืออำนวยความสะดวกและยกระดับการสอน พัฒนาการเก็บข้อมูล การมองปรากฏการณ์ที่เป็น นามธรรม และจำลองการทดลองที่เกิดขึ้นมาสู่ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ อันเป็นแนวทางที่ใช้เทคโนโลยี ให้เพื่อสามารถยกระดับการเรียนรู้ในโน้ตบุ๊กและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างคุ้มค่า โดยช่วย ผู้เรียนได้สำรวจเรียนรู้ในหัวข้อวิทยาศาสตร์เชิงลึก พร้อมทั้งสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็ต้องยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่มีการ สืบเสาะเป็นฐาน (Bull ; & Bell. 2008 : 4)

อย่างไรก็ตามกรอบแนวคิดเพื่อการพัฒนาครูผู้สอนให้สามารถบูรณาการความรู้ในเนื้อหา กับ วิธีการสอนเพื่อถ่ายทอดให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ (Pedagogical Content Knowledge) และ ด้วยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในปัจจุบันที่เป็นเครื่องมือสำคัญ เพื่อการส่งเสริมและสร้างความสนใจ ในการเรียนรู้ และกระตุ้นทักษะการคิดขั้นสูงกับผู้เรียนได้ จึงเป็นเหตุผลที่ครูผู้สอนต้องเข้าใจกรอบ แนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical and Content Knowledge: TPACK) โดย TPACK ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดเชิงกลยุทธ์ที่ผู้สอนต้องวางแผนและจัดเตรียม แนวทางให้นักเรียนในการสำรวจตรวจสอบเนื้อหาวิชา กับเทคโนโลยีเพื่อความเข้าใจในประเด็นต่างๆ (Nisee.2011; Baran ; et al. 2011: 376 ; Jimoyiannis. 2010: 600 ; Niess ; et al.2010 : 42)

TPACK เป็นกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยมีชราและ โคห์เลอร์ (Mishra; & Koehler.2006: 1029) เสนอขึ้นเมื่อปี 2005 เป็นกรอบแนวคิดที่อยู่บน ฐานความรู้ของวิธีสอนที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเพื่อสร้างสรรค์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ใน เนื้อหาวิชา ตระหนักและให้ความสำคัญทั้งเนื้อหา เทคโนโลยีและวิธีการสอนให้มีลักษณะสัมพันธ์ เชื่อมโยงกัน มุ่งให้ครูเป็นนักออกแบบหลักสูตรเพื่อจัดการเรียนรู้ (Curriculum Designers) (Koehler; & Mishra.2008 : 3) กรอบแนวคิดนี้เหมาะกับครูที่ต้องการบูรณาการทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชา วิธีการ สอน และ ICT เข้าด้วยกันอย่างลงตัว ภายใต้บริบทเดียวกัน (Graham.2011: 1953 ; Harris ; et al.

2009: 395 ; Koehle; & Mishra. 2009: 67 ; Kereluik et al. 2011 : 12 ; So; & Kim. 2009: 104 ; Koh; & Sing. 2011: 744 ; Kafyulilo.2012: 99) ทั้งนี้การพัฒนา TPACK จะอยู่ในรูปแบบของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development) ได้เช่นกัน (Hu & Fyfe. 2010 ; So & Kim. 2009 ; Jimoyiannis. 2010 ; Ozgun-Koca, Meagher & Edwards. 2010)

การพัฒนาวิชาชีพครูในด้านบูรณาการ ICT จำเป็นต้องเข้าใจกรอบแนวคิด TPACK เพื่อสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเป็นไปตามเป้าหมายการดำเนินงานของโรงเรียนผู้นำ ICT ตามโครงการโรงเรียนในฝันที่ระบุว่าโรงเรียนต้องมีครูที่มีความรู้ ความสามารถด้านการใช้ ICT สู่การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักนวัตกรรมการจัดการศึกษา.2554 : 3) การพัฒนาTPACK นั้นสามารถอบรมและพัฒนาได้ทั้งคุณครูประจำการที่มีความชำนาญและประสบการณ์ รวมทั้งนิสิตครูที่ยังไม่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ แต่เนื่องจากนิสิตครูเป็นทรัพยากรบุคคลที่ไม่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ ไม่ได้รับอิทธิพลความเชื่อจากวัฒนธรรมการสอนในโรงเรียน และไม่มีอุปสรรคด้านภาระงานในโรงเรียนมากนัก จึงเหมาะสมที่จะส่งเสริมและพัฒนาด้าน TPACK ให้เห็นผลชัดเจนกว่าในช่วงระยะเวลาการฝึกอบรมเท่ากัน (Sadaf; et al. 2012 : 937) อีกทั้งจากรายงานผลการวิเคราะห์หลักสูตรครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ของสถาบันอุดมศึกษาไทย ประเทศอาเซียนและนอกอาเซียน ตามกรอบสมรรถนะของครูในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 พบว่า สมรรถนะด้านการบูรณาการ ICT กับการเรียนรู้การสอนจัดเป็นลำดับต้นๆในสมรรถนะที่มีความต้องการจำเป็นที่นักศึกษาครูในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ควรได้รับการพัฒนาในศตวรรษที่ 21 จากทั้งหมด 31 สมรรถนะ (ลิขิตกุล กุลรัตน์รักษ์ และ อัจฉรา ไชยอุปถัมภ์.2559 : หน้า 185) พร้อมทั้งยังเป็นการเตรียมพร้อมให้มีประสบการณ์ในการออกแบบกิจกรรมการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน เพื่อให้พร้อมเป็นครูมืออาชีพในอนาคต (Koh & Sing, 2011) ซึ่งจากรายงานผลการศึกษาด้านภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558 : 18,21) รายงานว่า การผลิตครูในรูปแบบหลักสูตรการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร5ปี) ในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 63.68 จัดเป็นสัดส่วนการผลิตครูมากที่สุดในประเทศ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสาขา 1 ใน 10 อันดับสูงสุดที่จะมีผู้สำเร็จการศึกษาช่วงปี 2556-2560 ซึ่งหมายความว่า นักศึกษาครูกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการปฏิบัติหน้าที่วิชาชีพครูในการสอนผู้เรียนอีกจำนวนมากในอนาคต ซึ่งส่งผลต่อสังคมวงกว้างตามลำดับ

การอบรมในการพัฒนา TPACK จะเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการสอนจริงในโรงเรียน เสริมสร้างความเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้ให้ได้มีโอกาสสร้างสรรค์การจัดการเรียนรู้ที่แตกต่าง สอดคล้องกับการเตรียมนิสิตนักศึกษาเพื่อให้เป็น “ทรัพยากรบุคคล”ที่มีความสำคัญต่อการ

สร้างสรรค์ (สำนักส่งเสริมและพัฒนาศกยภาพนักศึกษา.2551:1) แผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551-2565) มีเป้าหมายในการยกระดับและพัฒนาศกยภาพอุดมศึกษาในการสร้างความรู้และนวัตกรรม อุดมศึกษาควรส่งเสริมกิจกรรมนอกหลักสูตร เพื่อเพิ่มพื้นที่การเรียนรู้ของเยาวชนและนักศึกษา ในรูปแบบของทักษะชีวิต ทักษะสังคม สมรรถนะพื้นฐานที่ข้ามพ้นความรู้วิชาการ โดยเฉพาะ นิสิต/นักศึกษาครูซึ่งจะก้าวสู่วิชาชีพครูในอนาคตอันเป็นกำลังสำคัญในพัฒนาและเสริมสร้างโอกาสทางการศึกษาแก่ผู้เรียน (สำนักส่งเสริมและพัฒนาศกยภาพนักศึกษา :2551: 3-4 ; สุทธิพร : 2553 :1)

ในการนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความสามารถ ปัญหาและความต้องการก่อนฝึกปฏิบัติการสอน ประสพการณ์วิชาชีพครู ในประเด็นตามกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK framework) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ซึ่งผู้วิจัยทำการสำรวจและวิเคราะห์จากการตอบแบบสอบถามประเมินตนเองและการสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านแล้วพบว่า นักศึกษามีความพร้อมด้านการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับต่ำสุด โดยนักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า การบูรณาการ ICT ในการสอนเป็นเพียงการนำเสนอเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่แสดงข้อความ ภาพ และเสียงเท่านั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และสะดวกในเวลาเรียนเท่านั้น แต่ไม่ได้เชื่อมโยง ผสาน และคำนึงถึงศกยภาพของ ICT ในการนำมาใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงตามการเตรียมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เท่าที่ควร อีกทั้งนักศึกษายอมรับว่ารู้จักโปรแกรม สื่อ และแหล่งข้อมูลสารสนเทศอย่างจำกัด นักศึกษามีพฤติกรรมในการสืบค้นข้อมูล ดาวน์โหลดภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและสื่อการเรียนรู้จากอินเทอร์เน็ต มาอธิบายและขยายความเท่านั้น นอกจากนั้นเมื่อวิเคราะห์ความต้องการและความคาดหวังของนิสิตพบว่า นิสิตต้องการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยองค์ความรู้ที่ได้ต้องสามารถนำสู่ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนได้จริงเป็นสำคัญ และเพิ่มพูนความรู้และความสามารถอันเป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต สอดคล้องกับ ไสว พักขาว (2554 : 43) วิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการติดตามคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครแห่งหนึ่ง พบว่า บัณฑิตครูหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (5 ปี) สาขาวิชาการศึกษาพื้นฐาน ซึ่งรวมถึงเอกการสอนวิทยาศาสตร์มีความต้องการจำเป็นในเทคนิคการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ และเทคนิคการสอนที่หลากหลายมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับความรู้ความสามารถในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามกรอบแนวคิด TPACK โดยสังเคราะห์ขั้นตอนและออกแบบกระบวนการพัฒนานี้ขึ้น จากฐานแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อขับเคลื่อนโปรแกรมการพัฒนานักศึกษาคู และนำแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของบลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008) ร่วมกับแนวคิดการพัฒนาสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ของฟริกซ์และเบลล์ (Flick ; & Bell. 2000) มาสังเคราะห์เป็นลักษณะเป็นผลลัพธ์(outcome) ซึ่งความสามารถที่เป็นรูปธรรมแสดงความเข้าใจในระดับแนวคิดการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคู ตามบริบทความพร้อมเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อ 1 ชั้นเรียน ซึ่งเป็นสภาพทั่วไปในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของไทย ทั้งนี้ โปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเน้นความเข้าใจในโมทัศน์การบูรณาการ ICT ผ่านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งติดตามและให้คำแนะนำเพื่อการพัฒนาตนเองของนักศึกษาคู ให้สามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในการสอนจริง ซึ่งเป็นการเสริมสร้างให้นักศึกษาเป็นผู้มีความสามารถในการประยุกต์ จัดสรร และออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่การบูรณาการ ICT ในบริบทชั้นเรียนจริงต่อไป

การพัฒนา รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาคูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จะเป็นการเพิ่มโอกาส เตรียมความพร้อม เสริมสร้างความเชื่อมั่น และยกระดับความสามารถในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักศึกษาคูมีประสบการณ์เรียนรู้ด้าน ICT เข้าถึงสื่อ และแหล่งข้อมูลวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นคลังข้อมูลและเทคนิควิธีการในการออกแบบการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ คงไว้ซึ่งบรรยากาศการเรียนรู้แบบสืบเสาะอันเป็นลักษณะสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเตรียมการให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ต่อวิชาชีพครูในอนาคตต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
4. เพื่อศึกษาลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
2. ได้แนวทางการเตรียมความพร้อมด้านการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
3. ได้แนวทางปฏิบัติในการประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถสู่การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ที่ส่งเสริมบทบาทผู้สอนให้เป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านการเรียนรู้และเตรียมพร้อมผู้เรียนให้เหมาะสมกับศตวรรษที่ 21
4. ได้ทราบข้อมูลและความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่มีต่อการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สู่การประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริง

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาการศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1-2 ปีการศึกษา 2557

กลุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาศึกษานักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียน ปฏิบัติการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน โดยเป็นการเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่มีเกณฑ์กำหนด ดังนี้ (1) เป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาการศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินความพร้อมและความสามารถก่อนฝึกปฏิบัติการสอนตามกรอบแนวคิดด้านความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK framework) (2) ลงทะเบียนเรียนรายวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (3) ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร (4) แสดงความจำนงค์ในการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการบูรณาการ ICT ในการสอนวิทยาศาสตร์ และ (5) สมัครใจเข้าร่วมวิจัย และสามารถให้ข้อมูลได้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการวิจัย และนอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาคณะ 4 คน โดยเลือกจากคะแนนความเข้าใจในแนวคิดTPACKกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ อย่างละ 2 คน (Extreme cases sampling) เพื่อการศึกษาเชิงลึก

ขอบเขตการศึกษา คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในการปฏิบัติการสอนที่โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และช่วงระยะเวลาในการศึกษาวิจัยภาคการศึกษาที่ 1 - 2 ปีการศึกษา 2557 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2557 – เมษายน 2558

เนื้อหาที่ใช้ใน

ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับสมบูรณ์

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

การใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระดับความรู้ที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระดับความรู้ที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
2. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
3. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระดับความรู้ที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพที่ขับเคลื่อนในระยะเวลาการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ระยะติดตามผลการใช้โปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพในชั้นเรียน และสะท้อนผลที่เกิดขึ้นจากการร่วมโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพ โดยเนื้อหาที่บรรจุในโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระดับความรู้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรตามเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคนิควิธีการสอน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การใช้เทคโนโลยีและการเข้าถึง ICT เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนตามบริบทความพร้อมมุ่งเน้นการนำไปใช้จริงในการปฏิบัติการสอน เนื้อหารายละเอียดประกอบด้วย

- เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับสมบูรณ์
- ความรู้เทคโนโลยี
- ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน
- ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชั้นกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน (I2CARE model) ตามกรอบแนวคิดด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) มุ่งพัฒนานวัตกรรมออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามบริบทจริงของนักศึกษาครู โดยโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ I2CARE model ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่1 นำสู่มนทัศน์ (Introduction: I) หมายถึง วิทยากรนำสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิดและประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครู จากข้อความรูปภาพ สถานการณ์ วิดีโอ หรือสื่อความรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อให้นักศึกษาสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ และสื่อสารสิ่งที่รู้ออกมา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากนักศึกษาคนอื่น และวิทยากรนำสู่ขั้นต่อไปสู่กิจกรรม

ชั้นที่2 สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension: C) หมายถึง วิทยากรใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อเริ่มสร้างความเข้าใจจากกิจกรรม

ชั้นที่3 ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing: CD) ในขั้นนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ปรึกษาหารือ (Consultation) และ 2) ร่วมมือออกแบบ (Designing)

1) ปรึกษาหารือ (Consultation) หมายถึง นักศึกษาที่เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ตามระดับชั้นที่ตนเองสอน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน จนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และหาแนวทางแก้ไขเบื้องต้นร่วมกัน กิจกรรมนี้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเองและหารือร่วมกันกับผู้ที่อยู่ในบริบทที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นขั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown. 2008)

2) ร่วมมือออกแบบ (Designing) หมายถึง วิทยากรกำหนดสถานการณ์ หรือภารกิจให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมแต่ละกลุ่มออกแบบการแก้ปัญหาหรือ ข้อผิดพลาดที่กำหนดขึ้นจากสถานการณ์ หรือข้อจำกัดบางประการที่มีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นได้

ขั้นที่4 แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis: A) หมายถึง นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปในแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบจุดเหมือนและต่าง พร้อมทั้งปรับแก้จนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม

ขั้นที่5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection: R) หมายถึง นักศึกษาประมวลแนวคิด ความรู้ และทักษะจากการร่วมกิจกรรมของตนเองในแต่ละหน่วยกิจกรรม โดยรูปแบบการสะท้อนแนวคิดในขั้นนี้ให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมบันทึกในสมุดคู่มือการอบรมเป็นหลักฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

ขั้นที่6 การประเมินผลความรู้ (Evaluation: E) หมายถึง นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมทดสอบประเมินความรู้ความเข้าใจต่อองค์ความรู้ที่ได้รับจากสิ่งที่วิทยากรกำหนด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK

2. โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชุดกิจกรรมในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ มีระยะเวลา 4 วัน จำนวน 30 ชั่วโมง โดยใช้รูปแบบ I2DARE model ขับเคลื่อนในการดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 หน่วยกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบกิจกรรมมุ่งหวังให้นักศึกษาครูเป็นนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน (Designer for TPACK) ดังนี้

หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้พัฒนาเข้าใจในธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มวิเคราะห์จากแนวคิดหลัก (Big Ideas) ของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อออกแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้พิจารณาองค์ประกอบอื่นๆเพื่อการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เดิมของตน และเพื่อการออกแบบแผนกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งองค์ประกอบที่ต้องพิจารณา ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลักและตัวชี้วัดหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการประเมิน

หน่วยกิจกรรมที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK , TPK) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้เรียนรู้ประโยชน์ หน้าที่ และข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิดจนสามารถเป็นข้อมูลตัดสินใจเลือกใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้

หน่วยกิจกรรมที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้เรียนรู้แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการปรับแผนการเรียนรู้แบบเดิมของผู้เข้ารับการอบรม เน้นหาข้อบกพร่องและเติมเต็มความรู้ด้านการบูรณาการ ICT ตามกรอบแนวคิด TPACK ให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

หน่วยกิจกรรมที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ภายในสถานการณ์ที่กำหนด

หน่วยกิจกรรมที่ 6 ชื่นชมผลงาน (TPACK-3) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตามบริบทจริงที่ผู้รับการอบรมจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆจากเพื่อนผู้รับการอบรมและผู้เชี่ยวชาญ

3. การติดตาม หมายถึง การติดตามไปที่ชั้นเรียนจริงของนักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมเพื่อสังเกตการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หลังการฝึกอบรมในการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการ ICT ในบริบทชั้นเรียนจริง โดยพิจารณาจากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และสะท้อนหลังปฏิบัติการสอน

4. การสะท้อนผลโปรแกรมการฝึกอบรม หมายถึง การสะท้อนความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์หลังการฝึกอบรมตามโปรแกรม ในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สุ่มมองการพัฒนาวิชาชีพครูในอนาคต

5. ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Concept of TPACK) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี จากการทำแบบวัดความรู้ในแนวคิด TPACK ช่วงระยะการเข้าร่วมโปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติการของนักศึกษาคู

6. มโนทัศน์ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK-Concept) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจจากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิด TPACK

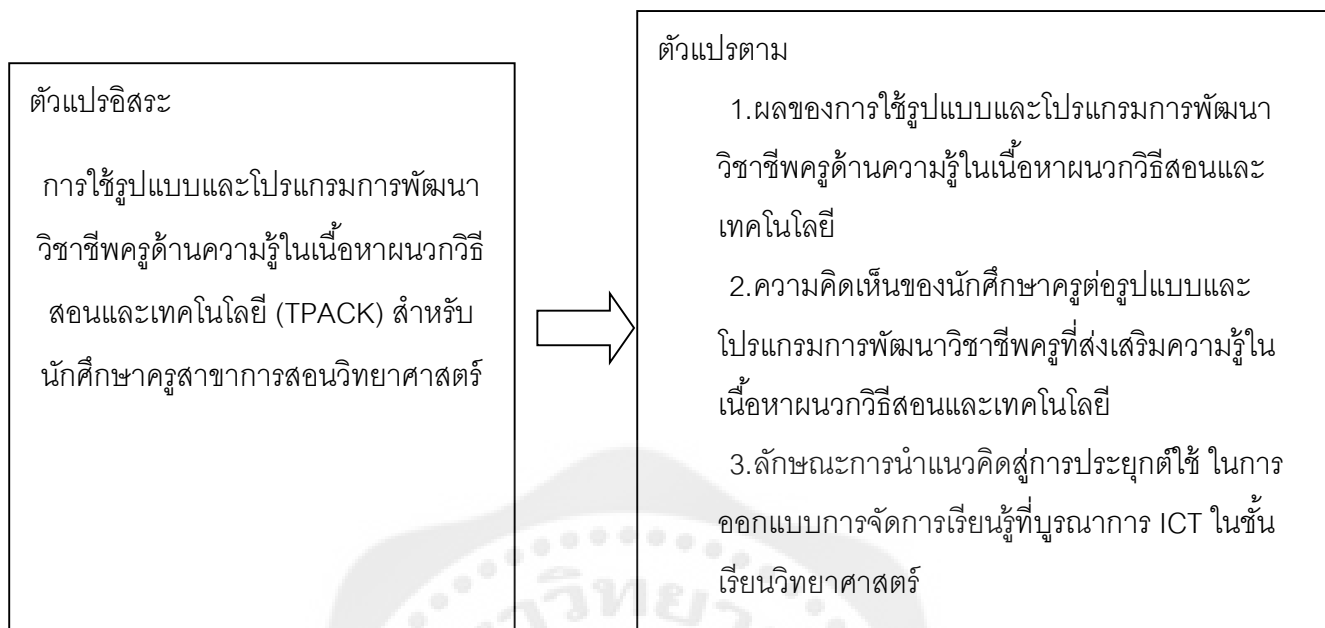
6. การปฏิบัติที่สะท้อนความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK-Action) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิด TPACK

7. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี หมายถึง ลักษณะที่บ่งชี้การปรับและประยุกต์เข้ากับวิธีสอน การเตรียมสื่อ การประเมิน และอื่นๆในการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนความเข้าใจในมโนทัศน์ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK-Concept) และการปฏิบัติที่สะท้อนความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK-Action) จากการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน โดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ บันทึกภาคสนาม และการสัมภาษณ์ นำมาสนับสนุนเพื่อตีความการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิด TPACK

8. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่เข้าร่วมพัฒนาตนเองในรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ด้าน TPACK หมายถึง ความคิดเห็นของนักศึกษาผู้เข้าร่วมที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู ด้าน TPACK ทั้งระยะโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และระยะการติดตามและสะท้อนผลการปฏิบัติ ในการพัฒนาวิชาชีพครูส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี และเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนจริงที่ที่นักศึกษาได้รับจากการรูปแบบ โดยวัดจากแบบสอบถามความคิดเห็นในการดำเนินการของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

จากที่กล่าวมา สรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพประกอบที่ 1

สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย

คำถามวิจัย

- 1 รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ พัฒนามาอย่างไร
- 2 ผลของการใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร
- 3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีอยู่ในระดับใด
- 4 ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มีคะแนนความรู้ด้านมโนทัศน์และการปฏิบัติ หลังใช้โปรแกรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกองค์ประกอบ (TPK TCK PCK และ TPACK) และมีความเข้าใจในมโนทัศน์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT และสามารถปฏิบัติการสอนบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

2. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) เห็นว่ารูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนจริงที่คะแนนเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป

3. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มคะแนนTPACK สูง สามารถออกแบบกิจกรรมที่ใช้ ICT ที่ส่งเสริมและยกระดับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะในชั้นเรียน นำสู่บริบทเนื้อหาบทเรียนโดยการกำหนดสถานการณ์และใช้ ICT สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ กลุ่มคะแนนTPACK ต่ำ สามารถเลือกใช้ ICT หลากหลายเพื่อกระตุ้นและดึงดูดผู้เรียน ส่งเสริมการคิดและเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสังเคราะห์แนวคิด ในการออกแบบพัฒนาโปรแกรมอบรมเชิงปฏิบัติการและกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู จำแนกหัวข้อดังนี้

1. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย
 - 1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพสำหรับครูวิทยาศาสตร์
 - 2.1 สถานภาพการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี ปัญหาและแนวทางพัฒนา
 - 2.2 ความหมายและเป้าหมายของการพัฒนาวิชาชีพครู
 - 2.3 กรอบแนวคิดการออกแบบการพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์
3. แนวคิดเกี่ยวกับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
4. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)
 - 4.1 ความหมายของ TPACK
 - 4.2 องค์ประกอบของ TPACK
 - 4.3 ความเป็นมาและธรรมชาติของ TPACK
 - 4.4 การประเมิน TPACK
5. เทคโนโลยีที่สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) สำหรับจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
 - 5.2 ขอบเขต ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
6. บริบทชั้นเรียนที่มีการบูรณาการเทคโนโลยี
7. ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 7.1 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
 - 7.2 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
 - 7.3 แนวคิดการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 7.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการสืบเสาะที่ใช้เทคโนโลยี
- 7.5 ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะ
ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นเรียน
- 7.6 สรุปขอบเขตและนิยามตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
- 8. รูปแบบการพัฒนา TPACK สำหรับครูและนักศึกษาครู
 - 8.1 หลักการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู
 - 8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา TPACK
 - 8.3 รูปแบบกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK
 - 8.4 รูปแบบกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK
- 9. แนวคิดที่ใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริม TPACK
- 10. สรุปแนวคิดในการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานักวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริม
TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์



1. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในการสร้างสรรค์วิทยาการต่างๆ ที่เอื้ออำนวยให้ผลิตและคิดค้นเครื่องมือช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิถีคิด จนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผลจากหลักฐานและประจักษ์พยาน จึงจัดว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ทั้งนี้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมุ่งหวังให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบเน้นการเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้เรียนมีส่วนร่วมและทำกิจกรรมแบบลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น-สสวท.2556: ออนไลน์)

ด้วยการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาประเทศตามกรอบแนวทางและยุทธศาสตร์ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่ปฏิรูปตามสถานการณ์โลก ประเทศไทยกำหนดกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560-2575) ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศ ทั้งแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2575 เพื่อปรับโครงสร้างประเทศไทยสู่ 4.0 จึงมุ่งพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 เป็นเหตุให้กระทรวงศึกษาธิการต้องกำหนดนโยบายสำคัญและเร่งด่วนให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลายเป็น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระสำคัญเป็นการมุ่งเน้นปรับปรุงเนื้อหาให้ทันการเปลี่ยนแปลงความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการต่างๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญก้าวหน้าทันประชาคมโลกได้ (กระทรวงศึกษาธิการ.2560: ออนไลน์)

สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรฉบับปรับปรุงนี้ เน้นวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงตั้งแต่ ป.1- ม.6 เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้จนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นพัฒนาตามทักษะในศตวรรษที่ 21 เพิ่มเติม ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ให้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้

ข้อมูลและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560: ออนไลน์)

ดังนั้น เป้าหมายการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 และฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 สาระสำคัญคือ ยังคงมุ่งเน้นกระบวนการในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แต่เพิ่มเติมด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น กล่าวคือ เน้นพัฒนาการคิดขั้นสูง และให้ความสำคัญกับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ การแก้ปัญหา จัดกิจกรรมลงมือปฏิบัติ เพื่อเรียนรู้จากหลักฐานและประจักษ์พยาน สื่อสารและอธิบายได้อย่างมีเหตุผลจากประเด็นหัวข้อในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในโลกความจริง และมุ่งหวังการประยุกต์ใช้ความรู้มากกว่าการเรียนรู้แบบจำความรู้ สิ่งเหล่านี้เป็นรากฐานตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้

1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่หลายหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความสำคัญและส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดขึ้นอย่างเต็มที่เพราะเห็นว่าเป็นทักษะพื้นฐานตั้งแต่วัยเด็กที่เริ่มมีการเรียนรู้และสามารถต่อยอดในทักษะอื่นๆตามมาในสังคม โดยนักการศึกษาทุกระดับเน้นการพัฒนาและยกระดับทักษะการคิดขั้นสูงและการรู้เทคโนโลยีของผู้เรียน ทั้งนี้ ซาฮิน(Sahin.2009 : 1466) ได้เสนอหลักการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับครูผู้สอน ดังนี้

- 1) วิเคราะห์เป้าหมาย : นิยามเป้าหมายและสอดคล้องสัมพันธ์กับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- 2) นิยามผู้เรียน : พิจารณาผู้เรียน ร่วมกับลักษณะที่เป็นยุค Digital native และสร้างนิยาม
- 3) พัฒนากลวิธีสอน : เลือกกลวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองเป็นผู้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- 4) นำไปใช้ : เน้นการเรียนรู้และผู้เรียน ไม่ใช่เน้นการสอน สร้างผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการในกระบวนการเรียนรู้ เรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีตามสภาพแวดล้อม
- 5) การเลือกสื่อ : เลือกเทคโนโลยีและสื่อแบบศิลปะที่ตอบสนองผู้เรียน มั่นใจว่าสื่อเหล่านั้นจะกระตุ้นและช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ
- 6) ประเมินผู้เรียน : ประเมินตามสภาพจริง

ตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผู้เรียนในทักษะศตวรรษที่ 21 ต้องการผู้เรียนที่สามารถเอาตัวรอดในสังคมยุคดิจิทัล สามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ร่ำเรียนมาในการเผชิญหน้ากับความท้าทายนอกเหนือจากในห้องเรียนได้ ครูผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถที่จะแก้ไขปัญหาได้หลายแง่มุม โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์และแนวคิดใหม่ๆ ที่เป็นพื้นฐานจากหลายๆ แหล่งข้อมูล ให้ความสำคัญของความรู้ในการเป็นมนุษย์ในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยส่งผ่านความรู้ความสามารถผ่านการใช้เทคโนโลยี ที่เน้นในการศึกษาเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อการสร้างความรู้ของผู้เรียนให้เกิดเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง (Turiman et al. 2012)

จากภาพรวมการสร้างและพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 มีความซับซ้อนเข้มข้น และหลากหลายคงไม่ใช่เรื่องที่จะเกิดขึ้นได้โดยง่าย ทั้งนี้ก็ต้องอาศัยระยะเวลาและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้อง ตลอดจนครูผู้สอนที่ต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้อง ทั้งนี้บทบาทของครูผู้สอนจัดเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ซึ่งปัจจุบันเน้นการบูรณาการ แต่หลายโรงเรียนในประเทศไทยไม่ค่อยทำได้จริงในเชิงปฏิบัติ ซึ่งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน สิ่งที่คุณครูในโรงเรียนจะทำได้ควรเริ่มจากจุดที่ง่ายได้ง่ายและไม่ซับซ้อนสามารถทำได้จริงในเชิงปฏิบัติเพื่อนำสู่การเปลี่ยนแปลงบทบาทในระยะยาว (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ.2556)

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นมุมมองบนฐานบริบทประเทศไทยที่สามารถจัดให้สอดคล้องได้จริงในชั้นเรียนส่วนใหญ่ของประเทศ กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนควรมุ่งเน้นให้มีการบูรณาการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในโลกที่เป็นจริง และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย และสามารถพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่างๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี สำหรับการวัดและประเมินผลจะเน้นการประเมินผลตามสภาพจริง และนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง โดยสรุปคือ การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวเพื่อใช้ชีวิตในโลกที่เป็นจริง เน้นการศึกษาตลอดชีวิต ด้วยวิธีการที่ยืดหยุ่น มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ตนเอง (วิจารณ์ พานิช.2555 ; สุพรรณิ ขาญประเสริฐ.2556 ; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย.2556) อย่างไรก็ตามอาจจะมองเป็นเรื่องยากที่จะพัฒนาทุกทักษะไปอย่างพร้อมกัน ทั้งยังต้องเผชิญปัญหาเดิมในหลายด้าน แต่จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนต้องเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีเป็นการเตรียมพร้อม (Warm up) การเรียนรู้ โดยคาดหวังให้ครูผู้สอนออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นสำคัญที่จัดเป็นการเตรียมพร้อมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับบริบทประเทศไทยที่ครูสามารถนำไปเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อการออกแบบการเรียนรู้เหมาะสมกับบริบทโรงเรียนทั่วไป และมีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในโลกที่เป็นจริง
2. สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้
3. เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ ตัดสินข้อมูล และแก้ปัญหา โดยใช้การใช้เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย
4. เน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงลึก (Deep understanding)
5. มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ตนเอง
6. วัดและประเมินผลที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

2.1 สถานภาพการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี ปัญหาและแนวทางพัฒนาวิชาชีพ

จากรายงานผลการศึกษสถานภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558 : 18,21) รายงานว่า การผลิตครูในรูปแบบหลักสูตรการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร 5 ปี) ในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 63.68 จัดเป็นสัดส่วนการผลิตครูมากที่สุดในประเทศ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสาขา 1 ใน 10 อันดับสูงสุดที่จะมีผู้สำเร็จการศึกษาช่วงปี 2556-2560 ซึ่งหมายความว่า นักศึกษาครูกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการปฏิบัติหน้าที่วิชาชีพครูในการสอนผู้เรียนอีกจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อสังคมวงกว้างในอนาคตตามลำดับ

การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ผ่านมาในภาพรวม พบว่า ปัญหาครูสอนโดยไม่ใช้สื่อการสอน มีสาเหตุมาจากการขาดแคลนสื่อ การยึดติดกับการสอนแบบเดิมๆ ทำให้ครูไม่ค่อยใช้สื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนปัญหาด้านการพัฒนาวิชาชีพครูในรอบปีหนึ่งๆ รายงานว่า ครูได้รับการพัฒนาค่อนข้างมาก แต่ไม่มีความชัดเจนในการติดตามและประเมินผลว่าหลังอบรมได้นำไปใช้จริงหรือไม่ อย่างไร ผลการพัฒนาเป็นเรื่องการให้ความรู้ ขาดการพัฒนาทักษะที่ตรงกับสภาพจริง และไม่ตรงกับความต้องการ ไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนของครูได้ และบางครั้งเรื่องที่อบรมห่างไกลจากเหตุการณ์ความเป็นจริงของห้องเรียน ไม่ตรงกับความต้องการ การพัฒนาอบรมครูไม่

สอดคล้องกับความต้องการของครู โดยการพัฒนาอบรมครูส่วนใหญ่ เป็นการอบรมตามที่หน่วยงานต้นสังกัดเป็นผู้กำหนด ทั้งเรื่องเนื้อหา หลักสูตร และวิธีการฝึกอบรม ซึ่งมักไม่สอดคล้องกับความต้องการของครูและการอบรมที่ไม่ได้กำหนดแผนชัดเจน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.2558)

สำหรับแนวทางการผลิตครูในอนาคตปัจจัยด้านกระบวนการ สรุปว่า ในการผลิตครูควรเป็นไปตามความต้องการประเทศเหมาะสมทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ เสริมสร้างประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ เสริมประสบการณ์ด้านจัดกิจกรรมให้นักศึกษาครูได้เรียนนอกชั้นเรียน และนอกสถานที่มากขึ้น ครูยุคใหม่ต้องมีคุณลักษณะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Learning facilitator) มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาที่สอนเป็นอย่างดี สามารถออกแบบการเรียนรู้ และมีความสามารถในการอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เป็นผู้แนะแนวทาง (Guide/Coach) และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้/ร่วมศึกษา (Co-learner/Co-investigator) ไม่ใช่ครูเป็นผู้สอนเท่านั้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2558)

ดังนั้น การพัฒนาความรู้ความเข้าใจในทุกมิติอันเป็นประโยชน์ต่อวิชาชีพครูในอนาคต เป็นสิ่งจำเป็นต่อกระบวนการพัฒนาและผลิตครูในสถาบันผลิตครู คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย และพร้อมจัดสรรโอกาสให้เกิดการพัฒนาต่อยอดทั้งในเชิงนโยบายและการปฏิบัติให้เหมาะสมกับศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีอันเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง ด้วยเหตุนี้การเปิดโอกาสให้นักศึกษาครูได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการเกี่ยวกับความรู้เทคโนโลยีการสอน และการบูรณาการเทคโนโลยีตามกรอบ TPACK เพื่อยกระดับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT ในชั้นเรียนจึงเป็นสิ่งทีก่อประโยชน์ต่อนักศึกษาครู และนักเรียนต่อไป

2.2 ความหมายและเป้าหมายของการพัฒนาวิชาชีพครู

การพัฒนาวิชาชีพ หรือ Professional Development เรียกสั้นๆว่า PD คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับงานเฉพาะในวิชาชีพ เช่น แพทย์ วิศวกร พยาบาล รวมทั้งครู เป็นต้น โดยผู้เข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพต้องได้รับความรู้ นำความรู้และทักษะที่ได้ใหม่มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการปฏิบัติงานในวิชาชีพตนเอง (Mizell. 2010 ; AFT. 2008 ; McDonald. 2008) สำหรับครูและนักศึกษาครู ที่เมื่อสำเร็จการศึกษาก็ต้องไปปฏิบัติหน้าที่ในการถ่ายทอด สั่งสอน แนะนำทั้งความรู้ในวิชาและจริยธรรมในสังคม วิชาชีพครูจึงจัดเป็นเป็นศาสตร์และศิลป์เฉพาะอย่างเช่นเดียวกัน

สำหรับพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development for Teacher) นั้น หมายถึง การจัดกิจกรรม ประสบการณ์ และโอกาสทางการเรียนรู้ให้ครูได้พัฒนาเพิ่มเติมองค์ความรู้ ทักษะ และเทคนิค

ใหม่ๆในการปฏิบัติการสอนและลักษณะเฉพาะอื่นๆ ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายของการพัฒนาในแต่ละครั้งก็เพื่อผู้เรียนได้ประโยชน์เป็นสำคัญ (Hughes.2004 ; NSTA. 2012 : Online ; UNESCO. 2004 ; OECD. 2009 ; Marcelo. 2009 ; Blazer. 2005) นอกจากนี้การพัฒนาวิชาชีพจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อจัดให้เกิดขึ้นตามบริบทที่ใช้ได้จริงกับชีวิตการทำงานประจำวัน (Mizell. 2010: 7)

ไมเซลล์ (Mizell. 2010:9) จำแนกรูปแบบโดยทั่วไปของการพัฒนาวิชาชีพด้านการศึกษาดังนี้

- 1) การศึกษาหรือวิจัยเฉพาะเจาะจงในประเด็นใดๆ
- 2) การศึกษาเป็นกลุ่ม ร่วมกับเพื่อนร่วมวิชาชีพเน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นใดๆ
- 3) การสังเกตหรือแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นจากประเด็นการสอน
- 4) การสอนงาน (Coaching) เช่น ครูผู้มีความเชี่ยวชาญสอนงานให้เพื่อนหรือรุ่นน้อง
- 5) การปรึกษาดูแลระบบพี่เลี้ยง (Mentoring) โดยผ่านผู้ที่มีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ
- 6) การทำงานเป็นทีมในการวางแผนเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้และแก้ปัญหาเดิม
- 7) มีลักษณะเป็นหลักสูตรอบรม หลักสูตรรายวิชา หลักสูตรระยะสั้นหรือออนไลน์ เป็นต้น
- 8) หลักสูตรในโรงเรียน วิทยาลัย หรือมหาวิทยาลัย
- 9) การอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยค้นหา เจาะลึกหรือพัฒนาทักษะ-ความรู้เชิงลึก
- 10) การประชุมเชิงวิชาการในการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่หลากหลายจากทั่วประเทศ
- 11) โปรแกรมจากการพัฒนาหรือก่อตั้งของโรงเรียน โดยนโยบายผู้บริหาร
- 12) โปรแกรมจากเจ้าของลิขสิทธิ์โดยหน่วยงานเอกชนทั่วไป

ทั้งนี้การเลือกรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเป้าหมายด้านผลลัพธ์ที่ต้องการ อีกทั้งการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีประสิทธิภาพจะต้องพัฒนาทั้งความรู้และทักษะที่ต้องการไปแก้ปัญหการเรียนรู้ของผู้เรียน โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีประสิทธิภาพจึงต้องวางแผน และนำไปใช้เพื่อประเมินผล พร้อมทั้งติดตามศึกษาผลตอบรับให้แน่ใจว่าตอบสนองสิ่งที่ต้องการจริง (Mizell. 2010 : 10) นอกจากนี้การจัดระดับผลลัพธ์ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูมี 3 ระดับ โดยพิจารณาคำถามสำคัญ ดังนี้

ผลลัพธ์ระดับที่ 1 : มีหลักฐานที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ที่ผู้เข้าร่วมได้เรียนรู้ว่าสิ่งใดจำเป็นสำหรับตนเองในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน มีตัวช่วยหรือสิ่งที่ช่วยซึ่งได้มาจากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ให้ผู้เข้าร่วมได้นำไปประยุกต์ในความรู้หรือทักษะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ผลลัพธ์ระดับที่ 2 : มีหลักฐานอันเกิดจากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ที่ผู้เข้าร่วมได้ประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ให้สามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้และเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับใช้ในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลลัพธ์ระดับที่ 3 : มีหลักฐานการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากผู้เข้าร่วมได้ประยุกต์ความรู้และทักษะใหม่ที่ได้เรียนรู้จากในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู ที่ผู้เข้าร่วมได้นำมาประยุกต์ใช้ให้สามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้และเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข้อสังเกตการใช้โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู ควรดำเนินในช่วงระยะใด ซึ่งเริ่มจาก

- 1) วิเคราะห์ปัญหาผู้เรียนรู้ ให้ทราบชัดเจนว่าปัญหาคืออะไร
- 2) ปัญหาใดที่สมควรได้รับการแก้ไขโดยทันที
- 3) ความรู้และทักษะด้านใด มีขอบเขตน้อยอย่างไร ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาผู้เรียน
- 4) เนื้อหาสาระอะไรและช่วงเวลายาวนานเท่าไร ที่ควรนำมาพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู เพื่อจะให้ครูได้เรียนรู้สู่การนำไปแก้ปัญหาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่พัฒนาขึ้นผ่านการเรียนรู้ ให้สามารถเกิดทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าปรากฏชัดในขั้นนี้ (Mizell. 2010)

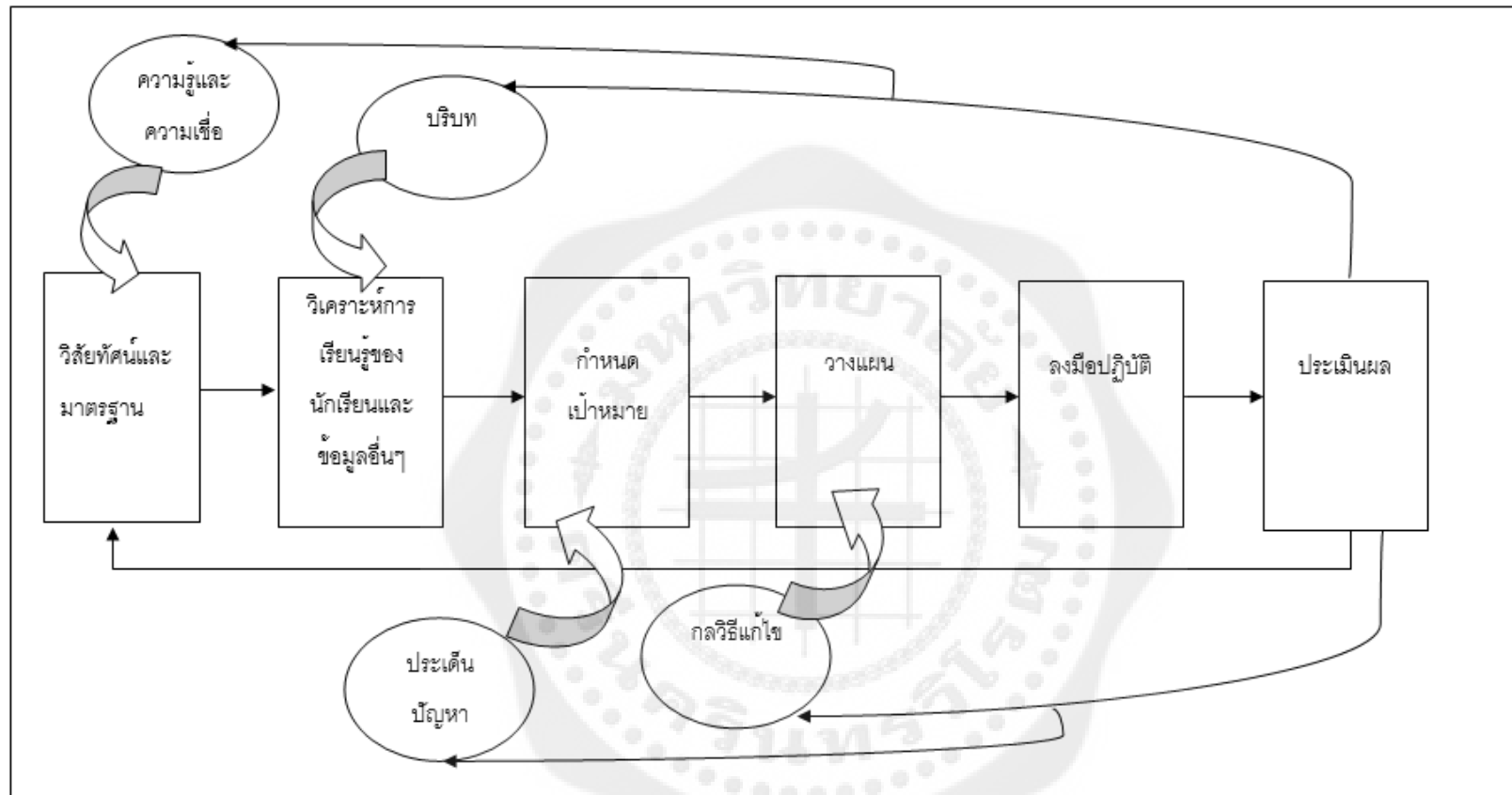
การพัฒนาวิชาชีพครูและนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ (Professional Development for In-service และ Preservice Science Teachers) ก็มีความหมายคล้ายคลึงกับการพัฒนาวิชาชีพครูทั่วไป แต่มีรายละเอียดเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจงในวิทยาศาสตร์ (McDonald.2010 : 25 ; NSTA. 2012 : online ; National Science Education Standard.1996 : 56 ; Jones. 2008 : 61 ; Klingner.2004 : 248) เป้าหมายสำคัญของการร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์ (Professional Development Program of Science Teacher) คือ การเพิ่มโอกาสและมุ่งเน้นพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Gupta ; & Kashiri.2007 : 3 ; Dass ; & Yager.2009 : 100) กล่าวคือ การพัฒนาแค่ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์สำหรับครูยังไม่เพียงพอต่อวิชาชีพ การเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพจึงมุ่งเน้นให้ลงมือปฏิบัติ พัฒนาทักษะการสอนผ่านกระบวนการเชิงรุก และร่วมสมมนาการและอบรมเชิงปฏิบัติการในกิจกรรม (Jones. 2008 : 65 ; McDonald. 2010 : 23)

ดังนั้น การพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ จึงหมายถึง การจัดโอกาสให้นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ได้ร่วมกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ ให้สามารถพัฒนาความรู้

ทักษะ และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปปรับใช้ในการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน ซึ่งผลลัพธ์การพัฒนานาวิชาชีพครูของโปรแกรมพัฒนานาวิชาชีพครู ที่ต้องการศึกษาการพัฒนาในศักยภาพในตัวของนักศึกษาครูที่ส่งผลในระดับความสามารถและการประยุกต์ใช้ จัดอยู่ในโดยผลลัพธ์ระดับที่ 2 คือ มุ่งพิจารณาผลความสามารถของนักศึกษาครูจากหลักฐานการเรียนรู้ที่นำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการจัดการเรียนรู้ของตนเองให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อยืนยันประสิทธิภาพที่เกิดจากโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพครู

2.3 กรอบแนวคิดการออกแบบการพัฒนานาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ล็อกส์-โฮร์สเลย์ และคณะ (Looocks-Horsley et al. 2003 : 3 – 11) ได้เสนอกรอบแนวคิดเพื่อการออกแบบการพัฒนานาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาปรับปรุงจากกรอบแนวคิดในปี 1998 ที่มีการกำหนดเป้าหมายตามบริบท วางแผนการปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติ และสะท้อนผลเพียงนั้น ยังไม่ได้เชื่อมโยงสู่วิสัยทัศน์และมาตรฐานตามบริบทในภาพรวมใหญ่แต่อย่างใด โดยในกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ เป็นการสนใจภาพรวมของบริบทจากพิจารณาวิสัยทัศน์และมาตรฐาน นำมาวิเคราะห์ผู้เรียน กำหนดเป้าหมายให้สอดคล้องกับปัญหา วางแผนการแก้ไข ลงมือปฏิบัติ และประเมินผล ซึ่งในรายละเอียดกรอบแนวคิดนี้จะเป็นแนวทางในผู้จัดโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพสามารถดำเนินการตามวิถีทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมายให้สามารถสัมฤทธิ์ผลสูงสุด การกำหนดเป้าหมายของการพัฒนานาวิชาชีพนับว่าเป็นสิ่งสำคัญเพื่อกำหนดแนวทางปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม โดยกำหนดเป้าหมาย มี 4 แนวทาง คือ 1) เพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียน 2) เพื่อการเรียนรู้ของครู 3) เพื่อการปฏิบัติการสอน และ 4) เพื่อการจัดการ จึงเป็นที่มาของกรอบแนวคิดตามภาพประกอบที่ 2 การออกแบบตามกรอบแนวคิดการพัฒนานาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์



ภาพประกอบ 2 การออกแบบตามกรอบแนวคิดการพัฒนางานวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ที่มา : Loucks-Horsley et al.(2003). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. The 2nd Edition. California. p.4

จากการพิจารณากรอบแนวคิดตามภาพประกอบ 2 จะเห็นว่า เมื่อกระบวนการในการดำเนินงานพัฒนาวิชาชีพตามกรอบแนวคิดดำเนินมาตามขั้นตอนจนกระทั่งถึงการประเมินผล (Evaluation) พบว่ามีเส้นลูกศรจากการประเมินย้อนกลับไปในหลายทิศทางพร้อมกัน กล่าวคือ เพื่อเป็นการทบทวน ตรวจสอบ และประเมินผลผลลัพธ์สอดคล้องตามวิสัยทัศน์ ซึ่งเป็นผลมาจากกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามบริบท และหากตรวจสอบพบแนวทางแก้ไข จึงจัดสรรเพิ่มกลวิธีใหม่ ๆ ในการวางแผน และปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังนั้น กลวิธีจึงเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินและวางแผนเพื่อการพัฒนาวิชาชีพครู

ลักษณะการออกแบบการพัฒนาวิชาชีพให้มีประสิทธิภาพตามล็อกส์-โฮรสลีย์ และคณะ (Loocks-Horsley; et al. 2003 : 44) มีดังนี้

- 1) โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูต้องมีนิยามที่ดีและชัดเจน ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
- 2) จัดเตรียมโอกาสให้ครูได้พัฒนาความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) และการปฏิบัติการสอน
- 3) กระตุ้นและจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ด้วย (Adult Learning)
- 4) จัดเตรียมโอกาสให้ครูได้มีส่วนร่วม และร่วมมือกันทำกิจกรรมทั้งเพื่อนร่วมอบรมและวิทยากร รวมถึงผู้เชี่ยวชาญ
- 5) สนับสนุนและส่งเสริมให้ครูมีบทบาทเป็นผู้นำและผู้ตามในการอบรม
- 6) เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอบรมสู่ระบบการศึกษาจริง
- 7) มีกิจกรรมการออกแบบการเรียนรู้ที่คำนึงและมีโอกาสใช้งานได้จริงกับผู้เรียน
- 8) มีการประเมินและติดตามผลการพัฒนาอย่างต่อเนื่องกับครู เน้นว่าการประเมินจัดเป็นการประเมินและให้คำแนะนำเพื่อให้เกิดการพัฒนาในวิชาชีพไม่ใช่การตัดสินคุณภาพ

3. แนวคิดเกี่ยวกับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.1 ความหมายและกระบวนการพัฒนาการฝึกอบรม

การฝึกอบรม การอบรม หรือการจัดอบรม ในคำภาษาไทยมีการใช้ในหลายคำดังที่ยกตัวอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่มาจากคำภาษาอังกฤษว่า Training (เทรนนิ่ง) ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่าฝึกอบรมโดยตลอด การฝึกอบรมได้มีผู้นิยามความหมายไว้ 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้ คือ

- 1) การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาที่ให้ความสำคัญด้านทักษะ (Skill) กล่าวคือ การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาทักษะและความสามารถในการปฏิบัติงานเฉพาะอย่างของบุคคล เมื่อ

พบว่า ความสามารถในการทำงานนั้นเกิดข้อจำกัดจากการขาดความรู้และทักษะบางประการ (Silberman; & Auerbach.1998: 1 ; Beebe; Mottet; & Roach. 2004: 5)

2) การฝึกอบรมเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญด้านการเรียนรู้ (Learning) กล่าวคือ การเรียนรู้มีอิทธิพลส่งผลทั้งความสามารถและแนวคิด รวมถึงเจตคติเข้ามาด้วย ซึ่งอธิบายการฝึกอบรมว่าเป็นกระบวนการพลวัตระหว่างบุคคลนั้นให้เกิดการเรียนรู้ไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางแนวคิด เจตคติ และพฤติกรรมในลักษณะที่กำหนดขึ้น เพื่อให้บุคคลเกิดการปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้สามารถทำงานในส่วนที่ตนเองไม่เคยทำได้หรือทำได้ไม่ดีมาก่อน (Dolasinski. 2004: 2 ; Noe. 2005: 3 ; อรรถพรณ์ โขมะสรานนท์. 2554: 14 ; อุบล เลี้ยวาริณ.2549: 66)

จึงสามารถสรุปว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาบุคคลทั้งความรู้ทักษะความสามารถจนทำให้ลงมือปฏิบัติงานเฉพาะอย่างตามวัตถุประสงค์กำหนด

3.2 ความหมายของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) เป็นการอบรมเพื่อฝึกฝนและเรียนรู้ภายใต้บริบทเดียวกัน เน้นให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ประสบการณ์จากการลงมือฝึกปฏิบัติมากที่สุด (Candelo ; Ortiz and Unger. 2003 : 31 – 33) ให้ความสำคัญกับผู้เข้าร่วมในลักษณะการอบรมแบบมีส่วนร่วม (Participatory training) มีปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมที่จัดขึ้นแบบการเน้นกระบวนการสืบเสาะ ได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกฝนและเรียนรู้ ซึ่งอาจจะสามารถจัดได้เต็มวันประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง ในขั้นสุดท้ายของการอบรมต้องมีการทดสอบและสรุปผลที่ได้รู้และได้ลงมือปฏิบัติ นั่นคือจุดเด่นของการอบรมเชิงปฏิบัติการ (Wilde ; and Mattia. 1995 : 3-9, Beebe ; Mottet ; and Roach. 2004 : 6 , Aaron : online)

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติสามารถจัดอบรมได้กับวัยที่มีวุฒิภาวะพอสมควร รวมทั้งนักศึกษา สอดคล้องกับ เทเคเลฮายมาน็อตและแลมบ์ (Teclehaimanot and Lamb. 2005) อธิบายไว้ว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshops) เป็นรูปแบบวิธีการอบรมที่ช่วยนักศึกษาเข้าใจในเนื้อหา ทักษะและความสามารถในการประเด็นหลัก รวมทั้งสามารถเรียนรู้ร่วมกับวิธีอื่นๆ ได้ง่าย เช่น รูปแบบการสอน การใช้เทคโนโลยี มัลติมีเดีย เป็นต้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หมายถึง โปรแกรมกิจกรรมที่ออกแบบให้เกิดขึ้น ประสบการณ์ มุ่งเน้นให้ผู้เข้าร่วมอบรมมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้หลากหลายเพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะความสามารถ และเจตคติที่เปลี่ยนแปลงไปในเชิงบวก และมีการประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อตรวจสอบประสิทธิผล

3.3 ลักษณะของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู

จากกรอบแนวคิดความรู้และความเชื่อที่ส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครูให้เกิดประสิทธิภาพของ ฮอर्सลีย์ และคณะ (Horsley, et al.2003 : 6) ในประเด็นกลยุทธ์(strategies)หรือกลวิธี สำหรับ แผนการพัฒนามีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละกลวิธีมีข้อได้เปรียบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทในการพัฒนา สำหรับกลวิธีแบบเป็นกลไกขับเคลื่อนและมีความโดดเด่นเชิงประจักษ์ คือ การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshops) (Horsley, et al.2003 : 243)

ฮอर्सลีย์ และคณะ (Horsley, et al.2003 : 244-246a) อธิบาย จุดเด่นของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการว่าเป็นโอกาสให้ผู้เข้าอบรมได้ร่วมกันสร้างสรรค์แนวคิดเฉพาะร่วมกับเพื่อนร่วมวิชาชีพ เหมาะกับบริบทของผู้อบรมที่มีประสบการณ์สอนในโรงเรียนที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน การขับเคลื่อน กิจกรรมใช้ระยะเวลาสั้น มีเป้าหมายการเรียนรู้ชัดเจน เช่น มุ่งเน้นความรู้ความสามารถเฉพาะตามที่ กำหนด โดยธรรมชาติของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติเป็นการรวบรวมกิจกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ลง มือปฏิบัติ (hand-on activities) สามารถใช้รูปแบบการอบรม (Training model) ร่วมกระตุ้นผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมให้เกิดประสบการณ์และแนวคิดใหม่ๆ ทั้งนี้ได้จำแนกลักษณะการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์และผลลัพธ์ชัดเจน : ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมรู้ในเป้าหมาย ความคาดหวัง และ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการฝึกอบรม
- 2) คุณค่า : ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมสร้างคุณค่า และต่อยอดความรู้ในวิชาชีพ
- 3) กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย รวมทั้งกระตุ้นและตอบสนองลีลาการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วม ฝึกอบรม
- 4) สร้างเป็นเครือข่ายของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมที่มีความสนใจและถนัดคล้ายกัน
- 5) ใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ
- 6) ผู้นำอบรมและผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้มีคุณภาพ เข้าใจ และรับรู้การถึงเป้าหมาย ของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม
- 7) มีการประเมิน และให้ความสนใจกับการตอบสนองในผลลัพธ์การเรียนรู้ต่อวัน เพื่อใช้ในการ พัฒนาในอนาคต
- 8) เนื้อหาและการออกแบบมีคุณภาพ น่าสนใจ
- 9) แหล่งเรียนรู้ที่พร้อม สะดวก และเข้าถึงง่าย
- 10) เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม มีชิ้นงาน มีการสะท้อนความรู้ ทิศทางความคิดและสิ่งที่เรียนรู้
- 11) มีการสื่อสารชี้แจงให้เข้าใจในเป้าหมายแต่ละวันของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ดังนั้น การพัฒนาวิชาชีพครูในรูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการในการกำหนด เลือกรับ ตัดสิน และออกแบบโปรแกรมกิจกรรมให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้จำเป็นต่อการพัฒนาวิชาชีพครูด้านการจัดการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้หลากหลายเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด พฤติกรรม และเจตคติที่เปลี่ยนแปลงไปในเชิงบวก รวมถึงจัดการประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อตรวจสอบประสิทธิผล

4. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

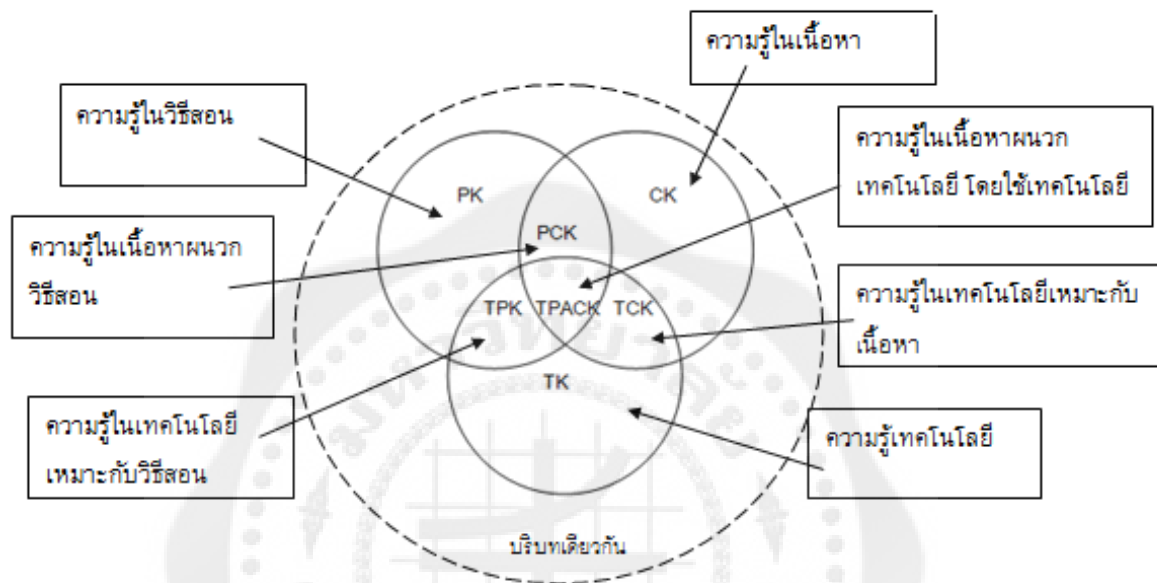
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical and Content Knowledge) หรือ ที พี ซี เค (TPCK) (Mishra ; & Koehler. 2006) ปัจจุบันรู้จักในชื่อ ทีแพคค์ (TPACK) เพื่อสะดวกในการอ่านที่มีเสียงสระ ซึ่งชื่อใหม่นี้มาจาก 2 เหตุผล คือ (1) มาจากตัวอักษรตัวหน้า คือ T echnological , P edagogical And C ontent K nowledge กลายเป็น TPACK ที่เป็นการนำเอาความรู้ใน 3 ส่วนได้แก่เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหาผนวกรวมกัน และ (2) เป็นการจัดองค์ความรู้ทั้ง 3 ไม่ให้แยกจากกันให้กลายเป็นแบบของความรู้ที่สำเร็จรูป (Total PACKage) เพื่อให้ครูผู้สอนได้นำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้นักเรียนต่อไป (Thompson; & Mishra. 2008)

อย่างไรก็ตามทั้ง TPCK หรือ TPACK ล้วนให้ความหมายอย่างเดียวกันและเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน และผู้วิจัยขอใช้คำว่า TPACK ในงานวิจัยฉบับนี้

4.1 ความหมายของ TPACK

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี หรือ TPACK เป็นรูปแบบของความรู้ที่อยู่นอกเหนือจากความรู้เฉพาะอย่างเนื้อหาวิชา ความรู้วิธีสอน และความรู้เทคโนโลยีอย่างใดอย่างหนึ่ง (Mishra; & Koehler. 2006 : 1028) แต่เชื่อว่า TPACK เป็นรูปแบบความรู้ที่มีรากฐานเพื่อการสอนที่ใช้เทคโนโลยี ทั้งนี้ต้องอาศัยความเข้าใจในแนวคิดการใช้เทคโนโลยี และเทคนิควิธีสอนที่ใช้เทคโนโลยี ซึ่งครูต้องรู้ธรรมชาติความยากง่ายของเนื้อหาวิชา และสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาในการเรียนรู้อของผู้เรียน (Mishra; & Koehler, 2006 : 1029)

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยจึงมักกล่าวถึง TPACK ในลักษณะที่เป็นกรอบแนวคิดที่ครูต้องยึดเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะการบูรณาการเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีภายใต้บริบทเดียวกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
ปรับปรุงจาก มิชห์ราและโคห์เลอร์ (Mishra; & Koehler. 2006)

ที่มา : Mishra; & Koehler. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge : A Framework for Teacher knowledge*. Teachers College Record. p.1029.

เพื่อความเข้าใจในความหมายของ TPACK ผู้วิจัยจำแนกความหมายได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) TPACK เป็นมุมมองของผู้สอนที่สะท้อนความเข้าใจการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ (Unique) เป็นการเปลี่ยนรูปองค์ความรู้ (Transformative mode) ที่พิจารณาจากฐานบริบท เนื้อหาวิชา ผู้เรียน การสอน และเทคโนโลยี (Angeli ; & Valanides.2005 , Angeli ; & Valanides.2013 , Hu ; & Fyfe. 2010 , So ; & Kim. 2009 , Jimoyiannis. 2010 , Ozgun-Koca ; Meagher ; & Edwads. 2010)

2) TPACK เป็นองค์ความรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติด้านการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหลักฐานองค์ความรู้พิจารณาจากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และการปฏิบัติการสอนของครูในบริบทชั้นเรียน (Alayyar ; Fisser ; & Voogt. 2012 , Kafyulilo. 2012 , Jang ; & Chen. 2010)

ดังนั้น ผู้วิจัยสรุปว่า TPACK เป็นทั้งกรอบแนวคิดและองค์ความรู้ที่ส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยี และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติการสอนจริงในการจัดการเรียนรู้ทั้งเพื่อการแก้ปัญหาที่มีอยู่และการยกระดับการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีพครู

จากความหมายที่ผู้วิจัยสรุปเบื้องต้น จะพบว่า ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพยังมีความเป็นนามธรรมสูง เพราะบ่งชี้ลักษณะยาก ด้วยเหตุนี้จะต้องหาปริมาณและขอบเขตลักษณะการบูรณาการ ICT อย่างมีประสิทธิภาพ หรือในจากการวิจัยเกี่ยวกับ TPACK ใช้คำว่า “best fit” หรือ“เหมาะสมที่สุด” เสียก่อน (Harris et al. 2010 , Pringle ; Dawson ; & Ritzhaupt.2015 : 650) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องรู้และเข้าใจที่มาองค์ประกอบ TPACK รวมถึงธรรมชาติของการบูรณาการองค์ความรู้นี้ก่อน เพื่อการตีความและลงข้อสรุปลักษณะเงื่อนไขการบูรณาเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพให้ตรงประเด็น และเหมาะสม

4.2 องค์ประกอบของ TPACK

TPACK ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน 2) ความรู้ด้านการสอน และ 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี และเมื่อมีการซ้อนทับขององค์ความรู้หลักนี้เกิดเป็นความรู้เพิ่มอีก 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 4) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน 5) ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี 6) ความรู้ในเนื้อหาวิชาสอนที่นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยี และ 7) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 1) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge: CK) คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชา
- 2) ความรู้ในด้านวิธีสอน (Pedagogy Knowledge: PK) คือ ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน
- 3) ความรู้ในด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) คือ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ทั้งความสามารถ (affordances) และข้อจำกัด (contains) ในการใช้ในโปรแกรมซอฟต์แวร์ รวมทั้งฮาร์ดแวร์เบื้องต้น
- 4) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) เป็นความรู้รูปแบบหนึ่งที่อธิบายและให้ความหมายโดยชูล์แมน (Shulman.1987 : 8) คือ การผนวก

ความรู้ในเนื้อหาและวิธีสอนเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นตัวแทนถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนให้เข้าใจในเนื้อหาผ่านการเรียนการสอน

- 5) ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) คือ ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในการจัดการเรียนการสอนเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการสอน
- 6) ความรู้ในเนื้อหาวิชาสอนที่นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Content Knowledge : TCK) คือ ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีที่สัมพันธ์และเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- 7) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical and Content Knowledge : TPACK) คือ ความรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นจัดการเรียนรู้ที่ให้ความรู้ในเนื้อหาวิชาผ่านกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี

(Mishra ; and Koehler.2006: 1026 -1030)

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาในส่วนองค์ประกอบที่มีการบูรณาการความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ TPK TCK PCK และ TPACK เนื่องจากความรู้ที่สะท้อนสู่การปฏิบัติการสอนที่มีความหมายและเกิดขึ้นในบริบทชั้นเรียนเป็นความรู้ที่เน้นลักษณะสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกันในความรู้ด้านเนื้อหา การสอน และเทคโนโลยีเพื่อการเตรียมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ความรู้เชิงเดี่ยวอาจไม่ได้ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อผู้เรียนเท่าที่ควร (Gramham. ; et al. 2009 : 70 , Jimoyiannis. 2010 : 1261)

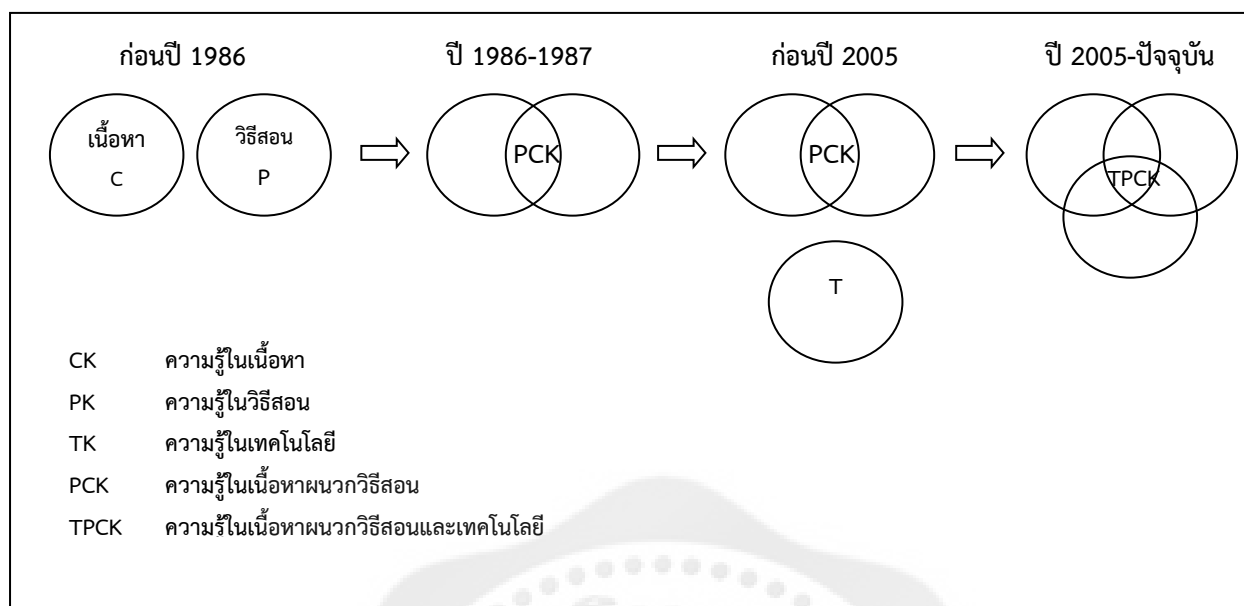
4.3 ความเป็นมาและธรรมชาติของ TPACK

TPACK จุดเริ่มแนวคิดนี้มาจากสาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยที่มิวิจัย Mishra และ Koehler เห็นว่า สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษายังไม่มีทฤษฎีหรือกรอบแนวคิดใดที่มารองรับธรรมชาติของสาขาวิชาอย่างชัดเจน จึงขยายแนวคิดของ ชูล์แมน (Shulman .1986) ที่กำหนดรูปแบบ “ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน” (Pedagogical Content Knowledge) หรือรู้จักกันในตัวย่อว่า พี ซี เค (PCK) นำมาเพิ่มความรู้ด้านเทคโนโลยีเข้าไปในรูปแบบการบูรณาการ กลายเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีเข้า

ไปในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกรอบแนวคิด TPACK สามารถนำมาพัฒนาให้เกิดกับครูผู้สอน หรือนักศึกษาครูในลักษณะของหลักสูตรฝึกอบรม หลักสูตรรายวิชา รวมทั้งหลักสูตรเพื่อฝึกประสบการณ์ก็ได้ โดยหลักสูตรเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูให้เกิดความชำนาญ (Professional Development) (Mishra & Koehler, 2006 : 1017)

ช่วงเริ่มแรกเมื่อปี 1986 ชูล์แมน (Shulman) ได้นำเสนอความรู้ PCK ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนไว้ว่า จุดเด่นพิเศษของ PCK คือ ความรู้เฉพาะศาสตร์สำหรับการสอน เป็นการตีความที่ผสมผสานความรู้เนื้อหาวิชาและความรู้ทางการสอนว่า “จะทำอย่างไรให้ประเด็นหรือหัวข้อในเนื้อหาวิชานี้สามารถนำมาจัดกระทำ นำเสนอ และพัฒนาสู่ความสนใจให้เกิดเป็นความรู้และความสามารถในการในตัวผู้เรียนได้” (Shulman. 1986 : 8) โดยแนวคิดหลักของ PCK เป็นรูปแบบความรู้ที่เปลี่ยนรูปจากธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่มีความยากและซับซ้อนสู่ความเข้าใจของผู้เรียนผ่านกระบวนการการจัดการเรียนรู้ (Mishra & Koehler. 2006 : 1021) ต่อมาเมื่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทกับวิถีชีวิตของคนโลกปัจจุบันตามการเปลี่ยนแปลง ครูผู้สอนได้นำเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) มาเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ ทั้งในรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหา เครื่องมืออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การสื่อสาร และการร่วมมือกันต่างๆในบรรยากาศการเรียนรู้ จึงเป็นการไม่เหมาะสมหากแยกความรู้เทคโนโลยีออกจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิชาสอน (Mishra & Koehler . 2006 : 1025 , Jimoyiannis : 2010)

ด้วยวิทยาการทางเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าเข้ามามีบทบาทสำคัญในการสอนและการจัดการเรียนรู้อย่างเลี่ยงไม่ได้ (Mishra & Koehler, 2006 : 1025) รวมถึงการพัฒนาครูที่มุ่งพัฒนาด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อต่อยอดความรู้เทคโนโลยีเพื่อการสอน จนกระทั่งในปี 2005-2006 ความรู้เทคโนโลยีเข้ามาร่วมบูรณาการกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทั้ง 3 ส่วนโดยใช้วิธีทางเทคโนโลยีเป็นตัวผลักดัน เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ เรียกว่ากรอบแนวคิด TPACK (TPACK framework) เป็นกรอบแนวคิดที่มีความยืดหยุ่นเปิดโอกาสให้ครูสร้างสรรค์จัดการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้ครูเป็นนักออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้ “ Curriculum designers ” ในห้องเรียนสู่ผู้เรียนก็ได้ (Koehler; & Mishsa.2008: 3 , 20) โดยกรอบแนวคิดนี้เน้นความสำคัญในบทบาท ดังภาพประกอบ 4 แสดงวิวัฒนาการของ TPACK



ภาพประกอบที่ 4 วิวัฒนาการของ TPACK ปรับปรุงมาจาก Mishra; & Koehler. (2006)

ที่มา: Mishra; & Koehler.(2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher knowledge*. Teachers College Record.

จากที่กล่าวว่าTPACK เกิดจากรากฐานของ PCK ของชูล์แมน (Shulman.1986) ว่าด้วยความรู้เพื่อการสอน เป็นการผสมผสานความรู้ทั้งเนื้อหาและการสอน อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยหลายฉบับที่บ่งชี้จุดอ่อนของการพัฒนา TPACK ที่มุ่งเน้นพัฒนาความรู้เชิงเดียวเกี่ยวกับทักษะด้านเทคโนโลยีมากเกินไป โดยละเลยแนวคิด PCK ซึ่งเป็นรากฐานของการขยายความรู้สู่ TPACK ทำให้ตีความผลวิจัยในวงแคบและขาดความสมดุลของธรรมชาติในวิชานั้นๆรวมถึงสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา (Cambell; & Abd-Hamid. 201 : 573 , Yeh; et al. 2015: 79 , McCrory. 2008 : 200)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอธิบายขอบเขต และนิยามความหมาย PCK นี้ก่อน เพื่อให้สามารถเข้าใจในธรรมชาติของ PCK และสามารถวิเคราะห์ TPACK ให้เกิดความสมดุลในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ตามลำดับ

4.3.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK)

ในปี 1986 ชูล์แมน (Shulman.1986) ได้เสนอกระบวนทัศน์ที่ขาดหายไป (Missing Paradigm) ในแวดวงการศึกษา อันเป็นความรู้ที่ครูควรมี โดยเป็นความรู้ที่หลอมรวมทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชา (Knowledge of Subject Matter) และความรู้ในการสอน (Knowledge of Pedagogy) เข้าด้วยกัน ซึ่งเดิมทีความรู้ทั้ง 2 อธิบายแยกส่วนกัน

จากงานวิจัยเชิงสังเคราะห์แบบ meta-analysis ของ เมคคอลลี (Mecoli. 2013 : 21-27) ได้อธิบายอิทธิพลเกี่ยวกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Framework) ของ PCK ในการวิจัยที่ศึกษากับนักศึกษาครู สรุปได้ว่า สิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ การใช้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เป็นพื้นฐานการอธิบายเนื้อหาหรือรูปแบบขององค์ความรู้ (Body of Knowledge) ในวิทยาศาสตร์ จึงจัดเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของ PCK สอดคล้องกับลินและคณะ (Lin ; & et al.2013 : 327) สำรวจการรับรู้ TPACK ของครูวิทยาศาสตร์ในสิงคโปร์ จำนวน 222 คน ให้นิยาม CK หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) โดยตัวอย่างข้อคำถามเพื่อประเมินการรับรู้ด้าน CK มี 3 รายการ ดังนี้ มีความรู้เพียงพอเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหา (Content) ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชี่ยวชาญ และมีความเข้าใจลึกซึ้งในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (น.331)

การทำความเข้าใจและจำกัดขอบเขตของ PCK นั้น จำเป็นต้องระบุความหมายและขอบเขตของความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge : CK) เสียก่อน ซึ่งตามกรอบแนวคิด TPACK ว่าด้วยการใช้เทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์ ควรเริ่มจากการเข้าใจ CK ก่อนเป็นจุดเริ่มต้น (Campbell ; & Abd-Hamid.2013 : 574) ทั้งนี้หากจำแนกหัวข้อเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (CK) โดยใช้เกณฑ์การแบ่งประเภทองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Body of Knowledge) คือ แบ่งความรู้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1. มโนทัศน์ (Concepts) เป็นได้ทั้งข้อเท็จจริง มโนทัศน์ และหลักการทั่วไปที่เน้นพิสูจน์จากการสังเกต หรือทดลองเพื่อตรวจสอบความจริง เช่น ศึกษาลักษณะประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิต 2. กฎ (The Laws) เป็นหลักการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อันเป็นเหตุและผล พิสูจน์แล้วเป็นจริง และอาจเขียนสมการแทนได้ เช่น การทดสอบกฎของแก๊ส และ 3. ทฤษฎี (Theory) เป็นคำอธิบายที่ใช้อธิบายความจริงใดๆด้วยเหตุผล สามารถพิจารณาได้จากบริบทของแนวคิดหลัก (Big Idea) ในการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Botha.2012 : 1269 , ซาตรี ฝ่ายคำตา. 2555 : 248-250 , Bell.2009) เช่นเดียวกับ อัลซอปและฮิกส์ (Alsop ; & Hicks.2001 : 28) แบ่งความรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรเป็น 3 ชนิด คือ ความรู้ในกฎทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ แอนเดอร์สัน (Anderson.2003 : 11-14) แบ่งความรู้วิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งเชื่อมโยงสู่การ

อธิบายปรากฏการณ์ต่างบนโลกตามนักวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ คือ 1. ประสบการณ์ (Experiences) 2. รูปแบบ(Patterns) และ 3. การอธิบาย(Explanations) กล่าวคือ 1. ประสบการณ์ (Experiences) เป็นประสบการณ์ที่สัมผัส รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสจากการสังเกตหรือข้อมูลที่ได้รับ เมื่อ นักวิทยาศาสตร์สังเกตปรากฏการณ์ต่างๆรอบตัวแล้วเกิดการวัด บันทึกและแบ่งปันอย่างเป็นระบบ เรียกว่า ข้อมูล ปรากฏการณ์ และระบบในโลกตามสภาพจริง 2.รูปแบบ(Patterns) มาจาก ประสบการณ์และข้อมูลที่ได้จากการทดลองซ้ำๆนับครั้งไม่ถ้วน ในรูปแบบเดิมๆจนสามารถเกิดเป็น ความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ สามารถนำเสนอเป็นกฎและความจริงทั่วไป และ 3. การอธิบาย (Explanations) เป็นการอธิบายรูปแบบในการทดลอง เป็นแบบจำลองและทฤษฎี เป็นความจริงที่เป็นที่ยอมรับทั่วไปและอธิบายได้อย่างมีเหตุผล ดังในตาราง 1 การจำแนกลักษณะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามองค์ความรู้วิทยาศาสตร์

ตาราง 1 การจำแนกลักษณะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามองค์ความรู้วิทยาศาสตร์

วิชา	ประสบการณ์ (การสังเกตจาก ปรากฏการณ์ ข้อมูล ระบบ ในโลก)	รูปแบบ (กฎ ความจริงที่เป็นยอมรับ หรือ การนำเสนอความจริง)	การอธิบาย (แบบจำลอง สมมติฐาน และทฤษฎี)
ภูมิศาสตร์	ชนิดของหิน,ฟอสซิล, เหตุการณ์ เฉพาะแต่ละพื้นที่ : แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินถล่ม การ ทับถมของตะกอน เป็นต้น	รูปแบบเหตุการณ์ของชั้นหน้าดิน ชั้นดิน วงแหวนภูเขาไฟ รอยต่อแผ่น เปลือกโลก	ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของ แผ่นเปลือกโลก (Plate tectonics) ทฤษฎีอายุ น้ำแข็ง (Ice age theory)
เคมี	การแยกสาร,สารบริสุทธิ์,ความ ร้อน,สมบัติสารทางกายภาพ	กฎของแก๊ส ปฏิกิริยาเคมี	ทฤษฎีพลังงานจลน์ โมเลกุลของแก๊ส
ชีววิทยา	โครงสร้างร่างกาย, สิ่งมีชีวิต ,เซลล์ เป็นต้น	เปรียบเทียบพันธุกรรม การ ถ่ายทอดพันธุกรรม ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างประชากรของสิ่งมีชีวิต ห่วง โซ่อาหาร เป็นต้น	ทฤษฎีวิวัฒนาการ กระบวนการชีวภาพ เป็น ต้น
ฟิสิกส์	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	กฎของนิวตัน กฎของเคปเลอร์ กฎแรงดึงดูด	ทฤษฎีสัมพัทธภาพ เป็น ต้น

ที่มา: Anderson. (2003). Teaching Science for Motivation and Understanding. Pp.11-

ดังนั้น จากการจำแนกชนิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหา และรูปแบบการทำความเข้าใจ
ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนิยามขอบเขตของความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge :

CK) โดยใช้เกณฑ์การแบ่งประเภทองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Body of Knowledge) แบ่งความรู้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1. มโนทัศน์ในธรรมชาติ (Naturalistic concepts) เป็นได้ทั้งข้อเท็จจริงและหลักการทั่วไปที่ทดสอบได้โดยง่าย เน้นจากการสังเกต หรือพิสูจน์จากการทดลองเพื่อตรวจสอบความจริง เช่น การหยดสารละลายไอโอดีนเพื่อตรวจสอบแป้งในใบไม้ การตัดชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาโครงสร้างเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น 2. กฎ (The Laws) เป็นหลักการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อันเป็นเหตุและผล พิสูจน์แล้วเป็นจริง และอาจเขียนสมการแทนได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดลองในชั้นเรียนเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร เช่น การทดสอบกฎของแก๊ส ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตร เป็นต้น และ 3. ทฤษฎี (Theory) เป็นคำอธิบายที่ใช้อธิบายความจริงใดๆด้วยเหตุและผล โดยความรู้ทั้ง 3 ชนิดสามารถพิจารณาได้จากสาระสำคัญของแนวคิดหลัก (Big Idea) ในการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้หัวข้อนั้นๆ

ส่วนความรู้เชิงเดี่ยวด้านการเกี่ยวกับการสอน (Pedagogigy Knowledge หรือ PK) ลินและคณะ (Lin ; et al.2013: 327) นิยาม PK หมายถึง ความรู้ในการสอนทั่วไป การเข้าใจผู้เรียน การควบคุมชั้นเรียนและกลวิธีสอน (น.331) ซึ่งสอดคล้องตามกรอบแนวคิดของโมรีน-เดอร์ชิมเมอร์ (Morine-Dershimmer; & Kent.1999: 22) กำหนดความรู้ PK จัดอยู่ในส่วนความรู้ทั่วไปด้านการสอน (General Pedagogy Knowledge) มีรายละเอียดในองค์ประกอบ ดังนี้ คือ 1) การควบคุมชั้นเรียน 2) กลวิธีและรูปแบบวิธีสอน และ 3) การพูดและสื่อสารในชั้นเรียน ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้พิจารณาเพื่ออธิบาย PK และที่สำคัญความรู้กลุ่มนี้สะท้อนความรู้ด้านการสอนเฉพาะบุคคล

PCK จึงเป็นความรู้ที่ผสมผสานเนื้อหาผนวกเข้ากับวิธีสอน จัดเป็นความรู้ที่มีลักษณะความรู้เอกลักษณ์ (Unique Knowledge) ที่แสดงถึงความสามารถในการจัดการของครู กล่าวคือ PCK จัดเป็นความรู้ของครูที่ผสมผสานทั้งเนื้อหาและวิธีการเพื่อให้หัวข้อในบทเรียน เกิดการจัดการ นำเสนอ และปรับให้เหมาะสมกับความสนใจและความสามารถของผู้เรียน โดยส่งผ่านในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Shulman.1987 : p8) ซึ่ง PCK ของ Shulman (1986) ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ความรู้วิชา ความรู้การสอน ความรู้หลักสูตร รวมถึง PCK เป็นความรู้ในการนำเสนอเนื้อหาสาระที่คำนึงถึง 2 ประการสำคัญ คือ ครูต้องความเข้าใจอุปสรรคการเรียนรู้ในเนื้อหาและมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหัวข้อเฉพาะนั้นๆ

ต่อมากรอสแมน (Grossman.1990) ซึ่งศึกษา PCK ของครู และเขาได้แบ่ง PCK ของเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) ความรู้ในมโนทัศน์ของวัตถุประสงค์ในการสอน และความเชื่อในวัตถุประสงค์เพื่อการสอน
- 2) ความรู้ของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ มโนทัศน์ และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3) ความรู้ในหลักสูตร รวมถึงสื่อที่ใช้สอนในหัวข้อเนื้อหา ซึ่งเป็นแนวตั้ง (สนใจว่าในหลักสูตร ผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไร และลึกซึ้งระดับใด) และแนวขวาง (สนใจว่าก่อนหน้านี้ผู้เรียนเรียนรู้ อะไรมาบ้างและจะเรียนอะไรเตรียมสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไปที่สูงขึ้น) ของหลักสูตร

4) ความรู้ในกลวิธีสอนและการถ่ายทอดในหัวข้อเนื้อหา

องค์ประกอบที่เพิ่มขึ้นมาของกรอสแมน (Grossman) คือ ความรู้ในมโนทัศน์ของ วัตถุประสงค์ในการสอน (Grossman.1990)

งานวิจัย PCK ที่น่าสนใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ โดย แมคนิวสัน ; แครคกริค ; และบอร์โก (Magnusson ; Krajcik ; and Borko.1999) PCK ของทีมงานนี้ขยายความมาจากฐาน PCK ของ Grossman (1990) และ Tamair (1988) ทั้งนี้งานวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบ PCK (PCK model) สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏทั้งความรู้ในด้านมโนทัศน์ทางด้านวัตถุประสงค์ในการสอน และความรู้ในด้านการประเมิน แต่สิ่งที่มีความพิเศษในรูปแบบ PCK คือ มีการสร้างกรอบแนวคิด (Framework) ที่ชัดเจน และสะดวกต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้องค์ประกอบ PCK ของ Magnusson ; Krajcik ; and Borko.(1999) สรุปว่าแบ่งเป็น 5 องค์ประกอบ คือ

- 1) การกำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2) ความรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สนใจในขอบเขต 2 องค์ประกอบย่อย คือ
 - 2.1) ความรู้เฉพาะในหลักสูตรวิทยาศาสตร์
 - 2.2) เป้าหมายและจุดประสงค์ของวิทยาศาสตร์
- 3) ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในวิทยาศาสตร์ สนใจขอบเขต 2 องค์ประกอบย่อย คือ
 - 2.1) มโนทัศน์ที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้
 - 2.2) มโนทัศน์ที่ยากและเป็นอุปสรรคของผู้เรียน
- 4) ความรู้ในกลวิธีสอน สนใจในขอบเขต 2 องค์ประกอบย่อย คือ
 - 3.1) กลวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อทั่วไป
 - 3.2) กลวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเฉพาะ
- 5) ความรู้ในการประเมิน สนใจในขอบเขต 2 องค์ประกอบย่อย คือ
 - 4.1) มิติของการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 4.2) วิธีการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่เพิ่มมา คือ การกำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นมุมมอง ความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ตามมาย่อมส่งผลตามกัน ทั้งนี้การสอนของครูมาจากการ กำหนดเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันได้ เช่น หากเชื่อในกระบวนการก่อนความรู้

เป้าหมายการสอนของครูก็จะเน้นพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หากเชื่อการสอนแบบทางตรง (Didactic) เป้าหมายการสอนครูจะเน้นบรรยายส่งต่อข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หากเชื่อในการสืบเสาะ (Inquiry) เป้าหมายการสอนของครูจะนำเสนอการสอนที่เป็นรูปแบบสืบเสาะที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ เป็นต้น (Magnusson ; Krajcik ; and Borko.1999 : 100)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในการพัฒนา PCK ที่น่าสนใจในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ ปาร์ก และโอลิเวอร์ (Park ; & Oliver.2008) ศึกษาวิจัยและทบทวนมโนทัศน์ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK) ขึ้นมาใหม่ เพื่อช่วยให้เราเข้าใจครูที่เป็นมืออาชีพ เป็นการศึกษาด้านทฤษฎีแนวคิดสรวคนิยมเชิงปัญหาที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivist) โดยที่มาของการวิจัยฉบับนี้ อ้างถึง ชูล์แมน (Shulman) ปี1987 พบว่า PCK พัฒนาขึ้นผ่านการสะท้อนที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติ (reflection-in-action) เป็นกระบวนการที่มีการใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ผ่านมาในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน และ การสะท้อนที่เกิดขึ้นหลังการปฏิบัติ (reflection-on-action) เป็นการใคร่ครวญและทบทวนประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเหตุการณ์ผ่านไปแล้ว อีกประเด็นสำคัญ คือ การที่ครูเข้าใจจุดที่ผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือเป็นอุปสรรคที่จะเข้าใจในมโนทัศน์เป็นปัจจัยที่สำคัญใน PCK ของครู (Park ; & Oliver.2008 : 279)

อย่างไรก็ตาม PCK ยังมีความรู้ที่สำคัญอีกหนึ่ง คือ ความรู้ด้านการประเมินนั้น ซึ่งความจริงแล้วความรู้ของการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ระบุไว้ชัดเจนว่า เป็นองค์ประกอบสำคัญของ PCK แต่ไม่ได้รับการพัฒนาหรือสนใจเป็นกรณีพิเศษจากองค์ประกอบอื่น แต่ขณะเดียวกันก็มีส่วนเชื่อมโยงเกี่ยวพันกับองค์ประกอบอื่นๆอย่างปฏิเสธไม่ได้ (Park ; and Oliver.2007) เพื่อให้เข้าใจสมรรถนะการประเมินของครูวิทยาศาสตร์ นิยมอธิบายถึงความรู้ความเข้าใจและการนำไปประยุกต์ใช้ด้านการประเมินทั่วไป (Generic Assessment Concept) และความรู้ความเข้าใจในการประเมินเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Science-specific Assessment Knowledge) (Edward.2013 : 215) ซึ่งผู้วิจัยยึดการแบ่งขอบเขตมิติด้านการประเมินตามกรอบการพิจารณาของเอ็ดเวิร์ด (Edward.2013 : 217 -222) ซึ่งมีรากฐานกรอบแนวคิดการประเมินมาจากทักษะและความรู้ในมโนทัศน์การประเมินอย่างเป็นทางการ (Formative Assessment) สรุปเป็นรายงานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพการประเมินโดยครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) เน้นการจัดการเรียนรู้ (Focus on Teaching) ประเด็นสำคัญว่าด้วยการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ผู้สอนต้องมีเป้าหมายชัดเจนในบทเรียน และต้องสื่อสารกับผู้เรียนได้ ประเมินสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้
- 2) เน้นผู้เรียน (Focus on Students) ประเด็นสำคัญคือ การประเมินจำเป็นต้องให้ความสำคัญทั้งแบบการประเมินรายกลุ่มและรายบุคคล

- 3) เน้นที่หลักฐานการเรียนรู้ (Focus on Evidence of Learning) ประเด็นสำคัญ คือ ต้องมีการระบุหลักฐาน เพื่อตัดสินการเรียนรู้และความก้าวหน้าของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีวิธีให้เลือกเก็บหลักฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ดังตาราง 2 วิธีการประเมินผู้เรียนขณะจัดการเรียนรู้

ตาราง 2 วิธีการประเมินผู้เรียนขณะจัดการเรียนรู้

วิธีการ	คำอธิบาย
การสังเกต	ครูสังเกตผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
รายงาน	ผู้เรียนสร้างและนำเสนอรายงาน ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
การฝึกสำรวจตรวจสอบ	ผู้เรียนทำการทดลองในกลุ่ม
การทดสอบ	เขียนข้อความทดสอบ
การสอบย่อย	ผู้เรียนตอบคำถามในข้อสอบย่อย
การจับคู่ การสร้างไดอะแกรม	ผู้เรียนวาดไดอะแกรม หรือความสัมพันธ์บางอย่าง ที่ไม่ใช่ไดอะแกรม
การสร้างคำอธิบาย	ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทั้งคำพูดและข้อความ
การสัมมนา	ผู้เรียนร่วมอภิปรายในประเด็น
เว็บ	ผู้เรียนนำเสนอ และเผยแพร่ข้อมูลผ่านหน้าเว็บไซต์

ที่มา : Edward,F. (2013). Quality Assessment by Science Teachers : Five Focus Areas. Science Education International. Pp.212-226

ก่อนที่จะระบุขอบเขตเพื่อบนิยาม PCK ประการสำคัญอีกหนึ่ง ความรู้ในกลวิธีสอน แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ เฉพาะวิชา(subject-specific) และ เฉพาะในหัวข้อ (Topic-specific) เพื่อใช้ระบุขอบเขตธรรมชาติองค์ความรู้เนื้อหาที่สอน (Magnusson ; Krajcik ; and Borko.1999 : 110)

ผู้วิจัยจึงระบุขอบเขตของ PCK ในการวิจัยครั้งนี้ โดยอยู่ในระดับหัวข้อเฉพาะในเนื้อหา (Topic-specific PCK) เพื่อให้ผู้สอนสามารถระบุขอบเขตของแนวคิดหลัก (Big Idea) ของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในการสอนแต่ละครั้งได้ (ความรู้สำคัญในเนื้อหาแบ่งเกณฑ์ประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ คือ 1. มโนทัศน์ในธรรมชาติ 2. กฎ และ 3. ทฤษฎี)

นอกจากนี้ความเชื่อเพื่อการกำหนดเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปการสืบเสาะ (Inquiry) เป็นหนึ่งหลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สำคัญ (The core scientific practice) ในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ K-12 ทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (National Research Council : NRC.2012) และรวมถึงเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทยด้วยเช่นกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.2556 : 8) ด้วยเหตุนี้ PCK ในงานวิจัยฉบับนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ตามแนวทางการสืบเสาะ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุป PCK หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของผู้สอนด้านการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลัก 2) ความรู้ในกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา 3) ความรู้ในด้านความเข้าใจของผู้เรียน และ 4) ความรู้ในการประเมิน

โดยสรุปองค์ประกอบของ PCK ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดหลักวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา คือ การที่ผู้สอนรู้ความต้องการในตัวชี้ในหัวข้อเนื้อหาตามหลักสูตรและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตอบสนองตัวชี้วัด
2. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา คือ การที่ผู้สอนใช้กลวิธีการเรียนที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ (Investigation-center) ตามแบบการสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์และที่มาของมโนทัศน์ตามเนื้อหา
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการที่สามารถตรวจสอบความรู้เดิม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมโนทัศน์ที่ยากเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของผู้เรียน
4. ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาความสอดคล้องร่วมกับวิธีการสอน รูปแบบการประเมินผู้เรียนรายคน/รายกลุ่ม และหลักฐานการเรียนรู้

4.4 การประเมิน TPACK

4.4.1 รูปแบบการเพื่อพัฒนาสู่การประเมิน TPACK

จากรูปแบบของกรอบแนวคิดในการนิยามของ TPACK ตามบริบทของผู้วิจัย ซึ่งรูปแบบเพื่อการพัฒนา TPACK ของมิชรา ; โคห์เลอร์ และ แคอิน(Koehler ; Mishra ; & Cain. 2013 : 17) สามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1.1 รูปแบบการพัฒนาจาก PCK สู่ TPACK : ใช้สำหรับรูปแบบที่เชื่อว่า ผู้สอนมี PCK อยู่ก่อนแล้วหากแต่ต้องการเพิ่มวิถีทางใหม่ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป้าหมายเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมิติที่ใช้เป็นแนวทางกำหนดเกณฑ์การประเมิน TPACK

1.2 รูปแบบการพัฒนาจาก TPK สู่ TPACK : ใช้สำหรับรูปแบบที่เชื่อว่า ผู้สอนพัฒนาจากความรู้ด้านเทคโนโลยีในระดับทั่วไปเพื่อพัฒนาให้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีสู่บริบทการเรียนการสอน โดยผู้สอนใช้ความรู้ในการจำแนกและพัฒนาในเนื้อหาเฉพาะซึ่งเป็นประโยชน์จากการสอนโดยใช้กลวิธีด้านเทคโนโลยี ซึ่งมิติที่ใช้เป็นแนวทางกำหนดเกณฑ์การประเมิน

1.3 รูปแบบการพัฒนาทั้ง PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน ใช้สำหรับรูปแบบที่เชื่อว่า เมื่อผู้สอนได้รับประสบการณ์และความรู้ผ่านโครงการที่มุ่งเน้นให้ครูเข้าใจในความหมาย ออกแบบ และแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้และขับเคลื่อนให้เป็นเรื่องราวในการเรียนการสอน เน้นที่กิจกรรมที่สร้างผลลัพธ์แนวใหม่ที่เข้าถึงทั้งเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหาเฉพาะที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นรูปธรรมมีความเฉพาะของความรู้ นั้น โดยเป็นการพัฒนาแบบองค์รวม

จากรูปแบบการพัฒนาที่จำแนกตามลักษณะการพัฒนาความรู้ของครู ผู้วิจัยใช้รูปแบบที่ 3 คือ พัฒนาทั้ง PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน กล่าวคือ การประเมินการพัฒนา ด้าน PCK ประเมินจากการจัดการสอนในเนื้อหาอย่างไร และในระยะเวลาครูสามารถจัดการได้ในเนื้อที่ต่างกัน ทั้งขอบเขต และความลึกซึ้งของเนื้อหา สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาและ ด้าน TPACK ประเมินจากการจัดการผนวกทั้งเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาหาสาเหตุของการกระทำอันมาจากแนวคิดที่ผู้สอนเข้าใจ อย่างไรก็ตาม ด้าน TPK เป็นการตัดสินใจ เพื่อเลือกใช้อุปกรณ์การสอน เครื่องมือ และแหล่งข้อมูล ICT ที่จะใช้ในการจัดการสอน ขอบเขตของความรู้ด้านนี้ไม่

เกี่ยวข้องกับเนื้อหาแต่เกี่ยวกับปัจจัยด้านผู้เรียนเป็นหลัก เช่น การควบคุมชั้นเรียน การปฏิสัมพันธ์ ความสนใจจากผู้เรียน เป็นต้น และ ด้าน TCK เป็นการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือ ICT ที่เหมาะกับเนื้อหา เป็นการหาเหตุผลการเลือกใช้ ICT เทคโนโลยีสำหรับเนื้อหา องค์ประกอบด้าน TPK และ TCK ไม่สามารถสังเกตได้จากการสอน และไม่สามารถหาเหตุผลได้ชัดเจนนักจากการวิเคราะห์ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ของครู แต่สามารถตัดสินใจและหาคำตอบได้จากข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์ อย่างไรก็ตามทั้งองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน (TPK TCK PCK และ TPACK) มีส่วนเกี่ยวข้องเชื่อมโยง และสัมพันธ์สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Polly.2011 , Cavanagh ; & Koehler.2013 , Koh ; Chai ; & Tay. 2014 , Tai.2013 , Sahin.2011 Harris ; & Hofer.2009,2011)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องประเมินความรู้เชิงบูรณาการทั้ง 4 ด้าน คือ TPK , TCK , PCK , TPACK เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกอบรม นอกจากนี้วัตถุประสงค์หลักของโปรแกรมการฝึกอบรมนี้เน้นเข้าใจแนวคิดและประยุกต์ใช้แนวคิดนี้สู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง

4.4.2 แนวทางการประเมิน TPACK

การบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนไม่ใช่ปรากฏการณ์ใหม่ (Koehler ; & Mishra . 2008 : 6) แต่ TPACK เป็นความรู้ความเข้าใจและสะท้อนความสามารถที่ยืนยันการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ดังนั้น สิ่งที่ต้องตระหนัก คือการพิจารณาเกณฑ์ และประเด็นในการประเมิน TPACK ให้เกิดความชัดเจนในขอบเขตการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวกับหลักการ พัฒนา TPACK สรุปว่าหัวใจสำคัญของ TPACK คือ ต้องเน้นความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันของความรู้ในเนื้อหา การสอน และเทคโนโลยีให้ผสมผสานสามารถจัดการเรียนรู้ได้จริงในชั้นเรียนตามแต่ระดับบริบท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของครู (Mishra ; Koehler ; & Kereluik. 2009 , Jimoyiannis. 2010 : 602 , Abbitt.2011 :286) และการบูรณาการของความรู้หลายด้าน (Multiple Domains) ในวิถีทางที่สนับสนุนครูในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิชากับเทคโนโลยีให้ผู้เรียน (Niess.2005.) ทั้งนี้ โกห์และซิง (Koh ; & Sing. 2011) ยังอธิบายเพิ่มเติมว่าต้องคำนึงถึงการเลือกใช้เทคนิควิธีสอนของเทคโนโลยีและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ในองค์ประกอบของ TPACK อย่างชัดเจน รวมถึงเอชีและบีบี (Ashe ; & Bibi. 2011) อธิบายว่า ต้องเข้าใจในแต่ละองค์ประกอบของเนื้อหาและกิจกรรม แล้วหลอมเป็นภาพรวมจนสามารถจัดกิจกรรมที่ขับเคลื่อนเทคโนโลยีให้ส่งผลต่อการเรียนรู้แก่ผู้เรียนได้ตรงตามเป้าหมาย

การเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีอย่างลงตัวเหมาะสม เป็น ความหมายเชิงทฤษฎี และเพื่อที่จะสามารถวัดและประเมินความสามารถ TPACK จำเป็นต้องกำหนด ลักษณะและขอบเขตการประเมินที่สามารถวัดได้จริงจากหลักฐานเชิงประจักษ์ต่างๆที่สะท้อนถึง ความสามารถในการ TPACK

โดยงานวิจัยการพัฒนา TPACK ออกแบบการวัดตามกรอบแนวคิด หรือยึดเกณฑ์หลากหลาย อยู่กับคำถามวิจัย ส่วนใหญ่ที่พบอาจใช้หลักเกณฑ์การประเมินของ แอนเจลีและเวลานิเดส (Angeli ; & Valanides. 2009 : 164) ซึ่งใช้คำว่าการประเมิน ICT-TPCK ซึ่งขยายมาจากฐาน PCKg ของโค คห์รัน(Cochran) เมื่อปี 1993 ประกอบด้วยความรู้บริบทสภาพแวดล้อม ความรู้ในเนื้อหาวิชา ความรู้ นักเรียนและความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับ 5 หลักเกณฑ์เพื่อการประเมิน TPACK มีดังนี้

- 1) จำแนกหัวข้อหรือเนื้อหาที่จะสอน ที่ต้องการใช้ไอซีทีช่วยในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) พิจารณาจำแนกการนำเสนอเพื่อปรับเนื้อหา โดยใช้ความสามารถของไอซีทีที่นำเสนอให้ผู้เรียน
- 3) จำแนกกลวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้กับ ICT ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 4) เลือก ICT ที่ส่งเสริมและสนับสนุนการถ่ายโอนเนื้อหาและวิธีสอน
- 5) วางแผนและออกแบบกิจกรรมที่สามารถใช้ไอซีทีที่เกิดขึ้นได้จริงในชั้นเรียน

ในขณะที่ โกห์ (Koh. 2013 : 887-900) ได้ออกแบบการประเมินการปฏิบัติสำหรับกิจกรรมใน แผนการเรียนรู้ของครูในประเด็น TPACK เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายกับ ICT ใน 5 มิติ และ ออกแบบสร้างเครื่องมือประเมินการปฏิบัติแผนการเรียนรู้ของครู ไว้ 4 ระดับ คือระดับ 0-4 ซึ่งใน แผนการจัดการเรียนรู้ตามประเด็น TPACK มี 5 มิติ ดังนี้

- 1) กิจกรรม (Activity) ออกแบบกิจกรรมกระตุ้นผู้เรียนให้ได้จัดการข้อมูลในเนื้อหาวิชา ระหว่างกิจกรรมผู้เรียนได้ใช้ ICT ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา
- 2) การสร้างองค์ความรู้(Constructive) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือเพื่อสร้างการ เรียนรู้แบบแตกต่าง และสะท้อนความรู้ในเนื้อหาออกมาในรูปแบบที่แตกต่างหลากหลาย
- 3) ตามสภาพจริง (Authentic) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ ICT กระตุ้นนักเรียนโดยนำเสนอ และสื่อถึงปรากฏการณ์จริงใกล้ตัวในชีวิตประจำวันสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียน
- 4) ความรอบคอบ (Intentional) เป็นกิจกรรมที่ใช้ ICT กระตุ้นนักเรียนให้วิเคราะห์ตนเอง และการเรียนรู้ตามประเด็นในเนื้อหาวิชาที่เรียนรู้

- 5) ความร่วมมือ (Cooperative) เป็นกิจกรรมที่ใช้ ICT เพื่อการทำงานกลุ่มระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้เป็นความหลากหลาย เป็นการสร้างความรู้จากการพูดคุยและอภิปราย

จะเห็นว่าจากหลักการพัฒนา TPACK สู่หลักฐานที่ควรพิจารณาในความสามารถ และมิติของการประเมินความสามารถของครูใน TPACK มีทั้งเชิงทฤษฎี และเชิงปฏิบัติ ดังนั้นจากมิติที่บ่งชี้ความสามารถใน TPACK และเกณฑ์เพื่อการประเมินความสามารถใน TPACK ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านมโนทัศน์ TPACK (TPACK-Concept) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ TPACK วัดจากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในบริบทชั้นเรียน ซึ่งสะท้อนระดับความเข้าใจ
2. ด้านการปฏิบัติ (TPACK-Action) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน วัดจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในบริบทชั้นเรียน ซึ่งสะท้อนระดับการประยุกต์ใช้

4.4.3 เครื่องมือวัด TPACK

การออกแบบการประเมินในงานวิจัยเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับการประเมินความรู้ความสามารถ TPACK ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดและประเมิน TPACK ทั้งความรู้และทักษะ โดยแบ่งเป็นเครื่องมือวัดเพื่อได้มาซึ่งข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ แบบ 0,1 โดยผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือที่ปรับจาก ฟริกซ์และเบลล์ (Flick ; & Bell.2000) และ ซาโบ (Sabo.2013) ส่วนเครื่องมือที่ใช้สังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่เป็นตรวจสอบแนวทางการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด TPACK (Technology Use in Science Instruction : TUSI) ผู้วิจัยปรับจาก แคมป์เบล และแอ็บด์-ฮามิด (Campbell ; & Abd-Hamid. 2013) และ โพลี (Polly. 2011) พร้อมทั้งปรับเกณฑ์ประเมิน (rubrics) ทั้งรายย่อยและประเมินองค์รวมตามที่สังเคราะห์ลักษณะ TPACK ที่ได้จากการทบทวนเอกสาร ทั้งนี้ใช้กรอบพิจารณารูปประเมิน TPK TCK และ TPACK ตามกรอบแนวคิดของ แฮร์ริส กรานเจนต์ และ โฮเฟอร์ (Harris ; Grandgentt ; & Hofer. 2010) ส่วนด้าน PCK ใช้เกณฑ์ตาม การ์ดเนอร์ ; and เกสส์-นิวซัม (Gardner ; and Gess-Newsome. (2011)

เครื่องมือวัดที่ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนในชั้นเรียน การสัมภาษณ์ และการสะท้อน ใช้เกณฑ์รูปเดียวกันตามชนิดความรู้

5. เทคโนโลยีที่สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) สำหรับจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

เทคโนโลยีที่พบในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ต หรือการโหลดซอฟต์แวร์เพื่อออกแบบในชั้นเรียน เช่น SimCal สำหรับทำการคำนวณกราฟฟิก โดยแม็คครอลี่ (McCrory. 2008 : 197) จำแนกเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท คือ

- 1) เทคโนโลยีที่ไม่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ แต่นำมาใช้ในการให้บริการช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Word processing , Spreadsheets , หรือ ซอฟต์แวร์กราฟิกในแต่ละประเภท
- 2) เทคโนโลยีที่ออกแบบมาสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำพวกโปรแกรม Model-It , Virtual Frog , Cooties , BIOKids , WISE ซึ่งซอฟต์แวร์จำพวกนี้พัฒนาขึ้นเพื่อการสอนวิทยาศาสตร์ K-12
- 3) เทคโนโลยีที่ออกแบบและใช้ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเครื่องมือต่างๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ , กล้องโทรทัศน์รีโมท (web-based) , CBL probe , และ เครื่องคำนวณทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีขอบเขตกว้างมาก จำเป็นต้องระบุและจัดประเภทเทคโนโลยีให้เกิดความชัดเจน ทั้งนี้ผลของการพัฒนาและเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยียุคใหม่ใหม่ มักมีคอมพิวเตอร์เป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ (Computer-based learning) ซึ่งจัดเป็นเทคโนโลยีประเภทดิจิทัล (Digital Technology) ซึ่งเป็นลักษณะโปรแกรมซอฟต์แวร์ และแหล่งข้อมูลในระบบเพื่อการสื่อสาร จึงอยู่ในรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือ ICT (Information and Communications technologies) (Cennamo ; Ross ;& Ertmer.2010 : 5) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจำกัดขอบเขตเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรูปแบบ ICT

ความหมายโดยทั่วไปของ ICT หมายถึง การผสมผสานเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับระบบสื่อสารโทรคมนาคมที่ครอบคลุมระบบสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล และการบริการสารสนเทศให้เชื่อมโยงติดต่อและใช้ร่วมกัน (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. 2553 : 4-5)

สำหรับความหมายเพื่อการจัดการศึกษาและเรียนรู้นั้น ICT หมายถึง การนำความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ ประกอบกับการใช้แหล่งความรู้ที่หลากหลายจะทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆด้วยความสนใจ ลด

ข้อจำกัดเวลาและระยะทาง ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. 2553 : 5)

ดังนั้น เทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ในรูปแบบของฐานข้อมูล โปรแกรมซอฟต์แวร์ และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เป็นแหล่งเรียนรู้

5.2 ขอบเขต ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

จากการจำแนกเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ แม็คครอลี่ (McCrory. 2008) เซนนาโม รอส และเอิร์ทเมอร์ (Cennamo ; Ross ;& Ertmer. 2010) และ โทมี่ (Tomei.2005, 2001) เพื่อให้สามารถคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ได้จริง สะดวกและมีศักยภาพสำหรับครูผู้สอนในบริบทประเทศไทย ทั้งในการวางแผนการเรียนรู้และปฏิบัติสอนจริงในชั้นเรียน ตามที่ผู้วิจัยจำกัดขอบเขตเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ICT ประเภทเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Technology tools to facilitate learning) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คือ เครื่องฉาย คอมพิวเตอร์ และฉากรับ ลำโพง ไมโครโฟน
- 1.2 ซอฟต์แวร์ทั่วไปในระบบปฏิบัติ คือ
 - Excel ในการนำเสนอตาราง กราฟ และแผนภูมิ
 - Power point และ Prezi ในการนำเสนอข้อมูล
 - XMIND และ Freemind ใช้ในการสร้างแผนที่ความคิด
 - VUE ใช้ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์
 - อื่นๆ

2) ICT ประเภทสื่อที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจในทศน์วิทยาศาสตร์ (Technology tools to support understand science concept) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 2.1 ประเภทโปรแกรมจำลอง/การสร้างรูปแบบธรรมชาติ เช่น simulation, visualization เช่น
 - Genius Marker ใช้ในการสร้างเวกเตอร์
 - PhET เป็นสื่อจำลองปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์
 - SimQuest เป็นสื่อจำลองเรื่องแรงและโมเมนตัม โดย Van Joolingen & De Jong .2003
 - Sterllarium เป็นโปรแกรมจำลองท้องฟ้าและดวงดาว
 - Celestia เป็นโปรแกรมสำรวจกาแล็กซีและดวงดาวในระบบจักรวาล

2.2 ประเภทฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์ (Data-based) เช่น ฐานข้อมูลน้ำขึ้น-น้ำลง เวลาขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน และข้อมูลต่างๆที่รายงานจากฐานข้อมูลจริง

3) ICT ประเภทสืบค้นและแนะนำแหล่งเรียนรู้ (Technology tool to Search and Resource) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

3.1 กลุ่มสืบค้น ได้แก่ ข้อมูลและภาพ คือ Google Search และ Pinterest เป็นต้น ภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอ คือ Youtube

3.2 กลุ่มแหล่งเรียนรู้แนะนำผ่านเว็บไซต์ เช่น

<http://paer.rutgers.edu/pt3/>

<http://apps.exploratorium.edu/10cool/>

http://www.openculture.com/science_videos

<http://vimeo.com/categories/technology/physics>

ดังตาราง 3 สรุปขอบเขตเทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

ตาราง 3 สรุปขอบเขต ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

การใช้ ICT		ตัวอย่างเครื่องมือ	หน้าที่
1. ICT ประเภท เครื่องมือที่ช่วย อำนวยความสะดวก ในการเรียนรู้	อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์	คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก	เครื่องมือช่วยในการใช้ ICT
		เครื่องฉายและฉาก	เพื่อขยายภาพ/ข้อความให้มี ขนาดใหญ่
			เป็นจุดในการรวบรวมความ สนใจของผู้เรียนที่หน้าชั้นเรียน
		ซอฟต์แวร์ทั่วไปใน ระบบปฏิบัติการ	Presentation tool คือ Power point ใช้เป็นโปรแกรมนำเสนอ ข้อความเนื้อหาวิทยาศาสตร์
			ใช้เป็นสื่อนำเสนอภาพนิ่งและ ภาพเคลื่อนไหว
2. ICT ประเภทสื่อที่ ช่วยพัฒนาความ เข้าใจในทัศน วิทยาศาสตร์	ประเภทสื่อจำลอง/ การสร้างรูปนามธรรม	Word-processing	ใช้เป็นสื่อนำเสนอข้อความ ใช้ในสื่อการอธิบายแบบฝึกหัด ที่มอบหมายให้ผู้เรียน
		Simulation , Visualization , Interactive Visualization เป็นต้น	ใช้ Simulation ในการอธิบาย ลักษณะปรากฏการณ์ วิทยาศาสตร์ เช่น กรณีสอน เรื่องเซลล์
		ประเภทฐานข้อมูล วิทยาศาสตร์ (Data- based)	ใช้เป็นสื่อนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ ในอธิบายความสัมพันธ์ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านพยากรณ์อากาศจากกรม อุตุนิยมวิทยา
		เว็บไซต์จากหน่วยงานกรม อุตุนิยมวิทยา	
3. ICT ประเภท สืบค้นและแนะนำ แหล่งเรียนรู้	กลุ่มสืบค้น	Google Search	ใช้เป็นสื่อในการค้นหา ภาพประกอบ
		ภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอ จาก Youtube	ใช้หาแหล่งข้อมูล ภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ ประกอบการสอน

6. บริบทชั้นเรียนที่มีการบูรณาการเทคโนโลยี

6.1 ความสำคัญ และนิยามบริบท

กรอบการพัฒนาและประเมิน TPACK ให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริงทั้งเพื่อแก้ปัญหา จำเป็นต้องให้ความสนใจกับอีกองค์ประกอบที่สำคัญนั่นคือ “Context” หรือ “บริบท” เมื่อพิจารณา โครงสร้างตามกรอบแนวคิด TPACK ของมิชรา และ โคห์เลอร์ (Mishra; & Koehler) ปี 2006 จะพบว่า องค์ประกอบของ TPACK ไม่ได้อยู่บนฐานที่ไร้กรอบ แต่ทุกองค์ประกอบ TPACK ที่แสดงวงกลม 3 วง ที่มีส่วนซ้อนกันและไม่ซ้อนทับกันนั้น วางอยู่บนวงใหญ่วงเดียวกัน คือ บริบทเฉพาะ ดังนั้นการพัฒนา และการวัดเพื่อประเมิน TPACK ต้องพิจารณาบริบทเฉพาะด้วย เพราะว่า หากเปรียบเทียบใน 2 ชั้นเรียน ที่พบว่า ชั้นเรียนหนึ่งผู้เรียนทุกคนมีแล็ปท็อปส่วนตัว กับอีกชั้นเรียนหนึ่งมีเพียงคอมพิวเตอร์ เครื่องเดียวที่หน้าชั้นเรียน ย่อมมีบริบทเฉพาะที่แตกต่างกัน ความรู้ความสามารถ TPACK ย่อมนิยาม และพัฒนาในทิศทางที่แตกต่างกัน (Koehler ; Mishra ; & Cain. 2013 : 16) สอดคล้องกับการ สังเคราะห์บทความงานวิจัยของ ชัย โคห์และไท (Chai ; Koh ; & Tsai. 2013 : 35) ที่ระบุช่องว่าง(gap) ของการตีความ TPACK ที่บางครั้งขัดแย้งและสับสน อาจมาเป็นผลมาจากความไม่ชัดเจนของบริบทที่เป็นฐานของกรอบแนวคิดนี้ ซึ่งการวิเคราะห์ความจำเป็นต้องการตามบริบทนำสู่การพัฒนา TPACK ของครู ให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาในวิชาชีพครูที่ยั่งยืนในแต่ละบริบท (Niess ; Zee ; & Gillow-Wiles. 2010 : 42 ; Doering ; et al. 2009 : 336)

งานวิจัยที่ให้ความหมายบริบทไม่ชัดเจน อาจส่งผลกระทบต่อมุมมองการตีความทั้งระบบตามกรอบแนวคิด TPACK ขาดความชัดเจนตามไปด้วย ซึ่งจากผลการสังเคราะห์งานวิจัยประเด็นบริบทตามกรอบ TPACK ของ โรเซเบิร์กและโคห์เลอร์ (Rosenberg; & Koehler.2015: 186) พบว่า งานวิจัยที่ตีพิมพ์ภาษาอังกฤษ ตั้งแต่ปี 2005-2013 มีหลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์จากทั้งหมด 193 งาน พบว่ามีเพียงร้อยละ 36 เท่านั้นที่บรรยายขอบเขต การอธิบายความหมาย และการจัดการของบริบทตามกรอบ TPACK ทั้งนี้ Rosenberg ; & Koehler. (2015) อธิบายบริบทตามกรอบแนวคิดบริบทของ โพร์เรส-เฮนันเดส และ ซาลินาส-อเมสควา (Porras-Henández; & Salinas-Amescua. 2013) สามารถแบ่งบริบท เป็น 3 ระดับ คือ ระดับจุลภาค (Micro) จัดเป็นระดับชั้นเรียน ระดับกลาง (Meso) เป็นระดับโรงเรียน ส่วนระดับมหัพภาค (Macro) เป็นระดับสังคม และแบ่งระดับผู้ปฏิบัติมี 2 ระดับ คือ ระดับครู และระดับผู้เรียน ซึ่งระดับที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มากที่สุด คือ ระดับจุลภาคหรือชั้นเรียน(Micro) กล่าวถึง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่มีการบรรยายขอบเขต ความหมาย และการจัดการของบริบทตามกรอบแนวคิด TPACK ที่ส่งผลต่อการพัฒนา การปฏิบัติ การประเมิน TPACK ส่วนระดับ

การปฏิบัติของครู หมายถึง ลักษณะของครูในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนา การปฏิบัติ การประเมิน TPACK (Rosenberg ; & Koehler.2015 : 188-193)

การกำหนดขอบเขตเพื่ออธิบายบริบทตามโครงสร้าง TPACK จึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องระบุขอบเขต และเงื่อนไขอย่างชัดเจนทั้งครูผู้สอนและความพร้อมด้านเทคโนโลยี สอดคล้องกับข้อสรุปจากการศึกษาของหลายคน (Almans , & Krumsvik.2008 ; Khan.2011 ; Manfra , & Hammond.2008) ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ TPACK ในชั้นเรียน (Chai, Koh, & Tsai.2013 : 38) นอกจากนี้ประเด็นสภาพในชั้นเรียนที่ไม่พร้อมด้านโครงสร้างและอุปกรณ์เครื่องมือด้านเทคโนโลยี เป็นเงื่อนไขบริบทที่สำคัญต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับใช้องค์ความรู้ให้สามารถรับมือและแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมตามบริบทจริง (Mbodila ; Kikunga ; & Serote .2014)

จากรายงานข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับของประเทศไทยในด้านการศึกษา 5 ประเด็น ดังนี้ 1. ความไม่เสมอภาคด้านโครงสร้างอุปกรณ์เทคโนโลยี 2. ข้อจำกัดวัสดุอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีที่ไม่สอดคล้องกับนโยบายหลักสูตรแกนกลาง 3.ความตระหนักและสมรรถนะการใช้ ICT ในชั้นเรียนของครู 4.ขาดการดูแลส่งเสริมจากภาครัฐด้าน ICT เท่าที่ควร และ 5) ขาดการส่งเสริมการลงทุนด้าน ICT (OECD /UNESCO.2016 : 249) ดังนั้นข้อสรุปเบื้องต้น พบปัญหาด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียน ซึ่งอาจมีไม่เพียงพอในการจัดกิจกรรมเต็มรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตามการบูรณาการ ICT ที่ส่งเสริมชั้นเรียนวิทยาศาสตร์สามารถออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้ตามบริบท ดังแนวทางที่สหราชอาณาจักรเคยใช้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ กรณี ICT ไม่เพียงพอ

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ บริบทในชั้นเรียน หมายถึง ความพร้อมด้านเทคโนโลยีเพื่อบ่งชี้ศักยภาพที่สามารถจัดกระทำได้ในการนำ ICT เข้ามาบูรณาการในชั้นเรียน ซึ่งจัดเป็นเงื่อนไขกำหนดการจัดการเรียนรู้ที่ครูสามารถจัดกระทำการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน โดยผู้สอนปฏิบัติและเตรียมการอำนวยความสะดวกในระดับชั้นเรียน (Enact in classroom)

6.2 แนวทางการใช้ ICT สำหรับจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามบริบทจริงในชั้นเรียน

โรงเรียนที่มีข้อจำกัดด้านความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยี กล่าวคือ ห้องเรียนมีคอมพิวเตอร์ใช้ 1 เครื่อง สามารถจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT ให้เกิดประสิทธิภาพได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรอบแบบของผู้สอน สำหรับโรงเรียนที่มีเครื่องฉายเพียง 1-2 เครื่อง ซึ่งจัดเป็นเครื่องแสดงข้อมูล (data projectors) หากในกรณีที่ชั้นเรียนไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ครูสามารถค้นหาและวางแผนก่อนในช่วงการเตรียมสอนได้เช่นกัน ทั้งนี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีเงื่อนไขที่ขาดความพร้อมด้านอุปกรณ์ และเหมาะสม

กับสถานการณ์ที่เป็นการสอนทั้งระดับชั้นเรียน หรือที่เรียกว่า “Whole - class teaching situation” (Oldham.2003 : 53)

โอดแฮม (Oldham.2003 : 55-56) เสนอข้อแนะนำสำหรับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพบนเงื่อนไขอุปกรณ์เทคโนโลยีที่จำกัด และเป็นรูปแบบการสอนทั้งระดับชั้นเรียน โดยวิเคราะห์จากโปรแกรมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชาติในการศึกษาของประเทศอังกฤษ และโอกาสในการใช้ ICT ที่เป็นไปได้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง

- ใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม
- ใช้โปรแกรม Simulation ในการศึกษาแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- ใช้ค้นหาข้อมูล (Database) เกี่ยวกับข้อมูลปรากฏการณ์ต่างๆ คุณสมบัติ
- ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูลล่าสุดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ
- ใช้คลิพวิดีโอเพื่อศึกษาระบบใหญ่ๆและเล็กๆ เช่น ระบบสุริยะ
- ใช้โปรแกรม spreadsheet บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ และประเมินข้อมูล เกี่ยวกับการควบคุม น้ำหนัก

จำแนกเหตุผลการใช้ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ จึงแบ่งเป็น 4 เหตุผล ดังนี้

1. สำหรับค้นหาข้อมูล : ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (internet , e-mail , databases , video)
2. สำหรับเก็บรวบรวมและจัดการข้อมูล : อ่านค่า วิเคราะห์ข้อมูล แปลงสัญลักษณ์เสนอกราฟ เป็นต้น
3. สำหรับช่วยสร้างความเข้าใจและอธิบายโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ : โมทัศน์ที่เป็นนามธรรม แบบ visualizing และกระบวนการต่างๆ (models, simulations, games, digital video and multimedia)
4. สำหรับการนำเสนอและการสื่อสาร : การนำเสนอข้อมูล Power-Point, digital video, desk-top publishing, web-based publishing

(Oldham.2003 : 55-56)

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจึงขอกำหนดขอบเขตบริบท (Context) อันเป็นข้อมูลสำคัญของการอธิบายการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบการออกแบบโปรแกรมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ส่งเสริมความรู้ TPACK และการนำประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริงที่สะท้อน TPACK ในโรงเรียน โดยเน้นบริบทในระดับชั้นเรียนตามความพร้อมด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีที่มีอยู่จริงในชั้นเรียน

ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง จากระบบภาพ 1 เครื่อง และเครื่องฉายภาพ 1 เครื่อง ในชั้นเรียน ขนาดบรรจุผู้เรียนประมาณ 40-45 คน ทั้งนี้มีรายละเอียดในบทที่ 3

ดังนั้น สรุปว่า บริบทเทคโนโลยีชั้นเรียน คือ สภาพความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียน ที่มีคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง จากระบบภาพ 1 เครื่อง และเครื่องฉายภาพ 1 เครื่อง จัดการเรียนรู้กับผู้เรียนทั้งชั้นเรียนเงื่อนไขบริบทเทคโนโลยีชั้นเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนในการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ดังนั้น บทบาทของผู้สอน คือ เตรียมการเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน และ ปฏิบัติการสอน (Enact in classroom) สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน (Whole-class) ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน ในรูปแบบของ database, simulation , multiple linked representation ที่แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projectors) และเน้นการขับเคลื่อน และสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญให้เกิดแก่ผู้เรียน

อย่างไรก็ตาม การใช้ ICT ไม่สามารถแทนที่การสอนในชั้นเรียนปกติทั้งหมด แต่บทบาทของ ICT เป็นพลังเสริมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อการความเข้าใจหลักการ และมนต์เสน่ห์เชิงลึก โดยผู้สอนเป็นผู้จัดเตรียมกิจกรรมตามสภาพจริง ให้น่าสนใจและทำให้เกิดความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง (Byrne ; & Brodie.2012 : 96) แต่สิ่งที่ยังคงมีช่องว่างและคลุมเครือ คือ การผสมผสานการใช้ ICT ในชั้นเรียนที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ ICT อย่างเป็นรูปธรรมและเต็มประสิทธิภาพตามบริบทจริงในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะควรมีลักษณะอย่างไร (Byrne ; & Brodie.2012 :108) ซึ่งการระบุขอบเขตและอธิบายความหมายการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนในบทบาทผู้เรียน เป็นการเพิ่มช่องทางที่ชัดเจนเพื่อแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ ICT และการสำรวจตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของผู้เรียนตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

7. ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็น เป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปการสืบเสาะ (Inquiry) เป็นหนึ่งหลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ K-12 ทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (National Research Council : NRC.2012) และรวมถึงเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทยด้วยเช่นกัน (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์.2556 : 8) ด้วยเหตุนี้ จึงควรเข้าใจการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

7.1 ความหมายของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีแนวทางการค้นหาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา ปราบกฎการณ์ทางธรรมชาติและนำเสนอคำอธิบายบนหลักฐานจากการทำงาน ส่วนคำที่ได้ยินบ่อยใน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นั่นคือ การสืบเสาะ ซึ่งหมายถึง กิจกรรมของผู้เรียน ที่ผู้เรียนได้พัฒนา ความรู้และความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ” (NRC.2012 : 4-5)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเองตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ลักษณะบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงปฏิบัติสามารถพิจารณาจากความอยากรู้อยากเห็นที่แสดงออกชัดเจนจากการ ตั้งหรือนิยามคำถามของผู้เรียน การสร้างคำอธิบาย หรือสมมติฐานของคำตอบ การวางแผนและการ สืบตรวจสอบ เก็บรวบรวมหลักฐานจากการสังเกต อธิบายจากหลักฐานที่เก็บรวบรวมมา พิจารณา การอธิบายในมุมมองอื่น สืบเสาะคำอธิบายนั้นสู่ผู้อื่น และทดสอบคำอธิบายนั้น (NRC.2000 : 6-11)

เพื่อความเข้าใจความแตกต่างของการสืบเสาะ โดยแอนเดอร์สัน (Anderson.2002) อธิบาย ลักษณะการสืบเสาะ (Inquiry) ใน 3 รูปแบบ ดังนี้

(1) การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เน้นที่นักวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็น วิธีทางที่หลากหลายให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากนักวิทยาศาสตร์ทำอะไร : เริ่ม สืบตรวจสอบจากปัญหาแบบกว้าง วาดภาพทั้งทฤษฎีและกระบวนการเพื่อให้เกิดเป้าหมายที่ ต้องการ เป็นการฝึกการสืบตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Investigation) อันเป็นวิธีทางที่ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาธรรมชาติของโลก และเพื่ออธิบายสิ่งเหล่านั้นจากหลักฐานสำหรับโรงเรียนที่มี

การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ควรสะท้อนวิทยาศาสตร์ในเชิงปฏิบัติโดยผสมผสานธรรมชาติการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์

(2). การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Learning) เน้นที่ผู้เรียน กล่าวคือ เป็นกระบวนการโดยผู้เรียน ที่ผู้เรียนทำกิจกรรมและขับเคลื่อนกิจกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์จากการทดลองสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบ จนได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการเรียนรู้แบบสืบเสาะควรสะท้อน “ธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” สิ่งสำคัญผู้เรียนต้องถูกกระตุ้นและพัฒนาผ่านประสบการณ์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา

(3). การสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Teaching) เน้นที่ผู้สอน กล่าวคือ วิธีการสอนที่ครูต้องขับเคลื่อนบนฐานการสืบเสาะตามหลักสูตร เน้นการประยุกต์ความรู้ของครูให้เกิดแนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกระตุ้นกับผู้เรียน ทั้งนี้การสอนแบบสืบเสาะอาจจะเป็นการสืบเสาะจากคำถามที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน

ดังนั้น ลักษณะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ควรสะท้อนทั้งบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีแนวทางตามวิธีนักวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้สอนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทผู้เรียนอันเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติ ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ดำเนินเกิดขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

7.1.1 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะในชั้นเรียน

ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ 5 ประการ สำคัญในบทบาทผู้เรียน ได้แก่

- 1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ : อาจจะเริ่มจากครูตั้ง แต่แนวทางที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม หรือ คำถามมาจากผู้เรียน
- 2) ผู้เรียนให้ความสำคัญในการหาหลักฐานเพื่อค้นหาคำตอบ : แนวทางที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลและตัดสินใจข้อมูลหลักฐาน
- 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐาน : แนวทางที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหลักจากสรุปหลักฐาน
- 4) ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการอธิบายสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวทางที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนมีอิสระในการตรวจสอบจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆและเชื่อมโยงการอธิบายสู่เรื่องราวรอบตัว
- 5) ผู้เรียนสื่อสารและอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆให้มีเหตุผล : แนวทางที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนหาเหตุผลและข้อโต้แย้งในการสื่อสารเพื่ออธิบายสู่ผู้อื่น

(NRC.2000 : 25-29)

แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์หลายแห่ง ยังพบว่าครูยังคงนำมีบทบาทส่งความรู้ มโนทัศน์ และหลักการแก่ผู้เรียนผ่านรูปแบบการบรรยาย ซึ่งผู้เรียนรับความรู้จากการฟังและจดบันทึก และแม้ในกรณีเรียนปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนก็ยังทำการทดลองตามวิธีการที่ละขั้นตอนเพื่อให้เห็นผลลัพธ์เท่านั้น (Crawford. 2014 : 516) ดังนั้น สิ่งสำคัญครูผู้สอนควรเข้าใจลักษณะสำคัญของการสืบเสาะในชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน และบทบาทตนเอง เพื่อลดเงื่อนไขต่างๆที่เป็นอุปสรรคและคงไว้ซึ่งบรรยากาศการสืบเสาะในชั้นเรียนที่สำคัญ

7.1.2 บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในชั้นเรียน

ทั้งนี้บทบาทของครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ มีแนวทางปฏิบัติดังนี้ (1) เน้นส่งเสริมการสืบเสาะให้ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (2) ควบคุมให้เกิดการอภิปรายระหว่างผู้เรียนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (3) สร้างโอกาสที่ท้าทายให้ผู้เรียนค้นหาและเกิดการเรียนรู้ของตนเอง (4) กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหา และสนับสนุนให้ผู้เรียนทั้งหมดมีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ (5) ส่งเสริมและทำให้เกิดทักษะทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเปิดมุมมองแนวคิดและข้อมูลใหม่ๆ และพยายามสร้างความสงสัยในประเด็นวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน (NRC.2000 : 22)

นอกจากนี้ คราวฟอร์ด (Crawford.2014 : 528-529) สรุปการติดตามจากการศึกษาการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในประเด็นบทบาทของครูที่สอดคล้องและเป็นหลักฐานการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนที่สัมพันธ์กับการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ไว้ 4 บทบาทหลัก ดังนี้

1. ครูผู้สอนวางแผนการสอนที่ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบจากคำถามตามบริบทกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ครูผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดรับผิดชอบและตอบสนองในกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูผู้สอนสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์จากข้อมูล
4. ครูผู้สอนจัดเตรียมโอกาสเพื่อให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

ดังนั้น ผู้วิจัยสรุปว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หมายถึง สภาพการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีบทบาทที่ได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เน้นการสำรวจตรวจสอบหาหลักฐาน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกและกระตุ้นผู้เรียนให้เข้าใจการคิดแบบวิทยาศาสตร์ และออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายและแสดงแนวคิดการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน

7.2 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Investigation)

7.2.1 ความหมายของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางที่ใช้ทั่วไปในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ แต่สิ่งที่จะเพิ่มบทบาทในการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนขณะเรียนผู้ควรเน้นการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมให้เกิดสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

โดยส่วนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Investigation) คือ วิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการฝึกปฏิบัติ เน้นการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนใช้แนวคิดและกระบวนการทางพุทธิปัญญา และทักษะในการแก้ปัญหา (Moeed. 2013)

นอกจากนี้ Millar (2010) ให้นิยามคำว่า การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ว่า เป็นกิจกรรมปฏิบัติที่ผู้เรียนได้ลงมือทำตามขอบเขตการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด แต่ให้อิสระในการเลือกวิธีการ การบันทึกผล วิเคราะห์ และรายงานจากการเก็บรวบรวมข้อมูล มีอิสระในการเลือกคำถามเพื่อสรุปผลสุดท้าย ซึ่งการทดลอง (experiments) เป็นส่วนหนึ่งของการสำรวจตรวจสอบที่เน้นการฝึกปฏิบัติ

ดังนั้น การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองเพื่อเป็นวิธีให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้และความเข้าใจด้วยตนเอง

7.2.2 ความหมายของการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

การฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practice) ซึ่ง “...ใช้คำว่า ฝึกปฏิบัติ แทนคำว่า ทักษะ ในการเน้นกระตุนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่ต้องการแค่ทักษะ แต่ต้องการทั้งความรู้ด้วย จัดเป็นความเฉพาะของแต่ละการฝึกปฏิบัติ ” (NRC Framework.2012 : 30) ยกตัวอย่างเช่น การฝึกปฏิบัติของทางวิศวกรรมศาสตร์และทางวิทยาศาสตร์ในกรอบแนวคิดที่บ่งชี้ผู้เรียนทั้งหมดและอธิบายรายละเอียด ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. การถามคำถาม (วิทยาศาสตร์) และนิยามปัญหา (วิศวกรรมศาสตร์) 2. การพัฒนาและการใช้แบบจำลอง 3. การวางแผนและทดลองในการสำรวจตรวจสอบ 4. การวิเคราะห์และตีความข้อมูล 5. การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ 6. การสร้างคำอธิบาย(ทางวิทยาศาสตร์) และการออกแบบการแก้ปัญหา (ทางวิศวกรรมศาสตร์) 7. การกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้งจากหลักฐาน และ 8.การได้มาซึ่งข้อมูล การประเมิน/ตัดสินข้อมูล และการสื่อสารข้อมูล (NGSS release.2013 : 1)

ซึ่งเป้าหมายของแนวคิดการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ศึกษา และเปลี่ยนจากการสืบเสาะสู่การฝึกปฏิบัติ เพื่อเปลี่ยนแปลงและปรับแนวทางการ

สอนวิทยาศาสตร์ให้ได้มาตรฐานมากขึ้น (Bybee.2011) ในช่วงระหว่างปี 1960-1990 ผู้คนให้ความสนใจกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ซึ่งเป็นวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้ในทัศนวิทยาศาสตร์และการใช้ทักษะและความสามารถในการสืบเสาะในการเรียนรู้ในทัศนเหล่านั้น แต่ในช่วงปี 1990 เป็นต้นมา การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรากฐานของแผนแม่บทเพื่อการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) (AAAS.1993) และ the National Science Education Standards (NRC.1996) ทั้งสองส่วนนี้มีอิทธิพลต่อการสืบเสาะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน แต่อย่างไรก็ตามการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้นำมาใช้เป็นวงกว้าง (Bybee.2011) นอกจากนี้งานวิจัยของ ดัสชูล สเวนกรูเบอร์ และชูลส์ (Duschul ; Schweingruber ; & Shouse. 2007) ศึกษาความสามารถของผู้เรียนที่แสดงถึงความเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยเสนอความสามารถผู้เรียนควรปฏิบัติได้อย่างชัดเจน ใน 4 ประการ ดังนี้

1. รู้ข้อมูล ใช้ข้อมูล และตีความข้อมูล สู่การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของธรรมชาติ
2. จัดหาหลักฐานและประเมินหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และอธิบายได้
3. แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. มีส่วนร่วมในการก่อเกิดในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และอภิปรายผล

ซึ่งการใช้คำว่า การฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practices) เป็นการแสดงการกระทำเชิงทักษะและการเรียนรู้ไปพร้อมๆกัน จึงใช้คำว่า “Practice” (Bybee.2011) ทั้งนี้ มุมมองในการนำเสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกปฏิบัติไม่ได้เข้ามาแทนที่การสืบเสาะ แต่เป็นการยกระดับการเรียนรู้การสนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนที่เน้นกระตุ้นผู้เรียนให้ฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practices) ในกิจกรรมที่เคย ให้กลายเป็นเรื่องปกติพื้นฐานในการเรียนรู้เกี่ยวกับการทดลอง หาข้อมูล และหลักฐาน และเกิดปฏิสัมพันธ์อภิปรายระหว่างผู้เรียน อย่างเป็นรูปธรรม และส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้และสนุกกับวิทยาศาสตร์ (Bybee.2011 ; Mody. 2015 : 1027) ซึ่งการระบุขอบเขตและอธิบายความหมายการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนในบทบาทผู้เรียน เป็นการเพิ่มช่องทางที่ชัดเจนเพื่อแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ ICT และการสำรวจตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของผู้เรียนตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ผู้วิจัยอธิบายว่า การฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practice) หมายถึง บทบาทผู้เรียนที่เน้นการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ และประเมินหลักฐาน มีส่วนร่วมในการอภิปรายและสื่อสารข้อมูลเพื่ออธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนที่สำรวจ

ตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation)

จากการข้อความที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในบริบทชั้นเรียน หมายถึง ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบเพื่อค้นหาข้อมูลความรู้จากเหตุการณ์ใดๆที่เน้นการฝึกปฏิบัติโดยเก็บข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ และประเมินหลักฐาน มีส่วนร่วมในการอภิปรายและสื่อสารข้อมูลเพื่ออธิบายความรู้วิทยาศาสตร์

7.3 แนวคิดการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT หรือการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ ไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่ยังขาดความชัดเจนที่ยืนยันความเหมาะสม(best fit) ของบูรณาการ ICT มีประสิทธิภาพ (Koh ; & Chai. 2014 : 222) อีกทั้งแนวคิด TPACK ที่มีธรรมชาติยืดหยุ่นและเปิดโอกาสได้ในการออกแบบ ทำให้มีความไม่ชัดเจนในรายละเอียด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนิยามและบริบทของแต่ละศาสตร์ ทำให้มีช่องว่างในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียนที่อาจไม่ชัดเจนด้วย (Cox ; & Graham.2009 , Matherson ; & et al.2014) อย่างไรก็ตาม ICT รับรู้ว่าได้ใช้ประโยชน์แน่นอนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Jimoyiannis. 2010)

ผู้วิจัยจึงพยายามจำกัดขอบเขตและนิยามลักษณะการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในบริบทชั้นเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้

โดยผู้วิจัยค้นหารอบแนวคิดที่เกี่ยวกับการใช้ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบแนวคิดที่น่าสนใจ ดังนี้

1. แนวคิดของฟริกซ์และเบลล์ (Flick ; & Bell. 2000) เสนอแนวคิดสำหรับการเตรียมครูวิทยาศาสตร์โลกอนาคตในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษา 5 ดังนี้

- 1) เทคโนโลยีควรนำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ลักษณะการใช้เทคโนโลยีที่ดึงดูดเอาบริบทเข้ามาศึกษาในเรื่องนั้นๆในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2) เทคโนโลยีควรร่วมผสมผสานวิทยาศาสตร์กับกลวิธีสอนอย่างคุ้มค่า กล่าวคือ เทคโนโลยีที่นำเข้ามาใช้ส่งเสริมการสืบเสาะ ซึ่งไม่ใช่แค่การนำ 1 โปรแกรมเข้ามา แต่ครูผู้สอนต้องสร้างโอกาสที่ใช้วิธีสอนที่เหมาะสมและเป็นไปได้จริงในชั้นเรียนมาเป็นกลไก

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยีด้วย นั่นคือ เทคโนโลยีสามารถส่งเสริมการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูลแบบปัจจุบันกาล ด้วยเครื่องมือของเทคโนโลยี ซึ่งแนวทางที่ใช้ได้ คือ

(1) ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมที่ตรงประเด็นชัดเจนเห็นภาพ เช่น เรียนเรื่องสภาพอากาศ ใช้ GLOBE วิธีสอนที่เป็นไปได้ : ผู้เรียนแปลผลสภาพอากาศ ศึกษาข้อมูล (data base) คำนวณและนำเสนอปริมาณฝนที่จะเกิดขึ้นได้ เป็นต้น

(2) ใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความเข้าใจการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผู้เรียนอ่านกราฟ ทำนายแนวโน้ม วิเคราะห์ข้อมูลที่ครูเตรียมมา อธิบายและให้เหตุผล สิ่งเหล่านี้เป็นแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ว่าด้วยข้อมูล หลักฐาน และคำอธิบาย

(3) ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนเป็นหลักในการทำกิจกรรม ส่วนผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษากรณีกลุ่มเล็ก หากชั้นเรียนขนาดใหญ่ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้กำกับควบคุมกิจกรรมให้ดำเนินถึงเป้าหมาย เป็นต้น

3) การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประโยชน์ในเอกลักษณ์ของเทคโนโลยี (Unique feature of Technology) กล่าวคือ ควรใช้เทคโนโลยีตามสมรรถนะ และได้ประโยชน์เหนือกว่าการไม่ใช้เทคโนโลยีในการสอนโดยสิ้นเชิง โดยผู้สอนต้องพิจารณาตรวจสอบเนื้อหาและผลลัพธ์ที่ต้องการก่อน แล้วจึงประยุกต์ใช้เอกลักษณ์ของเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น

(1) กรณีเรียนการทดลองในห้องปฏิบัติการ เลือกใช้ Virtual Labs และ Demonstrations ที่เทคโนโลยีจัดการได้ ในปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ที่เกิดซ้ำมาก เกิดเร็วมาก เล็กมาก และใหญ่มาก มีกราฟและข้อมูลแสดงเป็น Data Projectors เป็นต้น

(2) กรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน วัฏจักร หรือนามธรรม เลือกใช้ Visualization techniques เป็นต้น

(3) การจัดการเรียนการสอน อื่นๆ เป็นต้น

- Simulation ใช้ขยายความเข้าใจเนื้อหาเชิงกายภาพ
- ข้อมูลที่เป็น Real-time data เพื่อการวิเคราะห์กราฟ เช่น เครื่องตรวจจับต่างๆ
- Interactive software เพื่อประเมินผู้เรียน

- 4) ใช้เทคโนโลยีในการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น กล่าวคือ การให้ความสำคัญกับอุปสรรคที่อาจมีปัญหในการจัดการเรียนรู้ เช่น เนื้อหายาก เชื่อมโยงยาก จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนา PCK เป็นหลัก คือ ผู้สอนควรเข้าใจผู้เรียนแล้วในเรื่องของความรู้เดิมแล้วใช้เทคโนโลยีแก้ปัญหา หรือขยายแนวคิดวิทยาศาสตร์มากกว่าในบทเรียน โดยใช้เทคโนโลยี เช่น ค้นหาข้อมูลและวิทยาการใหม่ๆ มาเสริมด้วย อีกทั้งอธิบายปรากฏการณ์ใกล้ตัวได้จากการใช้เทคโนโลยี
- 5) จัดการเรียนรู้ที่พัฒนาให้ผู้เรียนให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ให้ความสำคัญในบทบาทของเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม ไม่เน้นการใช้เทคโนโลยีจนละเลยธรรมชาติความเป็นวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรเข้าใจบทบาทเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา กรณีไม่ใช่เทคโนโลยีในกลุ่มวิทยาศาสตร์สามารถตีความร่วมในข้อมูลเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี

2. แนวคิดของบลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008) สำหรับการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เน้นใช้เทคโนโลยีด้านข้อมูลมาเปลี่ยนรูปเพื่อให้เห็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สู่สังคมสาธารณะได้เข้าใจง่ายขึ้น

เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ควรควบคู่กับการใช้วิธีสอนเหมาะสม ดังนั้นการใช้กลวิธีสอนที่รวมกับเทคโนโลยีในการสอนวิชาเฉพาะจึงสำคัญมาก ทั้งนี้เทคโนโลยีไม่สามารถใช้ให้เกิดประสิทธิภาพด้วยตัวมันเอง แต่เป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกและยกระดับการสอน พัฒนาการเก็บข้อมูล การมองปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม และจำลองการทดลองที่เกิดขึ้นมาสู่ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ อันเป็นแนวทางที่ใช้เทคโนโลยีให้เพื่อสามารถยกระดับการเรียนรู้ในมนทัศน์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างคุ้มค่า โดยใช้ในแนวทางที่ช่วยผู้เรียนได้สำรวจเรียนรู้ในหัวข้อวิทยาศาสตร์เชิงลึก พร้อมทั้งสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนทัศน์วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็ต้องยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะเป็นฐาน (Bull ; & Bell. 2008 : 4)

1) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Data Collection and Analysis)

ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์จากข้อมูลและหลักฐาน (scientific database) จากตัวอย่าง การตัดสินใจจากข้อมูล พิจารณาเปรียบเทียบกราฟ ทำนายแนวโน้ม หรืออื่นๆจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเสนอ ทั้งนี้ผู้สอนสามารถออกแบบขยายความรู้การสำรวจตรวจสอบ

(Investigation) ของผู้เรียนในชั้นเรียนได้ แต่ควรสร้างความเกียวยองให้สัมพันธ์กับข้อมูลวิทยาศาสตร์ที่น่าเสนอด้วย ข้อมูลที่น่าเสนอควรเป็นข้อมูลจริงที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เก็บรวบรวมได้ ซึ่งบทบาทของเทคโนโลยีนั้นใช้เป็นช่องทาง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจข้อมูล สร้างคำทำนาย และสร้างข้อสรุป อาจช่วยยืนยันข้อมูลในตำรา และสร้างพลังส่งเสริมการเรียนรู้มากขึ้นเมื่อใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะและค้นคว้าระหว่างเรียนรู้

2) จินตภาพและการมองเห็น (Imagery and Visualization)

ภาพ ภาพจำลอง และโปรแกรมกราฟฟิกรูปอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นมาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือรวมถึงภาพจริงที่ใช้เทคโนโลยีถ่ายได้ชัดเจนกว่ามองด้วยตาเปล่า ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ เข้าถึง และใกล้ชิดกับนิเทศน์วิทยาศาสตร์ ตลอดจนปรากฏการณ์ในธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งสามารถนำมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้

3) การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration)

ในอินเทอร์เน็ตเป็นอีกช่องทางในการสื่อสารและอัปเดตข้อมูลได้รวดเร็วและครบถ้วน ทำให้การจัดการเรียนรู้ ผู้สอนอาจใช้ช่องทางนี้ในการขยายความมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนรู้ได้ หากระหว่างเรียนสามารถจัดสรรช่องทางการเชื่อมต่อสัญญาณ wifi ได้ อย่างไรก็ดีตามควรเกิดขึ้นไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะ

4) การศึกษาทางไกลและการประเมิน (Distance Education and Evaluation)

ใช้อินเทอร์เน็ตหาข่าวสารและส่งข่าวสารสู่ไปที่อื่น นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการประเมินผล การเรียนรู้ ตัดเกรด ประเมินผลอีกด้วย หรือสร้างแบบฝึกหัด คำถาม หรือแบบทดสอบแก่ผู้เรียนให้มาปฏิบัตินอกสถานที่ได้ กรณีนี้มีความพร้อมทั้งครูและผู้เรียนที่สามารถเข้าถึงและจัดสรรเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ทั้งขณะอยู่ที่บ้านและโรงเรียน

3 . แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007) เน้นสรุปขอบเขตหน้าที่ของเทคโนโลยีในการเสริมต่อความรู้ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียน และเทคโนโลยีในระดับชั้นเรียน

ในกิจกรรมส่งเสริมความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะของผู้เรียน ทั้งนี้ Kim ; Hannafin ; & Bryan.(2007) ชี้แจงปัญหา กรณีที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประเด็นด้านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ลดบทบาทลง กล่าวคือ ผู้เรียนทำการสืบเสาะแบบง่าย ๆ และมุ่งค้นหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง อีกทั้งผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีจำพวกเว็บไซต์ระหว่างทำกิจกรรมการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น การจำแนก ตีความ และประเมินตัดสินข้อมูล (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007 : 1011-1012) งานวิจัยของ Kim ; Hannafin ; & Bryan.(2007) จึงพยายามหาขอบเขตที่ชัดเจนในบทบาทเทคโนโลยีส่งเสริมความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยงานวิจัยนำเสนอกรอบแนวคิดและแนวทางการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ใช้เทคโนโลยียกระดับการสืบวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนซึ่งพบประเด็นที่น่าสนใจและสำคัญในการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้สอน ดังนี้

กรณีวิเคราะห์บทบาทที่สัมพันธ์ในประเด็นเทคโนโลยียกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการสืบเสาะ ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

3.1 เป็นเครื่องมือสนับสนุนการสำรวจตรวจสอบอย่างน่าสนใจและขับเคลื่อนด้วยคำถาม

คำว่า “การสำรวจตรวจสอบอย่างน่าสนใจ” ต้องตอบสนองทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการเรียนรู้ทางสังคมรวมต่อการสร้างองค์ความรู้ โดยเน้นกลวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยียกระดับการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ทั้งนี้ผู้สอนจำเป็นต้องมีคำถามหลักในการตั้งผู้เรียนสู่การแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้นด้วย

3.2 เป็นเครื่องมือสนับสนุนเสริมต่อการรู้คิดเพื่อการสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

การรู้คิดเป็นลักษณะการคิดเกี่ยวกับการคิดที่เน้นติดตามความสามารถของผู้เรียน ให้พยายามนำพากระบวนการคิดของผู้เรียนในแนวทางตามการที่กำหนดไว้ระหว่างกิจกรรมการสืบเสาะซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงความเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรใช้คำถาม สัญลักษณ์ และหลักฐาน ในหน้าเว็บไซต์ที่สัมพันธ์กับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาได้ ที่ผ่านมามีการให้ผู้เรียนทำนาย ทดลอง จำลอง ประยุกต์ หรืออธิบายการยกตัวอย่างที่แสดงการนำความรู้ไปใช้ จัดเป็นรูปแบบที่ที่เชื่อในการรู้คิดและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สรุปว่าขณะที่ใช้เทคโนโลยีในบริบทชั้นเรียน ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระบวนการคิดให้ผู้เรียนสนใจการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

3.3 เป็นเครื่องมือสนับสนุนเพื่ออำนวยความสะดวกให้เกิดความร่วมมือสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในการเรียนรู้จำเป็นต้องคงไว้ซึ่งการร่วมมือกันในการหาความรู้ไม่มากก็น้อยร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมที่กระตุ้นผู้เรียน เช่น ให้วางแผน ใช้คำถาม ใช้เครื่องมือ ให้ค้นหา เขียน สังเคราะห์ และสร้างชิ้นงานร่วมกัน ดังนั้นศักยภาพของการใช้เทคโนโลยียกระดับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน จำต้องพิจารณา ดังนี้ (1) ผู้สอนต้องคำนึงกลวิธีที่ส่งเสริมลักษณะกิจกรรมการร่วมมือการ

ของผู้เรียน (2) ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอย่างไรให้ส่งผลต่อการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน และ (3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ควรเป็นอย่างไรที่ส่งผลต่อเนื้อหาวิชา ผู้สอน อายุผู้เรียน และชั้นเรียนด้วย (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007 : 1012-1015)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาบริบทระดับชั้นเรียน : เทคโนโลยีที่สนับสนุนการสืบเสาะในชั้นเรียน ของ คิม ฮันนาฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007 : 1022) การใช้เทคโนโลยีควรพิจารณาใน 3 ด้าน ดังนี้ (1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือเทคโนโลยีกับผู้เรียน : **หลักการที่ยึดปฏิบัติ** : มีหลากหลายวิธีการที่ส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือเทคโนโลยีในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ เช่น การเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมการสืบเสาะ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการบูรณาการเสริมต่อความรู้ ซึ่งก่อนหน้านี้เราทราบว่า ผู้เรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสำรวจจากการขับเคลื่อนด้วยคำถาม การทดสอบสมมติฐานโดยการคำนวณตัวแปรและปัจจัยที่ช่วยให้เกิดการสร้างความรู้จากเว็บไซต์ (2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน : **หลักการที่ยึดปฏิบัติ** : ระหว่างการใช้เทคโนโลยียกระดับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องเสริมต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วย 2 แนวทางสำคัญ ดังนี้ 2.1 จัดเตรียมคำถามที่ท้าทายการคิดผู้เรียน และโน้มน้าวให้ผู้เรียนสืบเสาะ และ 2.2 ติดตามกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้คำถามที่เป็นคำถามติดตามความก้าวหน้า เช่น นักเรียนเป็นอย่างไรบ้าง นักเรียนการทดลองเป็นอย่างไร ได้ผลถึงไหนอย่างไรแล้ว เป็นต้น (3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือเทคโนโลยีกับผู้สอน : **หลักการที่ยึดปฏิบัติ** : ปรับใช้เทคโนโลยีที่เคยปฏิบัติการสอนแบบดั้งเดิม ควรคำนึงถึงความพร้อมในบริบทชั้นเรียนด้านเทคโนโลยีที่สามารถใช้สื่อเว็บไซต์เป็นฐานได้จริง (Web-based material) การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีจำพวกเว็บไซต์ในการนำมาใช้ร่วมในกิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

4. หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)

สรุปหลักการที่ควรพิจารณาและคำนึงถึง สำหรับการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้การบูรณาการส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) พิจารณาภาพรวมจากสถานการณ์และบริบทจริงในชั้นเรียน (Authenticity) กล่าวคือ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ควรนำสถานการณ์จริงและเป็นเรื่องใกล้ตัวตรงประเด็นมาใช้นำเรื่อง และใช้คำถามเป็นตัวขับเคลื่อนเพื่อหาคำตอบ

2) ส่งเสริมและช่วยให้เกิดการพัฒนาทักษะการสืบเสาะ (Inquiry) กล่าวคือ ในกิจกรรมต้องออกแบบมาเพื่อพัฒนาทักษะการสืบเสาะของนักเรียน เช่น การตั้งคำถาม การหาหลักฐาน การอธิบาย การประเมิน และการสื่อสาร

3) ใช้ประโยชน์จาก Scaffolding ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Scaffolding) เป็นกลวิธีที่จะเพิ่มเติมและแทรกแซงความเข้าใจที่ถูกต้องแก่นักเรียน อีกทั้งหากมีการจัดอบรมครู ครูก็จำเป็นต้องใช้ Scaffolding ด้วย เพราะเป็นกระบวนการที่สามารถทำให้นักเรียนแก้ปัญหา และทดลองอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ ริชเชอร์ (Reiser. 2004 : 275) ก็สนับสนุนข้อมูลนี้ว่า “ ถ้าจะออกแบบให้เทคโนโลยีเป็น Scaffolding ต้องเป็นการจัดเตรียมซอฟต์แวร์ที่สะดวกและง่าย ให้เครื่องมือพื้นฐาน อนุญาตให้นักเรียนทำงานได้สำเร็จมากกว่าที่ต้องทำงานที่มีความยุ่งยากเกินตัว และเรียนรู้สิ่งที่ได้จากประสบการณ์เหล่านี้”

4) จัดการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นการเรียนแบบร่วมมือ (Collaboration) มุ่งเน้นให้บรรยากาศตลอดการเรียนรู้เป็นไปแบบร่วมมือกันทั้งการทำงานและการสื่อสารระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง

7.4 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการสืบเสาะที่ใช้เทคโนโลยี

เมื่อพิจารณาในลักษณะกิจกรรมที่เน้นปฏิบัติเพื่อสำรวจตรวจสอบความรู้ อันปรากฏในการแผนการเรียนรู้ และนำสู่การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน พบบทบาทเทคโนโลยี หรือ ICT มีความกลมกลืนเป็นไปแนวทางเดียวกันกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิธีสอนด้วย ซึ่งสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้เทคโนโลยีกับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นแนวเดียวกันและไม่เป็นแนวเดียวกัน ดังตาราง 4 มิติความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี

ตาราง 4 มิติความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับ

	การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่ไม่เป็นแนวทางเดียวกัน	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่เป็นแนวทางเดียวกัน
ไม่ใช้เทคโนโลยี	นำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการบรรยาย ข้อความ และการสาธิต	จัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนแบบกระตุ้นการเรียนรู้เชิงรุกและขยายสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
ใช้เทคโนโลยี	การใช้ power point ในการนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการบรรยาย ข้อความ และการสาธิต	เมื่อใช้ ICT เช่น simulation จะต้องจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนแบบกระตุ้นการเรียนรู้เชิงรุกและขยายสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนได้จำแนกและจัดกระทำตัวแปร กำหนดกรอบเวลา เก็บรวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่สำรวจตรวจสอบนั้น

ที่มา: Campbell,T ; & Abd-Hamid,N.H. (2013). *Technology Use in Science Instruction (TUSI) : Aligning the Integration of Technology in Science Instruction I Ways Supportive of Science education Reform*. J Sci Educ Technol. 22. Pp. 572-588

เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ กลวิธีที่ผู้สอนจะสามารถยึดและใช้พัฒนาผู้เรียนได้ คือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ปรากฏ 3 สิ่งเหล่านี้ในชั้นเรียน คือ 1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) และ 3. เหตุผล(Reasoning) (McNeli ; & Krajcik.2008) ข้อกล่าวอ้าง คือ การยืนยัน ข้อสรุป หรือคำตอบเพื่อตอบคำถามในสถานการณ์ที่เป็นประเด็น มาจากหลักฐาน (Evidence) คือ สิ่ง que ผู้เรียนหามาได้ด้วยวิธีการต่างๆ และเหตุผล (Reasoning) คือ การอธิบายที่เชื่อมโยงว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น การแบ่งส่วนเช่นนี้เป็นการช่วยให้ผู้เรียนยึดเกาะ(hook) กับบทเรียนที่ผู้สอนเตรียมมา สุดท้ายผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ด้วยตนเอง (McNeli ; & Krajcik.2008 : 123)

ประเทศไทยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะในการเรียนวิทยาศาสตร์มาตลอด แต่เงื่อนไขที่มุ่งหวังด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์มากกว่า ทำให้การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจึงเป็นแบบระดับ 1 หรือ 2 จาก 4 ระดับ ระดับ 1 คือ การยืนยัน (Confirmation) ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบที่ทราบกันทั่วไป (Bunterm ; et al. 2014 : 2) ส่วนระดับ 2 คือ การสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Structured inquiry) ผู้สอนตั้งคำถามแก่ผู้เรียน และผู้เรียนทำตามวิธีการที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ ระดับ 3 การสืบเสาะแบบนำทาง (Guided inquiry) ผู้สอนอาจตั้งคำถามและจัดเตรียมข้อมูล สำหรับให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบ แต่ผู้เรียนออกแบบหาคำตอบด้วยตนเอง และระดับ 4 การสืบเสาะแบบอิสระ (Open

inquiry) คือผู้เรียนสำรวจตรวจสอบจากคำถามที่ตนตั้งขึ้นมาเพื่อหาคำตอบ (Bell ; Smetane ; & Binns. 2005) ดังตาราง 5 การตรวจสอบการจัดเตรียมข้อมูลผู้เรียนสำหรับผู้สอน

ตาราง 5 การตรวจสอบการจัดเตรียมข้อมูลผู้เรียนสำหรับผู้สอน

ระดับการสืบเสาะ	คำถาม	วิธีการ	การแก้ปัญหา
ระดับ 1 การยืนยัน (Confirmation)	√	√	√
ระดับ 2 การสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Structured inquiry)	√	√	
ระดับ 3 การสืบเสาะแบบนำทาง (Guided inquiry)	√		
ระดับ 4 การสืบเสาะแบบอิสระ (Open inquiry)			

ที่มา: Bell ; Smetane ; & Binns. (2005). *Simplifying inquiry instruction*. p.32

บุญเต็ม และคณะ (Bunterm ; et al.2014) ศึกษาเปรียบเทียบระดับการสืบเสาะแบบมีโครงสร้างกับแบบนำทาง ที่จัดการเรียนรู้กับนักเรียนไทยเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือระดับ ม.1 -3 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบนำทางทำให้ความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมากกว่าการสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง เพราะการสืบเสาะแบบนำทางมีความยืดหยุ่นในการจัดเตรียมข้อมูลต่างๆจากผู้สอนสูงกว่า โอกาสในการเรียนรู้มากกว่า

ดังนั้นในการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ผู้วิจัยกำหนดกรอบที่ผู้สอนใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในบริบทชั้นเรียนควรใช้ระดับ 2 การสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Structured inquiry) และ ระดับ 3 การสืบเสาะแบบนำทาง (Guided inquiry) เนื่องจากผู้สอนเป็นนักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอนซึ่งประสบการณ์ในการออกแบบการสืบเสาะอาจยังไม่มากพอ และความสามารถของผู้เรียนอาจต้องใช้เวลามากกว่านี้ ซึ่งการสืบเสาะในระดับ 2 และ 3 ถือว่ายอมรับได้

การเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะเป็นฐานเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนโดยตรงในกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจในแนวคิดสำคัญ ครูต้องออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ความเข้าใจเกิดจากผู้เรียน รวมทั้งการใช้พหุคำถามปลายเปิดหรือคำถามที่เกิดจากผู้เรียนย่อมส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยผู้เรียนต้องทำการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบและให้โอกาสผู้เรียนสังเคราะห์ความรู้ใหม่จากความเข้าใจที่เกิดขึ้นขณะเรียนรู้ มี 2 วิธีการสำคัญ คือ

1. เกี่ยวโยงผู้เรียนเข้าสู่หัวข้อที่เรียน (Involving the learner) กล่าวคือ ดึงผู้เรียนให้สนใจและร่วมแสดงความคิดเห็นกับหัวข้อนั้นๆ ทั้งนี้พื้นฐานการเกี่ยวโยงผู้เรียนเข้ามาสู่หัวข้อที่เรียน คือ

สนใจและเฝ้าความสนใจจากผู้เรียน ซึ่งการออกแบบกิจกรรมที่ใช้แนวคิดการสร้างเรื่องราว (Scenario) จากหัวข้อบทเรียนสามารถทำให้เกิดความน่าสนใจได้ในชั้นเรียน ดังนี้

- 1) ประยุกต์ใช้วิธีสร้างเรื่อง (Thematic Approach) และสร้างเค้าโครง (Scenario)
- 2) ใช้ตัวอย่างจริงในการสร้างแนวคิด เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ในชีวิตประจำวัน
- 3) ชั้นเริ่มต้นของแผนการเรียนรู้ สามารถใช้การสาธิตเป็นตัวอย่าง หรือเครื่องมืออื่นๆ ประกอบเรื่องราวร่วม

2. ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจจากผู้เรียน (Understanding from learner) กล่าวคือ เน้นส่งเสริมความเข้าใจในหัวข้อผ่านกิจกรรมเพื่อแสดงความคิดเห็นหัวข้อ และอภิปรายขยายความรู้ความที่เกิดขึ้น สำหรับการส่งเสริมให้เกิดผู้เรียนเกิดความเข้าใจ

(Wiggins ; & McTighe, 1999 citing Lam.2004)

ซึ่งโดยทั่วไปในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย นิยมใช้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 E ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อนำตัวชี้วัดสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E มาเชื่อมโยงจะเกิดเป็นภาพ ดังนี้

ดังนั้น วิธีการที่จะนำผู้เรียนให้เข้าสู่หัวข้อที่เรียน ผู้สอนควรเลือกใช้วิธีการสนใจและเฝ้าความสนใจจากผู้เรียน ซึ่งการออกแบบกิจกรรมที่ใช้แนวคิดการสร้างเรื่องราวจากหัวข้อบทเรียนสามารถทำให้เกิดความน่าสนใจได้ในชั้นเรียน ด้วยวิธีการ ที่สามารถเลือกสรรได้ ดังนี้ 1. ประยุกต์ใช้วิธีการสร้างเรื่อง ให้ผู้เรียนคิดเชื่อมโยง 2. ใช้ตัวอย่างจริงใกล้ตัวในชีวิตประจำวันได้ 3. ใช้การสาธิตเป็นตัวอย่าง หรือเครื่องมืออื่นๆประกอบเรื่องราว

7.5 ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นเรียน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ได้แก่ 1. แนวคิดของ ฟริกซ์และเบลล์ (Flick ; & Bell. 2000) เน้นเตรียมครูวิทยาศาสตร์อนาคตในการใช้เทคโนโลยีตามแนวทางสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษา 2. แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008) เน้นใช้เทคโนโลยีด้านข้อมูลมาเปลี่ยนรูปเพื่อให้เห็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สู่สังคมสาธารณะ 3. แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007) และ 4 หลักการของคิม และฟรีมเยอร์ (Kim ; & Freemyer. 2011) เน้นการบูรณาเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้การบูรณาการส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ร่วมกับลักษณะสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาและเน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของ

ผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์หาลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บูรณาการ ICT ที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะในชั้นเรียนเพื่อพัฒนา TPACK ของครูผู้สอน ดังตาราง 6 การสังเคราะห์ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน



ตาราง 6 การสังเคราะห์ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
1.เทคโนโลยีควรนำสู่บริบทใน เนื้อหาวิทยาศาสตร์ 1.1 ใช้เทคโนโลยีดึงบริบทเข้ามา ศึกษาในเรื่องนั้นๆ หรือใช้ สถานการณ์ในบริบทการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (Cx)	1.การเก็บรวบรวมและ วิเคราะห์ข้อมูล 1.1 ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้การ วิเคราะห์จากข้อมูลและ หลักฐาน ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ ตัดสิน และการ	1.ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุน การสำรวจตรวจสอบอย่าง น่าสนใจและขับเคลื่อนด้วย คำถาม 1.1 ส่งเสริมการคิดและ กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมร่วม ในการสร้างองค์ความรู้ โดยเน้น กลวิธีการแก้ปัญหาระหว่างการ เรียนรู้แบบสืบเสาะที่ใช้เทคโนโลยี (Co , IN)	1. พิจารณาภาพรวมจาก สถานการณ์และบริบทจริง 1.1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ควรนำสถานการณ์จริงและเป็น เรื่องใกล้ตัวตรงประเด็นมาใช้นำ เรื่อง (Cx) 1.2 ใช้คำถามเป็นตัวขับเคลื่อนเพื่อ หาคำตอบ (IN)	1. ใช้ ICT นำสู่บริบท ใน เนื้อหา วิทยาศาสตร์ (Context : Cx) 2. ใช้ ICTแก้ปัญหา และส่งเสริมการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) 3. ใช้ ICT ยกกระดาน ขยายแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์
2. เทคโนโลยีควรร่วมผสมผสาน วิทยาศาสตร์กับกลวิธีสอน อย่างคุ้มค่า 2.1 ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมที่ตรง ประเด็นชัดเจน เช่น ใช้ GLOBE	พิจารณาเปรียบเทียบ (IN) 1.2 ผู้สอนออกแบบกิจกรรม การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ทาง วิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง		2. ส่งเสริมและช่วยให้เกิดการ พัฒนาทักษะการสืบเสาะ 2.1 ในกิจกรรมออกแบบมาเพื่อ พัฒนาทักษะการสืบเสาะของ	

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
สอนเรื่องสภาพอากาศ (data base) (IN , SC)	สัมพันธ์กับข้อมูลวิทยาศาสตร์ (IN)	1.2 ผู้สอนมีคำถามในการตั้ง ผู้เรียนสู่การแก้ปัญหาที่กำหนด ขึ้นด้วย (IN)	ผู้เรียน เช่น การตั้งคำถาม การหา หลักฐาน การอธิบาย การประเมิน และการสื่อสาร (IN)	(Scientific Concept : SC)
2.2 ใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความ เข้าใจ การสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ เช่น ผู้เรียนอ่านกราฟ ทำนายแนวโน้ม วิเคราะห์ อธิบาย และให้เหตุผลของหลักฐาน (IN)	1.3 บทบาทของเทคโนโลยีใช้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจ ข้อมูล และสร้างข้อสรุป อาจ ช่วยยืนยันข้อมูลในหนังสือ (IN)	2. ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุน เสริมต่อการรู้คิดเพื่อการสร้าง ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์	3. ใช้ประโยชน์จากการเสริมต่อ ความรู้ ให้มีประสิทธิภาพมาก ที่สุด	4. ใช้ ICT ร่วมในการ ประเมินความเข้าใจ วิทยาศาสตร์ (Assessment : As)
2.3 ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการทำ กิจกรรม (IN)	2. จินตภาพและการมองเห็น (Imagery and Visualization)	2.1 ผู้สอนควรใช้คำถาม สัญลักษณ์ และหลักฐาน ในหน้า เว็บไซต์ที่สัมพันธ์กับแนวคิด วิทยาศาสตร์ (SC)	3.1 การเสริมต่อความรู้เป็นกลวิธีที่ เพิ่มเติมและแทรกแซงความเข้าใจ ที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน (IN SC อื่นๆ)	5. ใช้ ICT ส่งเสริมการ จัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบร่วมมือ ของ ผู้เรียน (Collaborative:Co)
3. เทคโนโลยีควรรสร้างแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	2.1 ใช้ภาพ แบบจำลอง และ โปรแกรมกราฟิกอื่นๆที่สร้าง ขึ้นมาจากข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจปรากฏการณ์ใน ธรรมชาติ (SI)	2.2 ผู้เรียนทำนาย ทดลอง จำลอง อธิบายยกตัวอย่างที่แสดงการนำ ความรู้ไปใช้ (IN)	3.2 ใช้กระบวนการที่สามารถทำ ให้นักเรียนแก้ปัญหา และทดลอง อย่างมีเหตุผล (IN)	
3.1 ค้นหาอุปสรรคในการจัดการ เรียนรู้ เช่น เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ยาก เชื่อมโยงยาก (SC , AS)		2.3 ผู้สอนออกแบบกิจกรรมเสริม ต่อการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสนใจการ	3.3 นอกจากนี้ รีซเซอร์ (Reiser. 2004 : 275) สนับสนุนให้ใช้ เทคโนโลยีเสริมต่อในรูปแบบ	

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
3.2 ตรวจสอบความรู้เดิมของ ผู้เรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (SC,AS) 3.3 ใช้เทคโนโลยีร่วมอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (SC) 4. จัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี ตรงตามเอกลักษณ์ของ เทคโนโลยี ใช้เทคโนโลยีตามสมรรถนะ และ ได้ประโยชน์ที่เหนือกว่าการไม่ใช้ เทคโนโลยีโดยสิ้นเชิง ดังนี้ 4.1 กรณีเรียนการทดลองใน ห้องปฏิบัติการ เลือกใช้ Virtual Labs และ Demonstrations (SC)	3. การสื่อสารและการ ร่วมมือ 3.1 อาจใช้อินเทอร์เน็ตเป็นอีก ช่องทางในการสื่อสารและ อัปเดตข้อมูลวิทยาศาสตร์ (SC) 3.2 ผู้สอนขยายความสิ่งที่ เรียน สุ่ม โน้ต ศัพท์ ทาง วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนรู้ หากสามารถจัดสรรช่อง ทางการเชื่อมต่อสัญญาณ wifi ทั้งนี้ควรเกิดขึ้นพร้อมกับการ จัดการเรียนรู้ (SC) 4.การศึกษาทางไกลและการ ประเมิน	สำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (IN) 3. ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุน เพื่ออำนวยความสะดวก ร่วมมือสร้างความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ 3.1 เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Co) 3.2 ใช้ประโยชน์ ICT ที่ส่งเสริม การสร้างองค์ความรู้ร่วมกันของ ผู้เรียน (Co) 3.3 จัดการเรียนรู้เหมาะกับ เนื้อหาวิชา อายุผู้เรียน และชั้น เรียนด้วย (IN) 4. การปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เทคโนโลยีกับผู้เรียน	จัดเตรียมซอฟต์แวร์ที่สะดวกและ ง่าย ใช้เครื่องมือพื้นฐาน อนุญาต ให้นักเรียนทำงานได้สำเร็จมากกว่า ที่ต้องทำงานที่มีความยุ่งยากเกิน ตัว และเรียนรู้สิ่งที่ได้จาก ประสบการณ์ (IN)	

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
4.2 กรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน วัฏจักร หรือนามธรรม เลือกใช้ Visualization (SC) 4.3 Simulation ใช้ขยายความเข้าใจ (SC) 4.4 ข้อมูล Real-time data เพื่อการวิเคราะห์กราฟ (SC) 4.5 Interactive software เพื่อประเมินผู้เรียน (SC , AS) 5. จัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีพัฒนาให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ 5.1 ให้ความสำคัญในบทบาทของเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์อย่าง	4.1 อาจใช้อินเทอร์เน็ตหาข่าวสารวิทยาศาสตร์และส่งข่าวสารสู่ไปที่อื่น (SC) 4.2 ใช้เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ ตัดเกรด และสร้างแบบฝึกหัด คำถาม หรือแบบทดสอบแก่ผู้เรียนให้ปฏิบัติ นอกสถานที่ได้ กรณีที่มีความพร้อมทั้งครูและผู้เรียน (AS)	4.1 ใช้การสำรวจตรวจสอบ ขับเคลื่อนด้วยคำถาม ทดสอบ สมมติฐาน ช่วยให้เกิดการสร้างความรู้จากเว็บไซต์ (IN) 4.2 ใช้เทคโนโลยีเสริมต่อความรู้ ด้านมโนทัศน์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (SC) 4.3 ใช้เทคโนโลยีเสริมต่อการรู้คิด ที่จะช่วยให้ผู้เรียนติดตาม กระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจของตนเอง (IN) 4.4 ใช้เทคโนโลยีเสริมต่อ กระบวนการ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้าง ผลงาน (SC)		

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
เหมาะสม ไม่เน้นการใช้เทคโนโลยี จนละเลยธรรมชาติความเป็น วิทยาศาสตร์ (SC) 5.2 ผู้สอนควรเข้าใจบทบาท เทคโนโลยี แม้ไม่ใช่เทคโนโลยีใน กลุ่มวิทยาศาสตร์สามารถตีความ ร่วมเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (SC)	4.5 ใช้เทคโนโลยีเสริมต่อวิธีที่ช่วย ให้ผู้เรียนพบทางเลือกในการ แก้ปัญหา (IN) 5. การปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างการ ใช้เทคโนโลยียกระดับการ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องเสริมต่อกิจกรรมการ เรียนรู้ของผู้เรียน ด้วย 2 แนวทาง สำคัญ ดังนี้ 5.1 จัดเตรียมคำถามที่ท้าทายการ คิดผู้เรียน และโน้มน้าวให้ผู้เรียน สืบเสาะ (IN)			

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
		5.2 ติดตามกระบวนการเรียนรู้ ของผู้เรียน โดยใช้คำถามตาม ความก้าวหน้า (IN) 6. ความเข้าใจบทบาทของ ผู้สอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการสืบเสาะ 6.1 ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก กระบวนการเรียนรู้ (IN) 6.2 ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิม และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ด้วยวิธีต่างๆ (IN) 7. การปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เทคโนโลยีกับผู้สอน 7.1 ควรคำนึงความพร้อม เทคโนโลยี (อื่น)		

แนวทางการเตรียมครู วิทยาศาสตร์ในอนาคตสำหรับ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ เรียนรู้ (Flick ; & Bell. 2000)	แนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008)	แนวคิดของ คิม แฮนนอฟิน และไบรอัน (Kim ; Hannafin ; & Bryan. 2007)	หลักการของคิมและฟรีมเยอร์ (Kim ; & Fremyer. 2011)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึก ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน ชั้นเรียน
7.2 ใช้เทคโนโลยีเว็บไซต์นำมาใช้ ร่วมในกิจกรรมการสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ (IN) 7.3 ควรใช้การประเมินแบบรูปค เป็นการแนวให้ผู้สอนออกแบบ และจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง หลักสูตร (As) 7.4 พิจารณาทบทวนเทคโนโลยี ในการสืบเสาะด้วย (IN)				

สรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ที่จัดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้ ICT อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้

1. ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx) ดังนี้

- 1.1 ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถาม
- 1.2 ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดประเด็น/เรื่องราว/สถานการณ์สมมติใกล้เคียงชีวิตประจำวัน และมีคำถามเชื่อมสู่บริบทเนื้อหา
- 1.3 ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดประเด็น/เรื่องราว/สถานการณ์/สถานที่จริง และมีคำถามเชื่อมสู่บริบทเนื้อหา

2. ใช้ ICT แก้ปัญหาและส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) ดังนี้

- 2.1 ใช้ ICT กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน เช่น เกิดคำถาม ข้อสงสัย
- 2.2 ใช้คำถามขับเคลื่อนให้ผู้เรียนนำสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนใช้ ICT ร่วมเพื่อหาคำตอบ
- 2.3 ใช้ ICT อำนวยให้เกิดการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนมีบทบาท เก็บรวบรวมข้อมูล (สำรวจข้อมูล) (scientific database) วิเคราะห์ ตีความข้อมูล และอธิบายเหตุผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ทั้งกรณีที่เป็นการสำรวจตรวจสอบโดยการสังเกต (Observation Investigation) และการสำรวจตรวจสอบโดยการทดลอง (Experiment Investigation) ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.4 ใช้ ICT อำนวยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสื่อสารหาข้อสรุปจากหลักฐาน
- 2.5 ใช้ ICT เสริมต่อการรู้คิดที่ช่วยติดตามกระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้เรียน

3. ใช้ ICT ยกระดับการขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC) ดังนี้

- 1.1 ใช้ ICT ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
- 1.2 ใช้ ICT นำเสนอเชื่อมโยงจากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบสู่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน

- 1.3 ใช้ ICT แก้ปัญหาที่การสอนเดิมกระทำไม่ได้ และมีส่วนร่วมในการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เลือกพิจารณาหัวข้อเนื้อหา ดังนี้ กรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน วัฏจักร หรือนามธรรม เลือกใช้ Visualization techniques ใช้ Simulation ใช้ขยายความเข้าใจเนื้อหาเชิงกายภาพ ใช้ข้อมูลที่เป็น Real-time data เพื่อการวิเคราะห์กราฟ เช่น เครื่องตรวจจับต่างๆ และเลือกใช้ Interactive software ตรวจสอบและอธิบายเพิ่มเติมแก่ผู้เรียน
- 1.4 ใช้ ICT หลากหลายทั้งในกลุ่มวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ในการตีความร่วมกันเพื่อให้เห็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี
- 1.5 ใช้จินตภาพและการมองเห็น (Imagery and Visualization) ภาพ แบบจำลอง และโปรแกรมกราฟิกอื่นๆที่สร้างขึ้นมาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนความเข้าใจปรากฏการณ์ในธรรมชาตินอกเหนือจากบทเรียนของผู้เรียน
2. ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As) ดังนี้
 - 2.1 ใช้ ICT เพื่อการประเมินการเรียนรู้ โดยสร้างแบบฝึกหัด คำถาม เกม หรือแบบทดสอบแก่ผู้เรียนระหว่างเรียน
 - 2.2 ใช้ ICT ที่หลากหลายในการประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียน
 - 2.3 ใช้ ICT ในรูปแบบโปรแกรมซอฟต์แวร์เฉพาะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ประเมินความเข้าใจผู้เรียน
5. ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative:Co) ดังนี้
 - 5.1 ใช้ ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน
 - 5.2 ใช้ ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุนการสร้างชิ้นงานร่วมกับผู้เรียน

7.6 สรุปขอบเขตและนิยามตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

จากลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ที่จัดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้ ICT อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ผู้วิจัยจะนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดการประเมินความรู้ TPACK

จากธรรมชาติความรู้ TPACK เป็นความรู้ในลักษณะของการบูรณาการและผสมผสานความรู้ ซึ่งก่อนหน้านี้ได้กำหนดและให้นิยามองค์ประกอบ PCK แล้ว ตามมาด้วยการสังเคราะห์ลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT อย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดการประเมินความรู้ TPACK ของผู้สอนต่อไป ยังเหลือการให้นิยามและกำหนดองค์ประกอบของ TCK และ TPK ซึ่งจากงานวิจัยของ คาวานาห์ และโคห์เลอร์ (Cavanagh ; & Koehler.2013) ศึกษาเกณฑ์ในการวัด TPACK พบการจัดโครงสร้างเพื่อวัด TPACK ซึ่งยึดตามรูปแบบสำหรับการสอนครูสำหรับอนาคต กล่าวคือ TPACK เป็นระดับการพิจารณาการใช้ ICT เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ขณะที่ TPK และ TCK พิจารณาการใช้ ICT สนับสนุนการจัดการสอน ดังตาราง 7 มิติเหตุผลการใช้งาน TPK และ TCK

ตาราง 7 มิติเหตุผลการใช้งาน TPK และ TCK

มิติตามกรอบแนวคิดใน องค์ประกอบ TPACK	ระดับ : พิจารณาเหตุผลที่วางใจ เลือกใช้ ICT	ระดับ : พิจารณาเหตุผลการใช้ประโยชน์ ของ ICT
TPACK	สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน	สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน
TPK , TCK	สนับสนุนการสอน	สนับสนุนการสอน

ที่มา: Cavanagh ; & Koehler. (2013). Cavanagh,R.F.; & Koehler,M.J. (2013). A Turn toward Specifying Validity Criteria in the Measurement of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). P.135

จากตารางจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของ TCK และ TPK เป็นมุมมองที่พิจารณาการเลือกใช้ ICT เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการสอนของผู้สอน ซึ่งเป็นเหตุผลผู้สอนเอง ที่บางครั้งอาจไม่ปรากฏในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสังเกตเห็นได้ และหากผู้สอนไม่ได้เขียนเหตุผลของการเลือก ICT ในแผนการจัดการเรียนรู้ ก็จะไม่สามารถเห็นได้เช่นกัน ดังนั้นการประเมินความรู้ด้าน TPK และ TCK จึงสามารถประเมินจากการสัมภาษณ์ถึงเหตุผลในมุมมองของการเลือกใช้ ICT

จากงานวิจัยของ แม็คครอรี่ (McCrory.2008 : 193-206) ว่าด้วยประเด็นบทบาทในการเลือกใช้เทคโนโลยีในหัวข้อวิทยาศาสตร์ ที่เลือกใช้เทคโนโลยีในเหมาะกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ยากต่อความเข้าใจ และต้องการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องพิจารณาเหตุผลของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในชั้นเรียนเพื่อประโยชน์ตามเนื้อหาที่สอน เช่น เนื้อหาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากหรือซ้ำมาก เช่น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ใช้เทคโนโลยีแบบจำลอง (simulation of natural events) เป็นเนื้อหาที่เป็นวัฏจักรซับซ้อน เช่น วัฏจักรของสาร ใช้แบบจำลองและนำเสนอหลากหลายมิติ (model simulation , dynamic representation , multiple linked representation) เป็นเนื้อหาที่มีการเก็บข้อมูลยากลำบาก ให้แสดงข้อมูล (database) เป็นเนื้อหาที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลเวลาจริง เช่น แผนที่อากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ใช้ (real-time data) และ เว็บไซต์ที่มีเนื้อหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เช่น ปริมาณน้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลทางดาราศาสตร์ เป็นต้น

ดังนั้น ความรู้ในเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Content Knowledge : TCK) หมายถึง ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับเนื้อหา โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาจากการพิจารณาธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ในเนื้อหาตามหลักสูตร และซอฟต์แวร์วิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความรู้นี้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน

ส่วนความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge : TPK) หมายถึง ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับการสอนความรู้ในเลือกใช้เทคโนโลยีกับการสอน โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาใช้อำนวยความสะดวกในการจัดการสอนอย่างราบรื่น พิจารณาจากวิธีสอน ลำดับการใช้งาน กระตุ้นความสนใจและการประเมินผู้เรียน ซึ่งตรวจสอบความรู้นี้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน

สรุปนิยามตามองค์ประกอบ TPACK สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ตาราง 8 สรุปนิยามองค์ประกอบ TPACK สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน

ตาราง 8 สรุปนิยามองค์ประกอบ TPACK สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน

องค์ความรู้การบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามกรอบ TPACK	ความหมาย
ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge : CK)	องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Body of Knowledge) แบ่งความรู้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1. มโนทัศน์ในธรรมชาติ (Naturalistic concepts) เป็นได้ทั้งข้อเท็จจริงและหลักการทั่วไปที่ทดสอบได้โดยง่าย เน้นจากการสังเกต หรือพิสูจน์จากการทดลองเพื่อตรวจสอบความจริง 2. กฎ (The Laws) เป็นหลักการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อันเป็นเหตุและผล พิสูจน์แล้วเป็นจริง และอาจเขียนสมการแทนได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดลองในชั้นเรียนเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร 3. ทฤษฎี (Theory) เป็นคำอธิบายที่ใช้อธิบายความจริงใดๆด้วยเหตุและผล ความรู้ทั้ง 3 ชนิดสามารถพิจารณาได้จากสาระสำคัญของแนวคิดหลัก (Big Idea) ในการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้หัวข้อ
ความรู้ทั่วไปด้านการสอน (Pedagogy Knowledge : PK)	ความรู้ในการสอนทั่วไปที่อำนวยความสะดวกในการสอน การเข้าใจผู้เรียน การควบคุมชั้นเรียนและกลวิธีสอน (Lin ; & et al.2013)
ความรู้ในด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge : TK)	1. ICT ประเภทเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายและฉาก และซอฟต์แวร์ทั่วไปในระบบปฏิบัติการ) 2. ICT ประเภทสื่อที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจในศัพทวิทยาาสตร์ เช่น ประเภทสื่อจำลอง Simulation ฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์ (Data-based)เว็บไซต์จากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา 3. ICT ประเภทสืบค้นและแนะนำแหล่งเรียนรู้
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge : PCK)	ความรู้ความเข้าใจของผู้สอนด้านการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในศัพทวิทยาาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ความรู้การบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามกรอบ TPACK	ความหมาย
	1) ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลัก คือ การที่ผู้สอนรู้ความต้องการในตัวชี้ในหัวข้อเนื้อหาตามหลักสูตร และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตอบสนองตัวชี้วัด 2) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา คือ การที่ผู้สอนใช้กลวิธีการเรียนที่เน้นการสำรวจตรวจสอบตามแบบการสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในทศน์และที่มาของมโนทัศน์ตามเนื้อหา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการที่สามารถตรวจสอบความรู้เดิม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมโนทัศน์ที่ยากเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาความสอดคล้องร่วมกับวิธีการสอน รูปแบบการประเมินผู้เรียนรายคน/รายกลุ่ม และหลักฐานการเรียนรู้
ความรู้ในเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Content Knowledge : TCK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับเนื้อหา โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาจากการพิจารณาธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ในเนื้อหาตามหลักสูตร และซอฟต์แวร์วิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความรู้ที่จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน
ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge : TPK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับกลวิธีสอน โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาใช้อำนวยความสะดวกในการจัดการสอน พิจารณาจากควบคุมชั้นเรียน วิธีสอน ลำดับการใช้งาน กระตุ้นความสนใจและการประเมินผู้เรียน ซึ่งตรวจสอบความรู้ที่จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	ความรู้ของผู้สอนที่ใช้ ICT แก้ปัญหา ยกระดับ และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในทศน์วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้

องค์ความรู้การบูรณาการ ICT
ในการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ตามกรอบ
TPACK

ความหมาย

1. ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx)
2. ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN)
3. ใช้ ICT ส่งเสริมการสร้างและขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC)
4. ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As)
5. ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative: Co)

บริบทเทคโนโลยีชั้นเรียน

บริบทโครงสร้างทางกายภาพตามความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียน มีคอมพิวเตอร์ 1 ต่อชั้นเรียน 1 ห้อง (1:1) ฉากรับภาพ 1 เครื่อง และเครื่องฉายภาพ 1 เครื่อง สำหรับจัดการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียน เจ็อนโซบริบทเทคโนโลยีชั้นเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนในการบูรณาการ ICT ดังนั้น บทบาทของผู้สอน คือ เตรียมการเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน และปฏิบัติการสอน (Enact in classroom) สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน (Whole-class) ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน ในรูปแบบของ database, simulation , multiple linked representation ที่แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projectors) และเน้นการขับเคลื่อนและสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญให้เกิดแก่ผู้เรียน

8. รูปแบบการพัฒนา TPACK สำหรับครูและนักศึกษาครู

8.1 หลักการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู

หลักการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาครู จำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน เพื่อเป็นกรอบการพัฒนาแนวคิดในการบูรณาการองค์ความรู้ของ TPACK (Kafyulilo. 2012 : 107) ทั้งนี้ นำสู่แนวทางกำหนดและพัฒนาโปรแกรมการอบรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจการบูรณาการเทคโนโลยีให้เข้ากับเนื้อหาและวิธีการสอนในชั้นเรียน โดยเน้นให้มีความรู้และส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ระบุขอบเขตองค์ความรู้ทั้งในเนื้อหา (Content) ความรู้ในวิธีสอน (Pedagogy) และความรู้ในเทคโนโลยี (Technology) อย่างชัดเจนและเหมาะสมกับสภาพบริบทชั้นเรียนจริง (Jimoyiannis. 201 : 605 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1302)
2. จัดกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในแนวคิดTPACK เพื่อการประยุกต์ใช้ เน้นให้นักศึกษาครูรับรู้และเข้าใจภาพรวมแนวคิด โดยใช้กลวิธีและเทคนิคต่างๆ (Jimoyiannis. 2010 : 605 ; Kafyulilo. 2012 : 100 ; Niess. 2005 : 519 ; So & Kim. 2009 : 113 ; Hechter et.al. 2012 : 140 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1302) 3.สาธิตการใช้ความรู้เพื่อการบูรณาการ ICT
3. มีการสาธิตตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย และกลวิธีการสอนที่ส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนา PCK (Niess.2005 : 519 ;Jang & Chen. 2010 : 562 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1302)
4. จัดกิจกรรมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามบริบทจริง เน้นให้คำแนะนำในการวางแผนการเรียนรู้และเรียงลำดับความต่อเนื่องการจัดการเรียนการสอน คำนึงถึงทรัพยากรเทคโนโลยีที่มี ระดับชั้นผู้เรียนและความพร้อมของโรงเรียน (Kafyulilo. 2012 : 99 ; Niess. 2005 : 519 ; Mishra.2005 : 134 ; Niess. 2008 : 248 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Hechter et.al. 2012 : 148 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1302 ; Angeli ; & Valanides.2009 : 160)
5. กำหนดให้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการเชื่อมโยงความรู้ ลำดับการคิด และบูรณาการความรู้อย่างเป็นรูปธรรม (Jimoyiannis. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; Niess.

2005 : 519 ; Jang & Chen. 2010 : 562 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1303 ; Angeli ; & Valanides.2009 : 160)

6. จัดกิจกรรมการแสดงแนวคิด และนำเสนอผลงานที่ลงมือทำนั้นๆ เช่น ตัวอย่างการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ (Niess. 2005 : 513 ; Jang & Chen. 2010 : 562 ; So & Kim. 2009 : 111)
7. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนา TPACK ในการอบรมทั้งครูและนักศึกษาต้องมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative Learning) (Jimoyiannis. 2010 : 603 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1312)
8. มีกิจกรรมสะท้อนความรู้ ผลงานที่ลงมือทำและแนวคิดที่เกิดขึ้นตามขอบเขต TPACK ทั้งในส่วนตนเอง และรับฟังผู้อื่น (Jimoyiannis. 2010 : 605 ; Niess. 2005 : 513 ; Jang & Chen. 2010 : 556 ; So & Kim. 2009 : 112 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1310)
9. การตรวจสอบผลลัพธ์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการนำเสนอ การสาธิต การปฏิบัติ จำเป็นมากในการจัดการอบรมเพื่อพัฒนา TPACK ให้ประสบผลสำเร็จ อีกทั้งวิธีการที่นำมาใช้ ต้องทำง่ายและส่งเสริมการสอนจริง (Alsofyani at et.2012: 27)

8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา TPACK

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) มีหลายรูปแบบทั้งที่พัฒนากับครูประจำการและนักศึกษาครูในสาขาการสอนวิชาต่างๆ โดยได้มีผู้ศึกษาเพื่อค้นหากิจกรรม วิธีการ โปรแกรม และหลักสูตรที่สามารถพัฒนาความสามารถใน TPACK ของครูได้ ในบริบทแตกต่างกัน โดยผู้วิจัยขอนำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริม TPACK ภายใต้ขอบเขตที่พัฒนากับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ทั้งในขณะเป็นหลักสูตรรายวิชา และหลักสูตรการฝึกอบรมระยะสั้น ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละงานวิจัยดังต่อไปนี้

ฮูและฟายเฟ (Hu and Fyfe. 2010 : 184 - 189) ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรใหม่ที่มีต่อความสามารถด้าน TPACK ของนักศึกษาครู ซึ่งในหลักสูตรนี้จัดเป็นหลักสูตรประเภทรายวิชา ใช้เวลาในหลักสูตรทั้งหมด 12 สัปดาห์ ได้มีการอภิปรายหลักการออกแบบและกระบวนการนำไปทดลองใช้ จุดเด่นของหลักสูตรคือการประยุกต์นำหลัก TPACK ไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT ของนักศึกษาครู โดยใช้แบบสำรวจที่พัฒนาและปรับปรุงมาจาก Schmidt et al. (2009) พบว่า TPACK เกิดจากอิทธิพลของ 3 องค์ความรู้ คือ

- 1) Pedagogical Content Knowledge : PCK (Shulman. 1986) ต้องเน้นพัฒนาและสร้างความเข้าใจกับนักศึกษาครูให้สามารถหาวิธีการและถ่ายทอดเนื้อหาแก่ผู้เรียน
- 2) Technological Content Knowledge : TCK : นักศึกษาครูต้องรู้ชนิดเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวิธีการสอน
- 3) Technological Pedagogical Knowledge : TPK : นักศึกษาครูสามารถเลือกใช้ ICT บนพื้นฐานความสามารถของเทคโนโลยี (affordance) โดยเหมาะสมกับความต้องการหรือวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

ฮูและฟายเฟ (Hu ;& Fyfe.2010) อธิบายบทบาทกิจกรรมขององค์ประกอบ TPACK ว่า ด้าน PCK นักศึกษาได้เชื่อมโยง ICT กับเนื้อหาวิชาที่กำหนด ด้าน TCK ต้องสาธิตตัวอย่าง ICT ที่มาแหล่งการจัดการเรียนรู้ และด้าน TPK ให้นักศึกษาทำงานเป็นคู่สำรวจ ICT แล้วตัดสินใจเลือกและระบุได้ว่าจะใช้เครื่องมือใดให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ ผลการใช้หลักสูตรพบว่า ระดับการรายงานตนเอง (self-reported) ของนักศึกษาครูในด้าน TPACK เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ พบว่า การที่นักศึกษาเข้าใจกรอบ TPACK จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

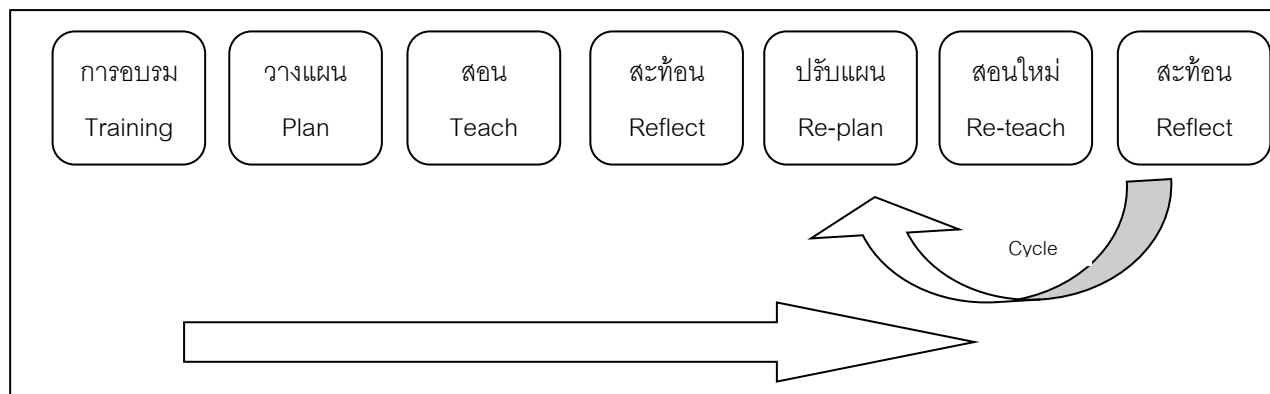
โกห์และดิวารัน (Koh and Divaharan. 2011 : 35 - 58) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีของนักศึกษาครูผ่านรูปแบบการสอนที่พัฒนา TPACK ซึ่งหลักสูตรนี้ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1-3 เป็นการทดสอบความรู้ก่อนเข้าร่วมหลักสูตร สัปดาห์ที่ 4 - 7 ใช้วิธีแนะนำ และส่งเสริมการใช้ ICT ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยให้นักศึกษา (TPK) โดยสัปดาห์ที่ 7 เป็นการสะท้อน TPACK (Reflection) สัปดาห์ที่ 8 เป็นการอธิบาย สาธิตการใช้เทคโนโลยี (TK) ซึ่งกำหนดเทคโนโลยีเป็นกระดานอัจฉริยะ (Interactive Whiteboard) และใช้รูปแบบการสอนโดยยกตัวอย่างเนื้อหาวิชาและการใช้เทคโนโลยีในการสอนวิชานั้นๆจัดเป็นองค์ประกอบทั้ง TCK และ TPK ช่วงท้ายสัปดาห์จัดให้มีการสะท้อน TPACK เช่นเดียวกันสัปดาห์ที่ 9-10 เป็นการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเนื้อหาบทเรียน (TPACK) โดยให้นักศึกษาครูจับกลุ่มๆละ 3-4 คนออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้มา 3 ตัวอย่างที่ใช้กระดานอัจฉริยะในการเรียนรู้ สัปดาห์ที่ 10 ให้มีการสะท้อน TPACK และในสัปดาห์ที่ 12 มีการทดสอบความรู้หลังเข้าร่วมหลักสูตร ซึ่งรูปแบบการสอนนี้ออกแบบเพื่อการพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครูจำนวน 74 คน และจากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ พบว่า นักศึกษาครูมีการพัฒนาใน TPACK สูงขึ้นตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลสะท้อนท้ายสัปดาห์ นักศึกษาครูมีการพัฒนาด้านความรู้ในเทคโนโลยี (TK) และความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK) นอกจากนี้เน้นการอธิบายและสาธิตการสอนที่ในเนื้อหาวิชา การวิจารณ์ผลงาน และการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนอาจส่งผลให้พัฒนา TPACK ได้ อีกทั้งให้ความสำคัญและเน้นย้ำให้เข้าใจ PCK

เพราะนิสิตครูยังไม่มีประสบการณ์ในการสอนในโรงเรียนจริง ดังนั้นเมื่อนำผลการศึกษาและวิเคราะห์มาพิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข สามารถสรุปเป็นรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา TPACK ได้ดังนี้ ระยะเวลาที่ 1 พัฒนา TK / TPK สังเกตตัวอย่าง สาธิตเทคนิควิธีการ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ระยะเวลาที่ 2 ส่งเสริมและพัฒนา TPK / TCK / TPACK คือ วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม และ ระยะเวลาที่ 3 ส่งเสริมและพัฒนา TPACK ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และสะท้อนความรู้

จาง และเชน (Jang and Chen. 2010 : 553 – 564) ได้พัฒนาหลักสูตรรูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Transformative model) การบูรณาการเทคโนโลยีและการแนะนำช่วยเหลือแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer coaching) เพื่อพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบและระบบออนไลน์นี้ได้รับการออกแบบเพื่อใช้เป็นหลักสูตรครุวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 12 คน อายุระหว่าง 19-27 ปี จาก Science College at the University ซึ่งทั้งหมดสนใจที่จะเป็นครุวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาอนาคต งานวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลจากการเขียนส่งงานทางออนไลน์ อนุทินสะท้อนแนวคิดในแต่ละครั้งที่เข้าเรียน วิดีโอเทปและการสัมภาษณ์ โดยหลักสูตรเป็นหลักสูตรรายวิชา ระยะเวลา 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาทั้งหมด 36 ชั่วโมงสำหรับการเรียนรู้หลักสูตร A transformative model of TPACK-COPR โดยการดำเนินของหลักสูตรเป็นแบบพบปะทำกิจกรรม และเป็นแหล่งเรียนรู้ออนไลน์หัวข้อ TPACK system เป็นเว็บไซต์ที่นำไปใช้ในหลักสูตรนี้ จัดเป็นเครื่องมือออนไลน์และเก็บหลักฐาน ภายในระบบออนไลน์ประกอบด้วยเนื้อหา สไลด์ และแหล่งอ้างอิง กำหนดระบบออนไลน์นี้เป็นพื้นที่อภิปราย และเป็นเครือข่ายการเรียนรู้ที่ให้การช่วยเหลือผ่านเว็บ และมีกิจกรรมแบบปะพบเรียนรู้ร่วมกัน โดยจับกลุ่มๆละ 4 คน ได้ 3 กลุ่ม มีงานที่มอบหมาย โดยผู้สอนผู้ออกแบบหลักสูตรประเมินทั้งรายกลุ่มและเดี่ยว หลักสูตรนี้ใช้รูปแบบ TPACK-CORD ซึ่งประกอบด้วย 4 วัฏจักรกิจกรรมหลัก ดังนี้ 1) C : Comprehension of TPACK คือความรู้ความเข้าใจในTPACK 2) O : Observation of instruction คือ การสังเกตการจัดการเรียนการสอน 3) P : Practice of TPACK คือ การปฏิบัติการสอนในกรอบTPACK และ 4) R : Reflection of TPACK คือ การสะท้อนความรู้ความสามารถในTPACK โดยในหลักสูตรฝึกอบรมนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วย 4 ขั้น คือ 1) ขั้น Peer-coaching ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานและหลักการ รวมถึงวิธีการสอนที่ต้องใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ขั้นการบูรณาการ TPACK จัดการเรียนรู้บูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปสู่การปฏิบัติการสอน โดยสังเกตการณ์สอนจากครุวิทยาศาสตร์ 3) ขั้นการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีเทคโนโลยีเป็นฐานและประยุกต์เข้ากับการปฏิบัติการสอนจริง และ 4) ขั้นปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครูแต่ละคนผ่านการอัดเทปวิดีโอ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แนวคิด อภิปรายรูปแบบการสอนของ

แต่ละคน เป็นการสะท้อนความรู้ความสามารถของตนเอง (self-reflection) พบว่า แบบจำลองของหลักสูตรนี้ช่วยส่งเสริมการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาที่เข้าอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ จุดเด่นของแบบจำลองในหลักสูตรฝึกอบรมนี้คือการสร้างความรู้เริ่มต้นสำหรับนักศึกษาที่ไม่มีประสบการณ์และเหมาะสมกับเนื้อหาที่มีลักษณะนามธรรมเข้าใจยากเป็นอุปสรรคในการถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนที่ใช้กลวิธีการสอนแบบเดิมๆ และยังได้วิเคราะห์ และอภิปรายสู่การขยายความในองค์ประกอบของความรู้ TPACK อีกด้วย ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งคือเพิ่มโอกาสและประสบการณ์ให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมทักษะการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียน สะท้อนความรู้ความสามารถผ่านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ การสาธิตการสอนจากการบันทึกวิดีโอเทป และการบันทึกอนุทินส่วนบุคคล สิ่งเหล่านี้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันและประเมินความรู้ความเข้าใจใน TPACK ของนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

คาฟูยูลิโล (Kafyulilo. 2012 : 99 – 107) ได้พัฒนากิจกรรมให้สัมพันธ์กับการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถและความเชื่อมั่นของการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนของนักศึกษาครูในซานตาเนีย กล่าวคือ เขาศึกษาแนวทางในการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 29 คน และผู้สอนอีก 4 คน ซึ่งในโปรแกรมหลักสูตรเน้นการมีส่วนร่วม โดยกระบวนการอบรมในหลักสูตรนี้เขาใช้วัฏจักรการอบรมที่อ้างอิงของ ปีเกอร์ (Peker. 2009) ที่มุ่งเน้นให้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองสอนแบบจุลภาคและให้เพื่อนร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนสอนจริงในชั้นเรียน ซึ่งวัฏจักรนี้ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 4 หลัก 1. การอบรม(บรรยายความรู้เกี่ยวกับ TPACK) 2. วางแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมกันเป็นกลุ่ม 3. การสอนแบบจุลภาคโดยมีการบันทึกวิดีโอเทป 4.สะท้อนผลการสอนโดยเพื่อนจัดเป็นการพัฒนาความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยี นำผลการสะท้อนและความคิดเห็นมาปรับแก้แผน นำแผนที่แก้แล้วไปสอนอีกครั้ง และสะท้อนการสอน เรียงเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งการสะท้อนขั้นสุดท้ายแล้ววนกลับไปสู่การปรับแก้แผนจัดเป็นวัฏจักร ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการในกิจกรรมหลักสูตรของ คาฟยูลิโล (Kafyulilo. 2012) อ้างอิงจาก ปีเกอร์ (Paker. 2009)

ที่มา: กระบวนการในกิจกรรมหลักสูตรของ คาฟยูลิโล (Kafyulilo. 2012) อ้างถึงใน ปีเกอร์ (Paker. 2009)

หลักสูตรอบรมนี้ใช้ระยะเวลาในช่วง 1 เดือนสุดท้ายก่อนการจบหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นหลักสูตรสำหรับการเตรียมความสามารถของนักศึกษาครูใน TPACK กระบวนการวิจัยใช้แบบสอบถามที่พัฒนาจาก Schmidt (2009) มาประเมินความสามารถ TPACK ของนักศึกษาทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมตามหลักสูตร และมีกิจกรรมในหลักสูตร 4 กิจกรรมแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 วิชาฟิสิกส์จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เป็นการใช้เคลื่อนไหวจำลองการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่าย ระยะเวลา และจำนวนการแกว่ง กลุ่มที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการคำนวณรัศมีและระยะ โดยการใช้สัญลักษณ์ที่สามารถวาดในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และคำนวณได้ กลุ่มที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการใช้แผนภูมินำเสนอข้อมูลที่ใช้โปรแกรม Excel กลุ่มที่ 4 วิชาชีววิทยาจัดทำกิจกรรมที่ 4 เป็นการใช้สื่อเคลื่อนไหวจำลองการสร้าง DNA และการส่งผ่าน RNA ในไรโบโซม โดยในกิจกรรมหลักสูตรได้เชิญผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT มาอบรมเป็นวิทยากร ผลการใช้หลักสูตรพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามบริบทสภาพจริงที่เน้นการมีส่วนร่วม เช่น การอบรม การสอนแบบจุลภาค การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการสะท้อนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นนี้ ส่งผลต่อการพัฒนา TPACK ผลของกิจกรรมในหลักสูตรนี้สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถและความเชื่อมั่นในการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนหลังการอบรมสูงขึ้นกว่าก่อนอบรม นอกจากนี้ยังเสนอว่า ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาความสามารถใน TPACK พบว่า ขั้นตอนของการอบรมเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความเข้าใจในแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีและแนวคิดของ TPACK ทั้งหมด หากการจัดอบรมสามารถออกแบบให้มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการอย่าง

เป็นระบบเกี่ยวกับ TPACK ก็ยิ่งเพิ่มพูนความรู้ ทักษะและความสามารถให้กับนักศึกษาผู้ไม่มีประสบการณ์ในการสอนหรือการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนได้ โดยเฉพาะขั้นตอนของการสะท้อนผลความรู้เป็นกุศโลบายกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เข้าร่วมอบรมจำเป็นต้องคิดตามเพื่อแสดงความคิดเห็นในการสอนจุลภาค ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างเล็งไม่ได้อะไรและคำนึงต่อยอดถึงกลวิธีหรือวิธีการที่ให้อาจารย์แนะเพื่อให้การเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีดีขึ้น

โซและคิม (So and Kim. 2009 : 101: 113) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบความซับซ้อนและอุปสรรคการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครู ในบริบทร่วมระหว่างการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) และ ICT ศึกษาแก่นักศึกษาครูจำนวน 95 คน ในสิงคโปร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรอบรมนี้มีระยะเวลา 12 สัปดาห์ เป็นนักศึกษาครูทั้งจากสาขาประถม 50 คน และมัธยมศึกษา 45 คน เป็นผู้หญิง 66 คน และชาย 29 คน ทั้งหมดมีอายุเฉลี่ย 26.4 ปีและมีประสบการณ์ในการสอนในโรงเรียนมาบ้าง โดยกระตุ้นให้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative lesson design) ซึ่งพวกเขาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านการสอนเกี่ยวกับ PBL สู่การออกแบบการบูรณาการเทคโนโลยีในแผนการเรียนรู้วิชาที่ตนเองสอน โดยการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ผลจาก 2 แหล่งหลัก คือ 1. การสำรวจ เป็นการสำรวจจากข้อมูลสถิติทั่วไป (เพศ อายุ ประสบการณ์การสอน วิชาและโรงเรียนที่เคยสอน ความเข้าใจด้าน PBL) 2. ผลงานที่เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งออกแบบเป็นชุดการเรียนรู้ ประเมินตามมาตรฐานประเมินค่า 5 ระดับ ซึ่งรายการประเมิน มี 2 ส่วน ได้แก่ 1) ออกแบบด้านการสอน และ 2) ออกแบบด้านเทคโนโลยี ผลปรากฏว่า จากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้มีการเลือกใช้ระหว่างเครื่องมือเทคโนโลยี เนื้อหาที่น่าสนใจ และกลวิธีการสอนไม่เหมาะสมกัน และมีความสับสนในการ PCK สู่การออกแบบที่มีการสอนแบบบูรณาการเทคโนโลยีในแผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาประสบความสำเร็จในการทำและมีอุปสรรค คือ 1. สภาพบริบททั่วไปและปัญหาในการเลือกหัวข้อเนื้อหา 2. การค้นพบและบูรณาการเครื่องมือเทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กับนักเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3. การออกแบบชิ้นงานที่ขาดความสมดุลระหว่างครูผู้แนะนำกับนักเรียน จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะสรุปจาก 2 หลักการ เพื่ออธิบายอุปสรรคเหล่านี้ คือ 1. ขาดความละเอียดในการเชื่อมโยงระหว่างความเชื่อ ความรู้ และการปฏิบัติ และ 2. ขาดความรู้ความเข้าใจในบทบาทที่เหมาะสมสำหรับการสอนเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับ PBL

อเลียร์ และวูกต์ (Alayyar and Voogt. 2012 : 1298 – 1316) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนา TPCK กับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ส่งเสริมจากการเรียนรู้แบบผสมผสาน ซึ่งเขาได้ออกแบบหลักสูตรอบรมเพื่อศึกษาการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครู ในประเทศคูเวตสำหรับการบูร

ณาการ ICT ซึ่งนักศึกษาได้ทำงานเป็นทีมเพื่อออกแบบการใช้ ICT เพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่พวกเขาเผชิญระหว่างการอบรม การออกแบบวิจัยครั้งนี้แบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือกลุ่มที่ 1 ได้รับการดูแลอบรม ซึ่งแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ (Human Support) 3 ท่าน คือด้าน ICT 1 ท่าน ศาสตร์การสอน 1 ท่าน และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และกลุ่มที่ 2 ได้รับการอบรมแบบผสมผสาน (Blended Support) ใช้วิธีการเข้าเรียนรู้ในระบบออนไลน์ (Online Support) โดยนักศึกษาที่แบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักจะมี 3 กลุ่มย่อย (Human Support 1 กลุ่ม และ Blended Support 2 กลุ่มแต่อาจารย์ผู้สอนคนละคน) วิธีการเรียนรู้ในระบบออนไลน์ใช้โปรแกรม Moodle ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ที่มีเนื้อหา สาคิต และตัวอย่าง และ URL ที่เชื่อมโยงไปยัง ICT ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และมีการสนทนา Chat room กับผู้เชี่ยวชาญด้วย เพื่อขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้วย กลุ่มที่ 2 จะแบ่งปันเอกสารข้อมูล อภิปรายผล สะท้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และตอบคำถามทุกสัปดาห์ผ่านระบบออนไลน์ หลักสูตรนี้จัดเป็นหลักสูตรรายวิชาสัมมนาทางการศึกษา แบ่งนักศึกษาจำนวน 78 คน ออกเป็น 3 กลุ่ม มีอาจารย์สอน 2 คน กล่าวคือ โดย Human Support เข้าชั้นเรียนทุกสัปดาห์ เพื่อตอบคำถาม สะท้อนแนวคิดของตนเอง จากเพื่อนในกลุ่ม และอภิปรายร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ สำหรับกลุ่มนักศึกษาจำนวน 31 คน ที่ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดย Blended Support ทั้ง 2 กลุ่ม ร่วมกิจกรรมตอบคำถาม ทำงาน สะท้อน และอภิปรายผ่านระบบออนไลน์ และถามคำถามหรือขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญผ่านข้อความ C หลักสูตรนี้มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังอบรมหลักสูตร (pre-test post-test design) เพื่อ ติดตามพิจารณาด้านเจตคติ ICT ทักษะ ICT และ TPACK โดยใช้แบบประเมิน และคำถามที่สะท้อน TPACK ประเมินกับนักศึกษาครู ถาม 2 ประเด็น คือ ความเข้าใจของ TPACK และความสามารถในการประยุกต์ใช้ TPACK ในชีวิตจริง พบว่า รายงานพัฒนาตนเองใน TPACK (Self-reported TPACK) มีเจตคติต่อ ICT ทักษะ ICT เพิ่มขึ้นทั้ง 3 กลุ่ม อย่างไรก็ตามนักศึกษากลุ่มที่ 2 และ 3 ที่มีการเรียนรู้แบบผสมผสานรายงานว่า ความรู้ในด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK) เจตคติต่อ ICT ที่ใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการสอนและสร้างสื่อการเรียนรู้ และมีความเพลิดเพลินกับ ICT สูงกว่านักศึกษาในกลุ่มที่ 1 ดังนั้น สรุปได้ว่ารูปแบบหลักสูตรการอบรมที่มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานจากระบบออนไลน์และผู้เชี่ยวชาญส่งเสริมการพัฒนา TPACK ของนักศึกษา

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (Niwat Srisawasdi. 2012 : 3235 -3243). ได้ศึกษาบทบาทของ TPACK ในชั้นเรียนวิชาชีพ : กรณีศึกษาของนักศึกษาครูสาขาฟิสิกส์ โดยเขาอธิบายว่า TPACK เป็นกรอบแนวคิดสำหรับกระตุ้นและส่งเสริมความสามารถของครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการเรียนรู้แบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานกลายเป็นเรื่องปกติทั่วไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เพื่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เขาได้ออกแบบหลักสูตรรายวิชาที่มีรูปแบบกรณีศึกษา ICT (Case-based ICT) เพื่อใช้ในการสอนฟิสิกส์ในโรงเรียน ลักษณะการสอนรูปแบบนี้ใช้ในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีบทปฏิบัติการระบบคอมพิวเตอร์ (Computerized Laboratory) โดยศึกษาวิจัยกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในรายวิชา เทคโนโลยีทางการศึกษา ระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 43 คน สาขาฟิสิกส์ 5 คน เคมี 11 คน ชีววิทยา 8 คน คณิตศาสตร์ 9 คน และคอมพิวเตอร์ 10 คน และในขั้นตอนสุดท้ายศึกษาและเก็บข้อมูลเชิงลึกกับผู้เข้าร่วมวิจัยกับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ 3 คน หญิง 2 ชาย 1 อายุ 22-24 ปี ทั้งหมดมีทักษะพื้นฐาน ICT แต่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนบทปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์และการสอนวิทยาศาสตร์มาก่อนและผลการศึกษาวิจัย รูปแบบการเรียนรู้ Case-based ICT ประกอบด้วย 6 หน่วย (กรณีศึกษา) ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ รวม 18 ชั่วโมงในการบรรยายและศึกษาการบูรณาการ ICT เพื่อการสอนแบบ STEM และมีรายละเอียด TPACK ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ หลังจากนำเสนอกรณีศึกษาทั้ง 6 กรณีแล้ว ก็เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้อภิปรายร่วมกัน ซึ่งยึดหลักและขั้นตอนการพิจารณาบริบทในการปฏิบัติเพื่อพัฒนา TPACK ตาม Angeli & Valanids. 2009 ทำการเก็บข้อมูลเชิงลึก ศึกษาจากนักศึกษาครูสาขาฟิสิกส์ 3 คน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดให้ออกแบบภาระงาน 2 ชิ้นงาน ในการวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักศึกษา คือ (1) ก่อนการนำเสนอกรณีศึกษาที่ 1 ให้ออกแบบชิ้นงานในการใช้ ICT ในการฝึกปฏิบัติการสอนและกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และ (2) เมื่อจบการนำเสนอกรณีศึกษาทั้ง 6 กรณี ให้ออกแบบชิ้นงานในการใช้ ICT ในการฝึกปฏิบัติการสอนและกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งวิเคราะห์จากการสอนจริงในชั้นเรียนในเวลาต่อมา พบว่าการเปลี่ยนแปลง TPACK ของนักศึกษาซึ่งพิจารณาจากชิ้นงาน 1 และ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ ผลการศึกษา พบว่า Case-based ICT ส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนา TPACK และพบว่าความสามารถในการออกแบบชิ้นงานที่ 2 หลังการเรียนรู้กรณีศึกษามีสูงกว่าการออกแบบในชิ้นงานที่ 1 กล่าวคือสรุปว่าการใช้วิธีการ Case-based learning ส่งเสริมและช่วยพัฒนาความสามารถ TPACK ของนักศึกษาครูสาขาฟิสิกส์ และความรู้ของพวกเขาเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกในการบูรณาการ ICT เข้าสู่การฝึกปฏิบัติการสอนหลังเรียนรู้ของรูปแบบ Case-based ICT ช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาคุณภาพการสอน และเมื่อครูมีความสามารถใน TPACK สูงขึ้นก็ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์

อัลซอฟยานี และคณะ (Alsofyani ; et al. 2012 : 20 – 27) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลขั้นต้นของการใช้หลักสูตรการอบรมออนไลน์แบบผสมผสานระยะสั้น (Short Blended Online Training : SBOT) เพื่อพัฒนา TPACK ซึ่งในการศึกษานี้ เสนอแนะว่า SBOT มีศักยภาพสูงใน

การสร้างบรรยากาศสำหรับการอบรมถ้าที่คำนึงหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่เป็นสำคัญ การศึกษาและวิจัยครั้งนี้ได้สำรวจตรวจสอบประเมินลักษณะการอบรมแบบนี้ โดยการใช้รูปแบบการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) ผลการวิจัยพบว่า ยอมรับ (Acceptance) ในระดับยอดเยี่ยมสำหรับการอบรมรูปแบบนี้ นอกจากนั้นพบว่า ลักษณะการฝึกอบรมเป็นคู่ (Dual Training) ในการฝึกปฏิบัติ สามารถใช้ได้กับโปรแกรมพัฒนา TPACK ซึ่งโปรแกรมสามารถมีทั้งการอบรมแบบเผชิญหน้า(Face-to-Face) และแบบ SBOT PCK มีความซับซ้อนและหลากหลายในการสร้างภาระงานมากเมื่อพิจารณาภาพรวมจากทฤษฎีการเรียนรู้จำเป็นต้องกำหนดประเด็นใดประเด็นหนึ่งตามบริบทรูปแบบของ TPACK ที่ต้องการพัฒนา (น. 20) SBOT เป็นการออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่และเพื่อพัฒนา TPACK นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขข้อจำกัดด้านจำนวนผู้เข้าร่วมอบรม เวลา และการพัฒนาแบบดั้งเดิม ซึ่งการพัฒนา TPACK ที่ผ่านมามักใช้ระยะเวลาในการอบรมยาวนาน เพื่อให้ได้ผลการอบรมเชิงบวกต้องใช้เวลาการพัฒนาและอบรมระยะยาวตั้งแต่ 1- 9 เดือน แต่ในบริบทความจริงในหลายๆที่ที่ต้องการพัฒนาย่อมเป็นไปได้ยากและมีอุปสรรคที่จะใช้ในระดับบัณฑิตศึกษา หากต้องใช้เวลาในการพัฒนาระยะยาวเช่นนี้ ซึ่งการใช้กรอบการอบรมแบบออนไลน์เพื่อพัฒนา TPACK จะมีความเป็นอิสระและเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (น. 21) งานวิจัยระยะเวลาอบรม 3 วัน หัวข้อการอบรมที่ครอบคลุมการออกแบบคอร์สออนไลน์แบบผสมผสาน (Blended Online Course Design : BOCD) และการพัฒนาคอร์สสอนออนไลน์แบบผสมผสาน (Blended Online Course Design : BOCDE) ผลการศึกษาวิจัยจากหลักสูตรอบรมนี้พบว่า ค่าใน TAM สูง ยอมรับ SBOT ในการพัฒนาTPACK การประเมิน SBOT สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ของการอบรม และอื่นๆ และความสนใจใน SBOT ในอนาคต ต้องการการสนับสนุนจาก SBOT เทคนิคความรู้ของผู้อบรมสูงขึ้น การรู้ในความสามารถตนเองด้านคอมพิวเตอร์สูงขึ้น จากการอภิปรายและการผลสรุป การใช้ SBOT ใน HEI เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนา TPACK และการอบรมให้ประสิทธิผลสูง ดังนั้นการประเมิน SBOT ส่งผลเชิงบวกสำหรับการพัฒนา TPACK อย่างมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางและวิธีการเพื่อออกแบบหน่วยการอบรมต่อไป และการจัดเตรียมเพื่ออบรม SBOT เป็นหนึ่งในตัวเลือกสำหรับอุดมศึกษา เพราะคณะหรือหน่วยงานสามารถส่งเสริมสนับสนุนความรู้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพในรูปแบบการอบรมซึ่งสะดวกและง่ายกว่าเป็นหลักสูตรรายวิชา

ทาสาร์และทิเมอร์ (Tasar and Timur. - : 1-9) ได้พัฒนา TPACK กับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบจุลภาค (Microteaching) ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ใช้

ภาพเคลื่อนไหว(Animation)ทางคอมพิวเตอร์ในวิชาฟิสิกส์ เขาอธิบายว่าที่ต้องพัฒนา TPACK สำหรับครู เพราะการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน มีการซ้อนทับขององค์ความรู้ 3 องค์ประกอบคือ ทั้งความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางการสอน และความรู้ทางเทคโนโลยี ซึ่งต้องจัดสรรและถ่ายทอดความรู้ในการบูรณาการทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้ การอบรมมีระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในช่วงปี 2010 ซึ่งเขาได้ศึกษาและเน้นพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ใน 5 องค์ประกอบอ้างอิงการพัฒนาแนวคิดจาก 5 องค์ประกอบนี้จากนีสส์ (Niess. 2005) ที่พัฒนาแนวคิด PCK จาก แม็กนิวสัน แครกคิก และบอร์โก (Magnusson ; Krajcik ; and Borko. 1999) ประกอบด้วย (1)เป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (2) ความรู้ในการสอนและการนำเสนอในหัวข้อทางวิทยาศาสตร์ที่สอนกับเทคโนโลยี (3) ความรู้ในความเข้าใจของนักเรียน การคิด และการเรียนรู้กับเทคโนโลยีในวิชาวิทยาศาสตร์ (4) ความรู้ของหลักสูตรและเครื่องมือหลักสูตรการบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ (5) ความรู้ในการประเมินเทคโนโลยี โดยออกแบบหลักสูตรนี้เพื่อตรวจสอบ TPACK ของนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ เป็นงานวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ นั่นคือเก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ “ TPACK in Science Survey (TPACKSS) ” พัฒนาโดย Graham ; Burgoyne ; Cantrell ; Smith ; Clair and Harris. (2009) กับนักศึกษาจำนวน 38 คน และเชิงคุณภาพโดยวิธีตรวจสอบการสัมภาษณ์แบบสามเส้า สังเกตระหว่างสอนแบบจุลภาค ชี้นำงาน(แผนการจัดการเรียนรู้ การสะท้อนการสอนแบบจุลภาค แบบทดสอบคำถามปลายเปิด) และมาตรฐานการใช้เทคโนโลยีในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจำนวน 8 คน การออกแบบแผนการเรียนรู้ใช้เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้น ม.1-3 ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ใช้ภาพเคลื่อนไหว(Animation)ทางคอมพิวเตอร์ในวิชาฟิสิกส์ ระหว่างสอนแบบจุลภาค แบ่งกลุ่มนักศึกษา แต่ละกลุ่มมีคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ผลการอบรมพบว่า นักศึกษามีความสามารถใน TPACK สูงขึ้น แต่นักศึกษาไม่ทราบว่าการพิจารณาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา ดังนั้นเขาจึงเสนอแนะว่า การพัฒนาหลักสูตรอบรมเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาควรให้ความรู้และพัฒนาความสามารถในด้านเทคโนโลยี การสอน ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK) และความรู้ในเนื้อหาวิชาสอนที่นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยี (TCK) ก่อนด้วย

เชียน และคณะ (Chien , ; et al. 2012) ได้ทำการศึกษาวิจัย การกระตุ้นนักศึกษาครุสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้ออกแบบการบูรณาการเทคโนโลยีเชิงรุกโดยใช้กรอบแนวคิด MAGDAIRE งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเปลี่ยนบทบาทของนักศึกษาครูที่ใช้เทคโนโลยีในการสอนแบบเชิงรับ (Passive user

of Technology) ให้เปลี่ยนแปลงแบบเชิงรุก (Active Designer of Technology) ด้วยรูปแบบ MAGDAIRE 2 รอบ (MA : Modeled Analysis : วิเคราะห์จากตัวอย่างการสอนด้วย Courseware , GD : Guided Development : การพัฒนาด้วยการแนะนำ , AI : Articulated Implementation : การนำชิ้นงานไปใช้ , RE : Reflected Evaluation : การประเมินจากการสะท้อน) มีนักศึกษาเข้าร่วม 16 คน โดยกำหนดเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบเป็น Flash ซึ่งมีกระบวนการในการดำเนินตามกรอบแนวคิดดังนี้ 1) วิทยาการสาธิตการสอนด้วย Courseware แล้วให้นักศึกษาสังเกตและวิเคราะห์การสอน และให้นักศึกษาระดมเพื่ออภิปรายการสอน 2) ให้นักศึกษาออกแบบการสอนที่มีการใช้เทคโนโลยีวิทยาการแนะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยสังเกตและให้คำแนะนำในจุดเด่นจุดด้อยของเทคโนโลยีที่เลือกมา 3) ให้นักศึกษาออกแบบแผนการสอนด้วย Courseware ให้นำเสนอและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันเป็นกลุ่ม และ 4) ประเมินโดยการสะท้อนจากการวิเคราะห์แผนการสอนที่ออกแบบ แล้วนำไปปรับแผนการสอนและวนกรอบแนวคิดอีก 1 รอบ งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบ 2 ฉบับเป็นแบบทดสอบแนวคิดการใช้ Flash เป็นแบบทดสอบถูกผิด และแบบทดสอบแบบปลายเปิดแบบเขียนตอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติ two-tailed paired t-test analysis และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนผลตอบรับที่ส่งมาทางออนไลน์ จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูมีระดับความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีพัฒนาขึ้น

8.3 รูปแบบกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK

จากการพิจารณาและวิเคราะห์ภาพรวมกระบวนการในการพัฒนา TPACK ทั้งจากหลักสูตรการอบรม หลักสูตรรายวิชา และโปรแกรมการอบรมที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาความสามารถใน TPACK ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของการพัฒนาหลักสูตรได้ใน 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. จุดเด่นของหลักสูตร
2. กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมในหลักสูตร
3. จุดอ่อนและข้อเสนอของหลักสูตร

ซึ่งในแต่ละหลักสูตรที่นำเสนอข้างต้นล้วนแต่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันตามบริบทและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหลักสูตรที่กำหนดไว้ โดยสามารถพิจารณาในแต่ละประเด็นดังตาราง 9 สรุปภาพรวมลักษณะกระบวนการการพัฒนา TPACK

ตาราง 9 สรุปภาพรวมลักษณะกระบวนการการพัฒนา TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงาน	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
ฮูและฟายเฟ (Hu and Fyfe. 2010)	1.กำหนดภาระงาน 2.พัฒนาทักษะผ่านเทคโนโลยี ด้วยการออกแบบ 3.มีการออกแบบแผนการเรียนรู้ร่วมกัน 4.สะท้อนการปฏิบัติ	ให้ความรู้ → กำหนดภาระงาน → สำรวจเครื่องมือ ICT และแหล่งข้อมูล → กิจกรรมออกแบบแผนการเรียนรู้ → สะท้อนผลการปฏิบัติ	1.ไม่มีหลักเกณฑ์ในการออกแบบแผนการเรียนรู้ตามกรอบ TPACK 2. PCK ไม่ชัดเจน 3. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ความรู้ ความสามารถ TPACK
โกห์และดิวาฮารัน (Koh and Divaharan. 2011)	แบ่ง 3 ระยะชัดเจน 1. เน้นการใช้ ICT เพื่อการสอน (TPK) 2. สาธิตการใช้ ICT ในการสอน (TCK / TPK) 3. ออกแบบแผนการเรียนรู้ตามหัวข้อที่กำหนด	Pretest TPACK → ให้ความรู้ → สาธิตใช้ ICT → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สะท้อนผลการปฏิบัติ → Posttest TPACK	PCK ไม่ชัดเจนเสนอว่าควรเน้นย้ำ เพราะ นักศึกษาไม่มีประสบการณ์
จางและเชน (Jang and Chen. 2010)	1.มีแบบจำลองหลักสูตร TPACK-COPR จากหลัก Peer Coaching และ PCK 2.มีเว็บไซต์เป็นสื่อกลางให้ความสำคัญ PCK 3.มีการสังเกตการณ์สอนในชั้นเรียนจริงก่อนออกแบบแผนการเรียนรู้	ให้ความรู้ → สังเกตการณ์สอนจริง(ดูการสาธิตการบูรณาการ ICT) → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สาธิตการสอนตามแผนให้ 30 นาที → สะท้อนผล	1.ไม่มีหลักอธิบายหลักเกณฑ์การใช้เครื่องมือและวิธีสอน 2. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ความรู้ ความสามารถ TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงานกิจกรรม	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
	4.มีประเมินจากงานที่มอบหมายทุกชั้นของ COPR		
คาฟูยูลิโล (Kafyulilo. 2012)	1.เน้นการสอนแบบจุลภาค 2.มีวัฏจักรกระบวนการพัฒนา TPACK ชัดเจน 3.ออกแบบแผนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม	Pretest TPACK → ให้ความรู้ → ออกแบบแผนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม → ทดลองสอนด้วยวิธีการสอนแบบจุลภาค → สะท้อนผลการปฏิบัติ → ปรับแผน → สอนจุลภาคอีกครั้ง → สะท้อนผลการปฏิบัติอีกครั้ง → Posttest TPACK	1.การให้ความรู้ เน้นการบรรยายเพียงอย่างเดียว 2.วางแผนเป็นกลุ่ม เมื่อสอนด้วยจุลวิธีไม่ได้สอนทุกคน
โซและคิม (So and Kim. 2009)	1.ออกแบบแผนการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative lesson design) 2.ใช้หลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มากำหนดสถานการณ์ให้ออกแบบแผนการเรียนรู้ 3.ระบุอุปสรรคในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ชัดเจน	รับทราบสถานการณ์ PBL → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → ออกแบบเทคโนโลยีเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด	1. ไม่มีการนำแผนการเรียนรู้ไปสอน 2. ข้อเสนอแนะให้แก้ไขการเชื่อมโยงความเชื่อ ความรู้ และการปฏิบัติ (PCK) 3. ข้อเสนอแนะขาดความรู้ TPACK 4. ไม่มีการให้ความรู้ใน TPACK ผ่านการอบรม 5. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ความรู้ความสามารถ TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงานกิจกรรม	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
อเลียร์ และวูกต์ (Alayyar and Voogt. 2012)	1.มีการเปรียบเทียบผลทั้ง 2 วิธี (Human Support และ Blended Support)ใน นักศึกษากลุ่มเดียวกัน 2.พัฒนาเจตคติต่อ ICT 3.พัฒนาทักษะ ICT	Pretest TPACK → ให้ความรู้ → แบ่งกลุ่ม Human Support และ Blended Support → ได้ ใจทย์ปัญหาเดียวกัน → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สะท้อนผลการปฏิบัติ → Posttest TPACK	1. PCK มีความไม่ชัดเจนในการพัฒนา 2. ไม่มีการนำแผนการเรียนรู้ ไปสอนจริง
นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (Niwat Srisawasdi. 2012)	1.ใช้ Case-based Learning ในหลักสูตร 2.เน้น Constructivist เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอน 3.ระบุ T , C และ P ชัดเจน 3.มีเปรียบเทียบพัฒนาการจากการออกแบบชิ้นงาน 4.สอนจริงกับนักเรียน 5.มีการวัดความรู้ วิทยาศาสตร์กับนักเรียน	ให้ความรู้ โดยเรียนรู้ผ่าน Case-based Learning 6 หน่วย → อภิปรายความรู้ → ออกแบบแผนการเรียนรู้ พัฒนา TPACK ตามเกณฑ์ ของ Angeli and Valanids.2009 → ตามเก็บ ข้อมูลเชิงลึก 3 คน → ออกแบบชิ้นงาน 2 ครั้ง → สอนจริง → เปรียบเทียบ ความก้าวหน้า	1. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttestความรู้ ความสามารถ TPACK 2. ไม่มีการสะท้อนผลการปฏิบัติ
อัลซอฟยานี และคณะ (Alsofyani.et al. 2012)	1.อบรมระยะสั้น 2.การอบรมผสมผสานทั้ง เฝื่อนหน้ากับออนไลน์	ให้ความรู้ → ออกแบบ แผนการเรียนรู้ มี Template → ประเมินผ่านออนไลน์ ด้วย โปรแกรม WIM	1. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttestความรู้ ความสามารถ TPACK 2. ไม่มีการสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงานกิจกรรม	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
	3. ใช้หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ในการออกแบบหลักสูตร 4. จับคู่ในการร่วมกิจกรรมอบรม Dual Training		3. ไม่มีนำไปใช้สอนจริง
ทาสาร์และทิเมอร์ (Tasar and Timur. - :	1. ใช้วิธีการสอนแบบจุลภาค 2. ใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ภาพ Animation 3. มีหลักพัฒนา TPACK 5 หลักชัดเจน	Pretest TPACK → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สอนแบบจุลภาค → Posttest TPACK	1. ไม่มีการให้ความรู้ TPACK ก่อน 2. ไม่มีการอบรมด้านทักษะเทคโนโลยี 3. ไม่มีการไปสอนจริงในห้องเรียน
เชียน และคณะ (Chien, ; et al. 2012)	1. กระบวนการออกแบบการสอนเทคโนโลยีเชิงรุกด้วย MAGDAIRE 2. ใช้ Flash	สกริตการสอนเทคโนโลยี → ให้ออกแบบและวิเคราะห์ → ออกแบบการสอนด้วย courseware นำเสนอ → สะท้อน	1. ไม่ได้สอนจริง 2. ควรมีการนำเสนอเหตุผลและระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ TPACK

สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการในการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครูให้มีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญหลัก 4 กระบวนการ ได้แก่

- 1) จัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ตามองค์ประกอบ TPACK ที่กำหนดนิยามตามวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม โดยใช้กลวิธีที่หลากหลายเพื่อการอธิบายธรรมชาติของ TPACK ผู้รับการฝึกอบรม โดยเฉพาะนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่มีประสบการณ์น้อยในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริงทั้งนี้ในการจัดอบรมควรเริ่มต้นที่ความรู้ PCK (Hu and Fyfe. 2010 ; Koh and

Divaharan. 2011 ; So and Kim. 2009 ; and Alayyar and Voogt. 2012) ด้วย TPACK พัฒนามาจาก PCK การเข้าใจรากฐานย่อมส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ TPACK ตามลำดับ

- 2) การสาธิตตัวอย่างเป็นรูปธรรม และมีการปฏิบัติเป็นต้นแบบชัดเจนเพื่อสร้างความเข้าใจ TPACK เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษามองเห็นภาพรวมในการปฏิบัติจริงที่ชัดเจน และการสังเกตจากต้นแบบก่อนลงมือปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็น รวมทั้งแนะนำแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีทั้งโปรแกรมและเว็บไซต์อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด
- 3) การลงมือปฏิบัติของนักศึกษาครูเพื่อพัฒนาความเข้าใจใน TPACK เป็นขั้นการลงมือทำด้วยตนเองเป็นช่องทางการเรียนรู้ ผีฝึกฝน และส่งเสริมความเข้าใจผ่านกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ(Workshop) โดยการออกแบบกิจกรรมในการฝึกอบรมมุ่งเน้นการจำแนก ตัดสินใจ เลือกเนื้อหา เครื่องมือเทคโนโลยี และวิธีการสอนให้เหมาะสมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะวิธีการออกแบบแผนการเรียนรู้ของนักศึกษา เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจใน TPACK ของตนเองหลังจากได้รับความรู้สู่การปฏิบัติให้ออกมาเป็นรูปธรรม
- 4) การสะท้อนความรู้ที่ได้ เป็นขั้นที่นักศึกษาครูสะท้อนความรู้ ประสบการณ์ และการแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่ได้ร่วมลงมือปฏิบัติ จัดเป็นการทบทวนและประมวลความคิด เหตุการณ์ และความสามารถที่ตนเองได้รับทั้งหมดในแต่ละครั้ง อีกทั้งผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและภาพรวมหลักสูตรได้อีกด้วย

8.4 รูปแบบกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK

จากการสรุปลักษณะกระบวนการเพื่อการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิด TPACK (Concept of TPACK) นำมาสู่การสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติ พบว่า ลักษณะกลไกการดำเนินกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK สามารถจำแนกกิจกรรม ได้ 14 กิจกรรม ดังนี้ (1) การทดสอบก่อนอบรม (2) การอธิบายธรรมชาติในองค์ประกอบ TPACK (3) การสำรวจการใช้งาน ICT (Affordance) (4) การสาธิตและการบูรณาการใช้ ICT ในการสอน (5) การออกแบบแผนการเรียนรู้ (Lesson Design) (6) การประเมินแผนการเรียนรู้ (7) การปรับแก้แผนการเรียนรู้ (8) การสะท้อนแนวคิด (Reflection) (9) การกำหนดภาระงานหรือปัญหาเพื่อฝึกการแก้ปัญหา (10) การอภิปรายผล (11) การนำเสนอและทดลองสอนตามแผนการเรียนรู้ (12) การสอนจริงในชั้นเรียน (13) การประเมินการสอน และ (14) การทดสอบหลังอบรม ดังตาราง 7 การวิเคราะห์กลุ่มกิจกรรมที่จำเป็นในการพัฒนา TPACK

ตาราง 10 การวิเคราะห์กลุ่มกิจกรรมที่จำเป็นในการพัฒนา TPACK

กิจกรรม	ฮูและฟายเฟ (Hu ;& Fyfe.2010)	โกห์และดิวาฮารัน (Koh;&Divaharan. 2011)	จางและเชน (Jang;& Chen. 2010)	คาฟูยูลิโอ (Kafyulilo.2012)	โซและคิม (So;&Kim.2009)	อเลียวาร์ และวูกต์ (Alayyar;&Voogt. 2012)	นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2012)	อัลซอฟยานี และคณะ (Alsofyani.et al. 2012)	ทาสาร์และทีเมอ์ (Tasar and Timur. 2010?)	เซีย่น และคณะ (Chien, ; et.al. 2012)	สรุปลักษณะกิจกรรมในหลักสูตรเพื่อพัฒนา TPACK
1. Pretest		✓		✓		✓			✓		ทดสอบก่อนเรียน
2. ให้ความรู้ TPACK	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			ให้ความรู้
3. สำรวจ ICT	✓				✓						พิจารณาตัวอย่าง
4. สาธิตบูรณาการ ICT		✓	✓							✓	พิจารณาตัวอย่าง
5. ออกแบบแผน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ออกแบบแผนฯ
6. ประเมินแผน		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	วิเคราะห์แผนฯ
7. ปรับแผน		✓	✓	✓		✓				✓	วิเคราะห์แผนฯ
8. สะท้อน	✓	✓	✓	✓		✓				✓	สะท้อนความรู้
9. กำหนดงาน/ปัญหา	✓				✓	✓					ออกแบบแผนฯ
10. อภิปรายร่วม							✓				สะท้อนความรู้
11. ทดลองสอน		✓	✓	✓					✓		สอน
12. สอนจริง							✓				สอน
13. ประเมินสอน							✓				ประเมิน
14. Posttest		✓		✓		✓		✓	✓		ทดสอบหลังเรียน

ดังนั้นจากการสังเคราะห์กิจกรรมในตารางที่ 7 สามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมจากการปฏิบัติของการฝึกอบรมเพื่อพัฒนา TPACK ได้ 7 กลุ่มกิจกรรม ดังนี้

- 1) การทดสอบความรู้ของ TPACK
- 2) การเรียนรู้เพื่อให้สร้างความเข้าใจในองค์ประกอบและความหมาย TPACK
- 3) การพิจารณาตัวอย่าง เป็นการขยายความรู้ในองค์ประกอบและความหมายของ TPACK โดยการพิจารณาจากตัวอย่างการปฏิบัติ
- 4) การออกแบบแผนการเรียนรู้ภายใต้บริบท TPACK
- 5) การวิเคราะห์แผนการเรียนรู้ที่ออกแบบ
- 6) การสะท้อนความรู้จากการทำกิจกรรม
- 7) การปฏิบัติการสอนเพื่อศึกษาผลและตรวจสอบความเหมาะสมกับบริบทในชั้นเรียน

9. แนวคิดที่ใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริม TPACK

9.1 แนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking)

9.1.1 ความสำคัญของแนวคิดการคิดออกแบบ

สืบเนื่องจากมีงานวิจัยของไทและชัย (Tsai ; & Chai.2012 : 1057-1060) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนย้อนหลังไป 10 ปี ที่ค่อนข้างอยู่ในระดับไม่เป็นที่พอใจเมื่อนำมาใช้ในทางการศึกษา ซึ่งพบว่าอุปสรรคของการบูรณาการเทคโนโลยีของครูเกิดจาก 3 ปัจจัยหลักคือ อุปสรรคที่ 1 เรื่องของงบประมาณจัดซื้อจัดจ้าง และความไม่พร้อมของอุปกรณ์เทคโนโลยีในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา อุปสรรคที่ 2 ความกลัว ความไม่มั่นใจและรู้สึกถึงการเป็นภาระที่ยุ่งยากและเสียเวลาในการวางแผนเพื่อเตรียมการสอนเมื่อบูรณาการเทคโนโลยี ด้วยสาเหตุที่ไม่รู้จักและรู้จักสื่อค่อนข้างน้อย และอุปสรรคที่ 3 การคิดออกแบบของครูผู้สอน (Design Thinking) โดยไทและชัย (Tai ; & Chai) อธิบายเพิ่มเติมว่า ถึงแม้ว่าอุปสรรคที่ 1 และ 2 จะถูกแก้ไขให้หมดไป แต่ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่รับประกันว่าการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนจะประสบผลสำเร็จ หากยังมีอุปสรรค ที่ 3 แต่ขณะเดียวกันหากเมื่ออุปสรรคที่ 3 หมดไปโอกาสในการพัฒนา ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนมีโอกาสดัดแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ถึงแม้อุปสรรคที่ 1 หรือ 2 ยังอยู่ สอดคล้องกับประเทศไทยถึงแม้ไม่ได้มีอุปกรณ์ครบ และพร้อมเท่ากับประเทศที่เจริญแล้วอย่างฝั่ง

ตะวันตก แต่ในโรงเรียนก็พอมีอุปกรณ์ที่สามารถเข้าถึงการเตรียมการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนได้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ของนักเรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ผู้วิจัยสนใจการคิดออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการที่พบมากในโลกธุรกิจ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวแปรที่ผู้บริหารให้ความสำคัญกับการบริหารงานเพื่อสร้างคิดค้นและหาวิธีการสร้างผลผลิตใหม่เพื่อตอบสนองของตลาดธุรกิจจำพวกอุปกรณ์ที่ล้ำสมัย (McCallagh.2010 ; Brandesign.2005 : ออนไลน์) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยจะนำหลักการของการคิดออกแบบมาเป็นอธิบายและดำเนินการในงานวิจัยจำเป็นต้องรู้ถึงธรรมชาติของการคิดออกแบบเสียก่อน

“การคิดออกแบบ” หรือ “Design Thinking” เป็นคำที่ใช้ครั้งแรกในปี 1987 โดยโรเว (Rowe) ซึ่งตีพิมพ์หนังสือเรื่อง “Design Thinking” หนังสือเล่มนี้มีภูมิหลังมาจากการวิเคราะห์ธรรมชาติของการออกแบบของเฮอริเบิร์ต ไชมอน (Herbert Simon) เมื่อ 18 ปีก่อนในช่วงปี 1969 (ตีพิมพ์อีกครั้งในปี 1996) (Luka.2014 : 64) ทั้งนี้รากฐานของการคิดออกแบบมักปรากฏในวงการด้านสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ ต่อมานำมาประยุกต์ปรับใช้ในวงการด้านการบริหารจัดการ สำหรับทางการศึกษาการ พบว่าการคิดออกแบบเป็นที่รู้จักมากกว่า 30 ปีแล้ว โดยเริ่มต้นที่ความสัมพันธ์มีลักษณะเชื่อมโยงและสอดคล้องกันทางวิธีคิดของผู้ออกแบบ (Johansson, and Woodilla.2009) นอกจากนี้การคิดออกแบบอาจจัดเป็นเครื่องมือที่ดีมากที่จะนำไปใช้ในการกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนได้ ด้วยการคิดออกแบบมีธรรมชาติของการทำงานแบบร่วมมือเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการค้นหาและประมวลข้อมูลต่างๆจากสถานการณ์ในโลกความจริง ประสบการณ์และผลตอบรับของผู้คน (Ray.2012)

9.1.2 ความหมายของการคิดออกแบบ

เฮอริเบิร์ต ไชมอน (Herbert Simon.1996 : 111 อ้างจาก Kimbell.2009 : 2) กล่าวว่า “ ทุกคนที่ออกแบบนั้นเป็นผู้ซึ่งคิดสิ่งใหม่ เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้เป็นที่พอใจมากกว่า... โรงเรียนด้านวิศวกรรม หรือโรงเรียนด้านสถาปัตยกรรม ธุรกิจ การศึกษา กฎหมาย และทางการแพทย์ ทั้งหมดก็มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบทั้งสิ้น”

บรานน์ (Brown.2008) ได้ให้ความหมายของการคิดออกแบบว่า “เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ความต้องการมนุษย์เป็นสำคัญ ซึ่งส่วนใหญ่นำสู่รากฐานการแก้ปัญหาเพื่อสร้างนวัตกรรมที่มีความเป็นไปได้ ตามความต้องการของชิ้นงาน สิ่งก่อสร้าง หรือบริการ”

แต่มีบางจุดที่แตกต่างออกจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป กล่าวคือ การแก้ปัญหามุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีหรือลักษณะเครื่องมือของอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา แต่ในขณะที่การคิดออกแบบเน้นการประชุมปรึกษาหารือของกลุ่มคนและให้ความหมายในเชิงการดำเนินชีวิตที่ดีกว่า จึงมีการให้ความหมายการคิดออกแบบเพิ่มเติมว่า การมุ่งเน้นในแนวทางและเน้นการพัฒนาประสบการณ์ของมนุษย์ที่หลากหลาย ยอมรับความแตกต่างในมิติต่างๆ ปฏิเสธแนวคิดด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวเพื่อการแก้ปัญหา ต้องอยู่ภายใต้แนวคิดที่ว่า "เราจะทำอย่างไรให้ดีขึ้น ?" มุ่งหวังเอาชนะความท้าทายต่างๆ ที่เผชิญอยู่ (Brown.2009 ; Cross.2011 ; and Martin.2009 อ้างถึงใน Tan ; and Wong.2012 : 30-31)

ด้านสถาบัน IDEO เป็นสถาบันที่เน้นการคิดออกแบบและมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Laugwitz.2012 : 1 อ้างอิงจาก Brown.2009 ; Plattner ; Meinel ; & Weinberg.2009) ให้ความหมายการคิดออกแบบว่า เป็นกระบวนการวิเคราะห์และสร้างสรรค์ที่กระตุ้นให้บุคคลมีโอกาสได้ทดลองออกแบบ และสร้างแบบจำลอง แล้วติดตามผลตอบรับ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขหรือออกแบบใหม่ (resign) (Razzouk ; and Sute. 2012 : 330)

สำหรับการคิดออกแบบในมุมมองของศาสตร์ทางวิศวกรรมและการผลิต หมายถึง วิธีการจำเพาะที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและนำมาซึ่งการสร้างนวัตกรรมเป็นหลัก (Muller ; & Thoring.2011 : 1) ในขณะที่การคิดออกแบบในมุมมองของโลกธุรกิจในการตลาด อธิบายว่า การคิดออกแบบเป็นการคิดเพื่อความต้องการของลูกค้าในภาพกว้าง ซึ่งมาจากการสังเกตและตั้งคำถามของเหล่าลูกค้าผู้บริโภคก่อนนำสู่การสำรวจความต้องการเชิงลึกต่อไป (Bell.2008 : 44-46) สอดคล้องกับการประชุมวิชาการของCTAHR (2012 : 9) ที่อธิบายว่า การคิดออกแบบต้องเริ่มจากการมองในมุมกว้างแล้วตั้งคำถาม เพื่อลงสู่เป้าหมายให้ชัด สร้างจินตนาการ สร้างเป็นรูปแบบต้นกำเนิดทดลองใช้และดูผลตอบรับ สิ่งที่น่าสนใจและเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดออกแบบคือการตั้งคำถามของผู้ออกแบบเอง ซึ่งเมื่อเทียบความแตกต่างความคิดปกติจะมองหาคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร แต่ถ้าเป็นการคิดออกแบบจะมองหาคำถามที่น่าจะถูกต้องหรือใช้ควรเป็นอย่างไร และให้ความสำคัญกับการร่วมมือทำงาน

ส่วนการคิดออกแบบสำหรับนักการศึกษา (Design Thinking for Educators) โดยเฟรียสท์และคณะ (Fierst ; & et al.2011 : 3) อธิบายว่า การคิดออกแบบของบุคคลนั้น หมายถึง การคิดที่เป็นการหาวิธีการ มีการวาดภาพในความคิดและจินตนาการ และสร้างสรรค์แนวทางหรือชิ้นงานสู่โลกความจริงในการศึกษา

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยด้านการคิดออกแบบเกี่ยวกับการศึกษาเพิ่มเติม เพื่ออธิบายความหมายที่เหมาะสมและเป็นไปได้ในงานการศึกษา ดังเช่น รัชชวศ์ และชุต (Razzouk ; and Shute. 2012 : 330-340) ซึ่งได้รวบรวมงานวิจัยฉบับเต็มและเอกสารวิชาการที่นำเสนอในหัวข้อเกี่ยวกับการคิดแบบ ไร้ทั้งหมด 150 ฉบับ แต่จำแนกที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาโดยตรงทั้งสิ้น 45 ฉบับ ทั้งนี้พวกเขาเขียนสรุปรายงานการคิดออกแบบ ดังนี้ ธรรมชาติของการคิดออกแบบ (Nature of Design Thinking) มีแกนหลักสำคัญของการคิดออกแบบนั้นอยู่ที่ว่า “ผู้ออกแบบเห็นอย่างไร” และ “ผู้ออกแบบคิดอย่างไร อันเป็นผลตามมาจากการได้เห็น” (Liu.1996 อ้างอิงใน Razzouk ; and Shute. 2012 : 334) จัดเป็นการทำซ้ำและเป็นกระบวนการที่สัมพันธ์กันเมื่อผู้ออกแบบ มี 3 ข้อนี้ 1) เมื่อเห็นอะไร นั่นคือบางส่วนของ การนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหา 2) วาดภาพความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดสู่การแก้ปัญหา อาจเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ ทั้งนี้เป็นการสะท้อนของผู้ออกแบบและทดสอบความเข้าใจภายในตัวผู้ออกแบบเองด้วย และ 3) มองหาข้อมูลที่น่าสนใจเพิ่มเติมเพื่อออกแบบแก้ปัญหา

รัชชวศ์ และชุต สรุปการคิดออกแบบว่า เป็นการเริ่มต้นทางแนวคิดที่เสมือนหมอกทางความคิด กล่าวคือ แนวคิดอาจไม่ต้องชัดเจนในทันที แต่มีเค้าโครงหรือภาพร่างในขอบเขตบริบทนั้นๆ สามารถพัฒนาเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อผู้ออกแบบรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการมากขึ้น หลังจากนั้น ผู้ออกแบบวาดภาพ แบบจำลอง หรือไดอะแกรมความสัมพันธ์จะทำให้หมอกทางความคิดชัดเจนขึ้น จนกลายเป็นรูปธรรมมากกว่าเดิม ขั้นตอนนี้สำคัญเพราะทำให้ผู้ออกแบบมองเห็นลักษณะเฉพาะ บางอย่างของงานตนยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นกระบวนการพัฒนาและก่อรูปร่างสำหรับกระบวนการคิด ออกแบบพื้นฐานด้วย (Razzouk ; and Shute. 2012 : 335)

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การคิดออกแบบ หมายถึง การวาดภาพทางความคิดที่ตอบความต้องการของตัวผู้ออกแบบเพื่อการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาบางอย่างให้ดีขึ้น ภาพทางความคิดที่เกิดขึ้นมาจากความต้องการของตนเอง และผู้เกี่ยวข้องในบริบทที่คล้ายคลึง ที่ต้องการผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาซึ่งการถ่ายทอดภาพในความคิดออกมาเป็นสื่อที่ผู้ร่วมงานกันรับรู้และเข้าใจได้ มีกระบวนการปรึกษาหารือร่วมกันจนกำหนดเป็นสื่อต้นแบบร่วมกัน แล้วสร้างเป็นชิ้นงาน หรือกระบวนการ ผ่านการวิเคราะห์และวิจารณ์ร่วมกัน ปรับปรุงจนได้ผลงานที่เป็นที่ยอมรับได้ในกลุ่ม

9.2 แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีนี้เกิดจากแนวคิดของนักการศึกษาที่สำคัญ 2 ท่าน คือ เลฟ เซเมนวิช ไวโกตสกี (Lev Semenovich Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย และของ เพียเจต์ (Jean Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส แต่เพียเจต์ให้ความสำคัญด้านพัฒนาเชิงโครงสร้างทางปัญญาจากภายในตัว

(Cognitive constructivism) การรับและซึมซับข้อมูลใหม่สู่การปรับการรับรู้และพัฒนาส่วนบุคคล ในขณะที่ไวท์ทสก็ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมรอบตัวบุคคล (Social Constructivism) มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเชาวน์ปัญญาและกระบวนการคิด (เพียร์ทีย์ โรจนปัญญา. 2555 : 107 ; ทิศนา ขัมมณี. 2555 : 91) แต่แนวคิดทั้ง 2 มาจากกลุ่มพื้นฐานของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) (Fosnot. 1996 : 23) ในที่นี้ขอเน้นตามแนวคิดของไวท์ทสก็ ที่เชื่อว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ เน้นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนมีวิธีการกระตุ้นเสริมความรู้ ซึ่งเมื่อผู้เรียนพบสถานการณ์ที่ขัดแย้ง หรือ ปัญหา ผู้เรียนก็จะพยายามไตร่ตรองหาทางออกเพื่อคลี่คลาย โดยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่ ผ่านกระบวนการร่วมกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ผู้สอน เพื่อน ให้กระทำสำเร็จเพื่อพัฒนาสติปัญญาแก่ผู้เรียนเอง (พัชรีย์ ปิยะภรณ์. 2555 : 3 ; Wood ; Bruner ; & Ross. 1976 : 98 ; Bofil. 2013 : 32) สอดคล้องกับ แพพเพิร์ต (Papert. 1996) ที่กล่าวว่า “ การเรียนรู้ที่ดีกว่า ไม่ได้มาจากการค้นพบวิธีการสอนที่ดีกว่าของครู หากแต่เป็นการให้โอกาสในการสร้างที่ดีกว่าแก่ผู้เรียน”

แนวคิดของทฤษฎีนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ปัจจุบัน หากมีการพิจารณาถึงรากฐานการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้นก็จะพบความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงสู่ทฤษฎีการเรียนรู้ เพราะหัวใจสำคัญของทฤษฎีมุ่งเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญให้เกิดความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน (Taber. 2011 : 39) ความโดดเด่นของทฤษฎีนี้ที่ความสำคัญอีกประการหนึ่ง ตามที่ไวท์ทสก็กล่าวคือ การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) ระหว่างนักเรียนกับครู หรือผู้ชำนาญกว่าจะช่วยส่งเสริมกระบวนการเสริมต่อความรู้ (Scaffolding) (Vygotsky. 1978 : 86) กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการเสริมต่อความรู้เป็นการช่วยเหลือจากผู้ชำนาญกว่าหรือครูผู้สอนให้ผู้เรียนหรือผู้ที่อ่อนประสบการณ์กว่าได้กระทำการสำเร็จผลภายใต้ความสามารถของตนเองอย่างอิสระ (Kim ; & Hannafin. 2011 : 406 อ้างอิงจาก Wood et al. 1976) ซึ่งกระบวนการสอนที่เสริมต่อความรู้ (Instructional Scaffolding) ก็เสมือนกลวิธีการสอนของครู (Teaching strategy) ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้เรียนด้วยการเรียนรู้ด้วยการร่วมมือ (Collaborative Learning) ในการแก้ไขปัญหาหรือทำงานที่ซับซ้อน ยากที่จะทำเสร็จเพียงคนเดียวควรได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากครูผู้สอน (Mor ; & Mogilevsky . 2013 : 13 ; Haartman. 2002 ; Kaikan ; & Yang. 2010 : 65)

บอนค์และคัลลิ่งแฮม (Bonk ; & Cunningham.2002? : 34) ได้วิเคราะห์และจำแนกข้อสรุปจากนักการศึกษาหลายท่าน สรุปหลักการและการปฏิบัติการสอนของครูที่ต้องคำนึงถึงเมื่อออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivist) มีหลักการสำคัญ ดังนี้ 1) มีกิจกรรมที่กำหนดให้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอย่างมีแบบแผนในการปฏิบัติ 2) กำหนดใช้ปัญหาตามสภาพจริง (Authentic Problems) ในบรรยากาศการเรียนรู้ 3) เลือกกลุ่มที่มีความสนใจร่วมกัน และมีกิจกรรมสัมพันธ์กันที่สนใจในประเด็นเดียวกัน 4) สนทนาและขยายความแนวคิด กล่าวคือ ใช้กิจกรรมที่หลากหลายดึงดูดให้เกิดการสนทนาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน 5) ให้ผู้เรียนได้ค้นหาข้อสรุปผ่านการอภิปราย ตอบคำถามร่วมกัน และการประมวลและสะท้อนรายกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มรวมถึงรายบุคคลได้สะท้อนผลของประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ 6) จัดเตรียมปัญหากระตุ้นเพื่อให้การแก้ปัญหาของผู้เรียนประสบผล 7) มุมมองหลากหลายในการอธิบาย การยกตัวอย่าง และวิธีการอื่นๆเพื่อจัดอุปสรรค และ 8) เน้นการประเมินเป็นกลุ่ม และสามารถประเมินรายบุคคลได้ในขณะเรียนรู้ ทั้งเน้นการประเมินตามสภาพจริงในปัญหาและภาระงานที่ทำทายใกล้เคียงกับความจริง

จากแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์กับสังคม สรุปว่า การให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่เกิดขึ้นได้ต้องขึ้นอยู่กับผู้สอนเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียม เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น มีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหามาให้ผู้เรียนได้แก้ไข ผู้เรียนจะแก้ไขได้ก็ควรได้รับชี้แนะ แต่ไม่ใช่การสอนที่เป็นการบอกหรือเน้นผลลัพธ์ความรู้สุดท้าย หากแต่ระหว่างที่ร่วมกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น ผู้เรียนต้องได้ร่วมมือกันลงมือกระทำเพื่อหาคำตอบเอง และที่สำคัญจัดเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก เช่น แลกเปลี่ยน แบ่งปัน อภิปรายโต้ตอบระหว่างเพื่อน หรือผู้สอนด้วย และผู้สอนให้ความสำคัญกับพฤติกรรมขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่นเดียวกันกับการจัดการฝึกอบรมหากผู้จัดมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้และทำงานร่วมกัน แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก็เป็นแนวคิดสำคัญที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมระหว่างอบรม เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และมุ่งหวังให้ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้และทักษะตลอดกระบวนการ

9.3 แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ(Collaborative Learning) มีการปฏิบัติและศึกษาเริ่มมาตั้งแต่ราวปี 1900 หลักการนี้มาจากฐานทฤษฎีของจอห์น ดิวอี้ (Jonh Dewey) ไวโกตสกี (Vygotsk) ปี 1980 และ

เบนจามิน บลูม (Benjamin Bloom) ปี 1956 ที่เน้นให้มุ่งหาวิธีการว่าจะทำอย่างไรให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากผู้สอนสู่การพัฒนาตนเองมากกว่าเดิมอย่างที่เป็นมา เป็นที่มาของคำว่า การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน (student-focus Learning) ซึ่งไวทก๊อตสกีเองก็เน้นว่าการเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมและต้องกระทำแบบไม่แยกเดี่ยว รากฐานนี้จึงเป็นที่มาของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (National School Reform Faculty. 2006 : 12) แนวคิด การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ได้เผยแพร่สู่สาธารณชนโดยนักการศึกษาคนสำคัญ คือ สลาวิน (Slavin) เดวิน จอห์นสัน (David Johnson) และ รอเจอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) ซึ่งมีแนวคิดตรงกันว่า การมีปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่าง (ทศนา แหมมณี. 2555 : 98)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มีการรวมกลุ่มตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปที่มีความแตกต่างกัน ร่วมกันทำกิจกรรม แก้ไขปัญหา หรือทำภารกิจให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยผ่านกิจกรรมที่ออกแบบ หรือกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติ (workshop) ที่มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ไตร่ตรองร่วม อภิปราย ค้นหาข้อมูลร่วมกัน แสดงความคิดเห็น และหาข้อสรุปร่วมกันที่สำคัญความรู้จะถูกสร้างขึ้นร่วมกันและแบ่งปันซึ่งกันและกัน (ทศนา แหมมณี. 2555 : 98 ; Iqbal ; Kousar ;& Ajmal.2011 : 608 ; National School Reform Faculty.2006 : 12 ; Gokhale. 1995 : 22)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) มีความสับสนในคนบางกลุ่มเกี่ยวกับความแตกต่างของการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) ทั้งนี้ทั้ง 2 คำมีความหมายคล้ายคลึงเป็นที่เข้าใจทั่วกันว่า คือ “ การทำงานร่วมกัน ” ที่ผ่านมามีนักการศึกษาหลายท่านได้พยายามแบ่งขอบเขตเพื่อแยกความหมายของ 2 คำนี้ออกจากกันให้ชัดเจนขึ้น โดยพิจารณาถึงบทบาทที่แตกต่างกันของผู้สอนและผู้เรียนความคำว่าใน 2 คำนี้ คำแรก “ Cooperative Learning ” หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่มีการทำงานแบบกลุ่มเล็กๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือภาระงานร่วมกัน มีโครงสร้างบรรยากาศที่ครูผู้สอนอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และมุ่งเน้นพัฒนาทักษะเฉพาะอย่าง (Posey ; & Lyons. 2011 : 363 อ้างอิงจาก Olivares.2007) ส่วนคำว่า “ Collaborative Learning ” หรือ การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการทำงานหรือกิจกรรมที่ปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ในรูปแบบของการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเน้นสร้างความรู้และแก้ปัญหา ผู้สอนมีบทบาทน้อยมากเมื่อเทียบกับ Cooperative Learning (Roberts.2005 : 11)

เป้าหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ ต้องการให้บุคคลทำงานร่วมกันเป็นกระบวนการแล้วมุ่งกระทำการงานนั้นไปสู่เป้าหมายเดียวกัน มีการเรียนรู้หลายรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (The Metiri Group.2009 : 7) เช่น การเรียนรู้แบบร่วมกัน(Cooperative learning) การเรียนรู้ร่วมกัน (Collective learning) สังคมการเรียนรู้ (Learning Communities) การเรียนรู้เป็นทีม (Team Learning) เป็นต้น ทั้งนี้มีสิ่งที่เหมือนกันชัดเจนคือการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน (Dooly.2008 : 21) กระบวนการเรียนรู้ร่วมมือจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะความคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ (Gokhale. 1995 : 22)

ลักษณะของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ขอสรุปดังต่อไปนี้

- 1) ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน (Together)
- 2) ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้วิจัยและเรียนรู้แบบนำตนเอง
- 3) สถานการณ์ในการเรียนรู้ (Situation) เป็นการร่วมกันระหว่างคนที่มีความสามารถ และสถานะใกล้เคียงกัน เช่น นักเรียนกับนักเรียน ครูกับครู เพื่อนร่วมงาน ไม่ใช่ครูกับนักเรียน ไม่ใช่เจ้านายกับลูกน้อง
- 4) ผู้สอนต้องเข้าใจลีลาการเรียนรู้และแนวคิดของผู้เรียน ตัดสินใจได้ว่าจะจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้อย่างไร เมื่อไหร่ และควรจัดกิจกรรมที่เข้าใจได้ง่าย
- 5) แม้จะมีกิจกรรมเพื่อการปฏิสัมพันธ์ค่อนข้างมาก ก็ควรมีหลักฐานในการเรียนรู้ เช่น การเขียน การอ่าน การสอนด้วย หรือผลงานเชิงประจักษ์
- 6) เป็นกิจกรรมที่เผชิญหน้า และเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ผู้เรียนรับบทบาทตนเองชัดเจน
- 7) การเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถอธิบายถึงตัวบุคคลได้
- 8) สมาชิกในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์ได้อย่างหลากหลาย เช่น การแบ่งปันความรู้ การโต้เถียงที่แสดงความคิดเห็น การประชุมร่วมกัน และโดยเฉพาะการอภิปรายกันภายในกลุ่ม เป็นสิ่งกระตุ้นเพิ่มความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้โดยผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ ชัดเจน
- 9) มีบรรยากาศที่เป็นการแลกเปลี่ยน แบ่งปันหรือส่งต่อข้อมูลระหว่างผู้เรียนคนอื่นที่ทำงานในเป้าหมายเดียวกัน
- 10) มีการประเมินผลของการร่วมมือ โดยผู้จัดกิจกรรมรวมถึงครู เพื่อตรวจสอบและทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นว่าได้ผลหรือไม่ อย่างไร

(University Teaching Services.1997 : 2 ; Dillenbourg.1999 : 6-12; Brindley ; Walt ; & Blachke.2009 : 3 ; Dooly.2008 : 22)

สิ่งจำเป็นสำหรับการการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ กระบวนการที่เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและตัดสินใจร่วมกัน การลงมติในประเด็นต่างๆร่วมกัน และให้เกียรติซึ่งกันและกัน มีการเปลี่ยนแปลงบทบาทในการเป็นผู้นำและผู้ตามในทีม และมีความเสมอภาคเท่าเทียม (Posey ; & Lyons. 2011 : 363 อ้างอิงจาก Gardner.1998 ; Diaz ; Brown ; & Salmons.2010 : 1) สอดคล้องกับ คินเดิลและชมิทท์ (Kindle; & Schmidt. 2011 : 98) ที่ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเสริมความรู้และเปิดโอกาสให้ศึกษาเพื่อหาคำตอบอย่างอิสระ และการเรียนในวัยนักศึกษาจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมให้เรียนรู้แบบร่วมมือกันกับเพื่อนร่วมชั้นเพื่อการเรียนรู้ที่สัมฤทธิ์และเป็นประโยชน์สู่การเตรียมพร้อมเป็นวัยทำงานในอนาคต (Farrell ; Devlin; & ; James.2007 : 3)

ซึ่งด้วยเหตุผลข้างต้น ในวิจัยครั้งนี้เป็นการร่วมกิจกรรมของนักศึกษาครูที่เป็นวัยผู้ใหญ่ ตอนต้นมีวุฒิภาวะเพียงพอในการทำกิจกรรม จึงเลือกใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือหรือ (Collaborative Learning) ในกิจกรรมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้นักศึกษาได้ทำงานร่วมกันผ่านกระบวนการที่มีปฏิสัมพันธ์อันเป็นแนวทางปฏิบัติที่ได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกันในประเด็นและสถานการณ์ หรือปัญหาที่กำหนดขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาได้สร้างความรู้ด้วยตนเองระหว่างทำกิจกรรมจนกระทั่งเสร็จสิ้นการฝึกอบรม

10. สรุปแนวคิดในการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาศิษย์ครูเพื่อส่งเสริม TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK ที่ผู้วิจัยนำหลักการการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจในทัศน์ TPACK สำหรับนักศึกษาครูซึ่งสรุป 9 หลักการ ได้นี้ 1.กำหนดขอบเขตองค์ความรู้ TPACK เหมาะกับบริบทในชั้นเรียน 2.จัดกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในแนวคิดTPACK เพื่อการประยุกต์ใช้ 3. สาธิตการใช้ความรู้เพื่อการบูรณาการ ICT 4.จัดกิจกรรมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 5.ออกแบบแผนการจัดการ 6.จัดกิจกรรมการแสดงผลแนวคิดและนำเสนอผลงานเรียนรู้ 7.จัดกิจกรรมให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน 8.มี

กิจกรรมสะท้อนความรู้ ผลงานที่ลงมือทำและแนวคิดที่เกิดขึ้น และ 9.การตรวจสอบผลลัพธ์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งเป็นลักษณะตามหลักการออกแบบโปรแกรมเพื่อพัฒนาความรู้ TPACK ร่วมกับการวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยในหลักสูตรของงานวิจัยต่างๆเพื่อการพัฒนา TPACK โดยดึงจุดเด่นเข้ามาและคัดจุดด้อยออกไป จนได้ข้อสรุป 4 กระบวนการ โดยสรุปดังนี้ 1.การอบรมให้ความรู้ในองค์ประกอบของ TPACK ตามคำอธิบายในนิยามที่กำหนดไว้ เป็นขั้นกลวิธีหลากหลายเพื่อการอธิบายธรรมชาติของ TPACK โดยเน้น PCK เป็นจุดเริ่มต้น 2.การสาธิตในการลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจ TPACK เป็นขั้นการทำความเข้าใจเบื้องต้นจากการสังเกตของการสาธิตตัวอย่างก่อนการลงมือปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้นักศึกษามองเห็นภาพในการปฏิบัติจริงได้ 3.การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองของนักศึกษาครูเพื่อพัฒนาความเข้าใจใน TPACK เป็นขั้นการลงมือทำ ผักผ่อน และส่งเสริมความเข้าใจผ่านกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ(Workshop) โดยเฉพาะการออกแบบแผนการเรียนรู้ของนักศึกษา และ 4.การสะท้อนความรู้ที่ได้ เป็นขั้นที่นักศึกษาครูสะท้อนความรู้ ประสบการณ์ และการแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่ได้ร่วมลงมือปฏิบัติ จัดเป็นการทบทวนและประมวลความคิดเห็น เหตุการณ์ และความสามารถที่ตนเองได้รับทั้งหมดในแต่ละครั้ง อีกทั้งผู้วิจัยพิจารณาร่วมกับกลุ่มกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK ทั้งหมด 14 กลุ่ม แล้วจัดกลุ่มตามลักษณะร่วมเพื่อทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนา กลายเป็น 7 กลุ่มดังนี้ 1. การทดสอบความรู้ของ TPACK 2.การเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมาย TPACK 3.การพิจารณาตัวอย่างและขยายความรู้ในองค์ประกอบ TPACK 4.การออกแบบแผนการเรียนรู้ภายใต้บริบท TPACK 5.การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ 6.การสะท้อนความรู้ และ 7.การปฏิบัติการสอนและตรวจสอบผลลัพธ์ความรู้

รวมทั้งจากการศึกษาแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivist สรุปไว้ คือ มีกิจกรรมที่กำหนดให้มีปฏิสัมพันธ์สื่อสารร่วมกัน จัดให้ผู้เข้าร่วมเรียนรู้ได้ทบทวน และสำรวจปัญหา หรือปรากฏการณ์ในชีวิตจริง ทำงานงานเป็นกลุ่ม แบ่งปันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการโต้แย้งและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผล จัดให้มีการสะท้อนผลการเรียนรู้ มีการสรุปขยายความในแนวทางที่ถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญของข้อสรุปนั้นๆ และมีการประเมินการเรียนรู้ที่ปัญหาและแก้ไขที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อเติมเต็มบรรยากาศแห่งการเรียนรู้

อีกทั้งแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม หรือกิจกรรมร่วมกันที่เน้นปฏิสัมพันธ์สื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เปิด

โอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิด ตัดสินใจและลงมือร่วมกันในประเด็นต่างๆ ขณะที่ผู้สอนมีบทบาทน้อยลงเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ (Roberts.2005 ; The Metiri Group.2009 , Dooly.2008 , Posey ; & Lyons.2011)

ในด้านแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการระลึกถึงประเด็นจากการสังเกตและทบทวน ให้พิจารณาทุกแง่มุมแล้วตั้งคำถาม สร้างจินตนาการและสมมติเหตุการณ์ จากการพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์จากเรื่องราวที่ใกล้เคียงของบริบทจริงที่คล้ายคลึงและมีความเป็นไปได้ สิ่งสำคัญของการคิดออกแบบจะเกิดขึ้นได้ต้องเริ่มจากการตั้งคำถามของตนเองและค่อยมองหาทางออกหรือแก้ไขร่วมกัน (Bell.2008 , CTAHR.2012 , Fierst ; et.al.2011 , Dorst.2011 ,Brown.2008) ดังนั้น การตั้งคำถามด้วยตนเองเป็นเทคนิคเริ่มต้นที่ดีเพื่อทบทวนการรับรู้ตนเอง ผู้การเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเองต้องการ

จากข้อสรุปหลักการและ แนวคิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาและสร้างความเข้าใจในแนวคิด TPACK ผู้การประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทชั้นเรียนต่อไป ซึ่งเป็นดังตาราง 11 สังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 การสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK

หลักการการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการ พัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู	กระบวนการ ขับเคลื่อนเพื่อ พัฒนา TPACK กับ นักศึกษาครู	กลุ่มกิจกรรม เพื่อการพัฒนา TPACK	แนวคิดการคิด ออกแบบ (Design Thinking)	แนวคิดตามทฤษฎีการ สร้างองค์ความรู้ที่เน้น ปฏิสัมพันธ์สังคม	การเรียนรู้ แบบร่วมมือ	รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนการ อบรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
1.กำหนดขอบเขตองค์ความรู้ TPACK เหมาะ กับบริบทในชั้นเรียน		✓		✓		นำสู่มนทัศน์ (Introduction : I)
2.จัดกิจกรรมที่ใช้กลวิธี/เทคนิคต่างๆเสริมสร้าง ความเข้าใจTPACK	✓	✓		✓	✓	สร ร ส ร ำ ง ใ ห้ เ ช้ า ใ จ (Comprehension : C)
3.สาธิตการใช้ความรู้เพื่อการบูรณาการ ICT						
4.จัดกิจกรรมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และลง มือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไข ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	✓		✓ *สะพานเชื่อม แนวคิด	✓	✓	ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation & Design : CD) ปรึกษาหารือ (Consultation : C)
5.ออกแบบแผนการจัดการ						
6. นำเสนอแนวคิดผ่านผลงานออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓	ร่วมมือออกแบบ (Designing : D)
7.จัดกิจกรรมให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน						

หลักการการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู	กระบวนการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครู	กลุ่มกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK	แนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking)	แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์สังคม	การเรียนรู้แบบร่วมมือ	รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนการอบรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
8. มีกิจกรรมสะท้อนความรู้ และผลงานที่ลงมือทำและแนวคิดที่เกิดขึ้น	√	√		√	√	แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis : A)
	√	√				สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection :R)
9. การตรวจสอบผลลัพธ์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม	√	√		√		ประเมินผลความรู้ (Evaluation :E)

จากตาราง 11 จะปรากฏเครื่องหมาย✓ แสดงความสอดคล้องและมีลักษณะร่วมกันในแต่ละกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK ส่วนในกรณีที่ไม่มีเครื่องหมาย ✓ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่มีลักษณะร่วมตามทฤษฎี แต่มีความสอดคล้องกับหลักการออกแบบโปรแกรมการอบรม TPACK สำหรับนักศึกษาครู และสิ่งสำคัญเป็นจุดเด่นที่เพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ คือ ในกระบวนการที่ให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ลงมือปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดในการอบรม ผู้วิจัยยึดแนวคิดสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มาเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความคิดที่ผุดเกิดขึ้นจากการพูดคุยปรึกษาหารือ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์สอนระหว่างผู้เข้าร่วมอบรม (Consultation) ก่อนร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นในขั้นร่วมออกแบบ (Designing)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู I2CARE model อ่านว่า ไอ หู แคร่ ซึ่งทั้งหมด 6 ขั้น ดังนี้

1. นำสู่มนต์ทัศน์ (Introduction : I) หมายถึง วิทยากรนำผู้เข้าอบรมสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิด และประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครู จากข้อความ รูปภาพ สถานการณ์ วิดีโอ หรือสื่อความรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ และสื่อสารสิ่งที่รู้ออกมา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากผู้อบรมคนอื่น และวิทยากรนำสู่ขั้นต่อไปสู่กิจกรรม

- การวิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยทำหน้าที่ตรวจสอบความรู้เดิมด้วยวิธีการนำเสนอข้อความ รูปภาพ และสถานการณ์มาให้ให้นักศึกษาพิจารณาและอธิบายสิ่งที่ผิดพลาด แล้วนำสู่การแนะนำรู้จักองค์ประกอบของ TPACK

- จุดประสงค์ของของกิจกรรมนี้ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้สังเกต พิจารณา และวิเคราะห์ความผิดปกติ โดยใช้ความรู้เดิมและเป็นการทวนความรู้ที่นักศึกษามีมาก่อน

(Hu ; & Fyfe. 2010 ; Koh; & Divaharan. 2011 ; Jang ; & Chen. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; Alayyar ; & Voogt. 2012 ; Niwat Srisawasdi. 2012 ; Alsofyani. ; et al. 2012)

2. สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension : C) หมายถึง วิทยากรใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้ นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อเริ่มสร้างความเข้าใจจากกิจกรรม

- การวิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยสาธิต ยกตัวอย่างและชี้แนะการกระทำ เช่น การสำรวจหาแหล่งที่มาของไอซีทีเป็นตัวอย่าง การสาธิตวิธีใช้ไอซีทีและนักศึกษา ก็สังเกตและทำตามจากตัวอย่าง

- จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อการพิจารณาในองค์ประกอบของ TPACK จากการยกตัวอย่าง การสาธิตให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น เช่น วิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้และเข้าใจของผู้เรียนเพื่อพิจารณาว่าหัวข้อนี้ควรใช้เทคโนโลยีประเภทใด และการสำรวจแหล่งเรียนรู้เครื่องมือไอซีที เพื่อพิจารณาลักษณะเด่นและข้อจำกัดของไอซีทีนั้น เป็นต้น (So ; & Kim. 2009 ; Hu ; & Fyfe. 2010)

3. ปรัชญาหรือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing : CD) ในขั้นนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ปรัชญาหรือ (Consultation) และ 2) ร่วมมือออกแบบ (Designing)

1) ปรัชญาหรือ (Consultation) หมายถึง ผู้เข้าอบรมที่เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ตามระดับชั้นที่ตนเองสอน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุย ปรัชญาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน จนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และหาแนวทางแก้ไขเบื้องต้นร่วมกัน กิจกรรมนี้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเองและหารือร่วมกันกับผู้ที่อยู่ในบริบทที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นขั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown. 2008)

2) ร่วมมือออกแบบ (Designing) หมายถึง วิทยากรกำหนดสถานการณ์ หรือภารกิจให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มออกแบบการแก้ปัญหาหรือ ข้อผิดพลาดที่กำหนดขึ้นจากสถานการณ์หรือข้อจำกัดบางประการที่มีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นได้

- วิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาให้ผู้เข้าร่วมได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหานั้นๆ และนักศึกษาก็รับความท้าทายด้วยการออกแบบแก้ปัญหานั้นตามที่กำหนด

- จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามบริบทที่กำหนดขึ้น โดยระหว่างการออกแบบนักศึกษาจะได้ทบทวนความรู้และจากตัวอย่างที่เคยเห็นในขั้นที่ 1 และ 2 แล้วตัดสินใจเลือกนำมาออกแบบแผนการเรียนรู้

(Hu ; & Fyfe. 2010 ; Koh; & Divaharan. 2011 ; Jang ; & Chen. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; So; & Kim. 2009 ; Alayyar ; & Voogt. 2012 ; Niwat Srisawasdi. 2012 ; Alsofyani. ; et al. 2012 ; Tasar ; & Timur. 2010? ; Chien, ; et al. 2012)

4. แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปในแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบจุดเหมือนและต่างสู่ และปรับวิธีแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม

- วิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยทำหน้าที่ประเมินและให้คำแนะนำแผนการเรียนรู้กับนักศึกษา และนักศึกษาต้องทำหน้าที่ประเมินความเข้าใจโดยการวิเคราะห์แยกแยะบทบาทของแต่ละองค์ประกอบของ TPACK ในแผนการเรียนรู้และวิเคราะห์เหตุผลในการออกแบบแผนการเรียนรู้ และปรับแผนตามคำแนะนำ

- จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักศึกษาได้วิเคราะห์แผนการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้นทั้งจากตนเองและแผนของผู้อื่น เป็นการตรวจสอบความเข้าใจ TPACK ด้วย และนำคำแนะนำไปปรับปรุงแก้ไขแผน

(Hu ; & Fyfe. 2010 ; Koh; & Divaharan. 2011 ; Jang ; & Chen. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; Alayyar ; & Voogt. 2012 ; Niwat Srisawasdi. 2012 ; Alsofyani. ; et al. 2012 ; Tasar ; & Timur. 2010? ; Chien, ; et al. 2012)

5. สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection) หมายถึง ผู้เข้าอบรมประมวลแนวคิด ความรู้ และทักษะจากการร่วมกิจกรรมของตนเองในแต่ละหน่วยกิจกรรม โดยรูปแบบการสะท้อนแนวคิดในขั้นนี้ให้ผู้เข้าร่วมอบรมบันทึกในสมุดคู่มือการอบรมเป็นหลักฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

- วิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยทำหน้าที่กระตุ้น และรับฟังการสะท้อนแนวคิดจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวัน และนักศึกษาแสดงความคิดเห็น ถ่ายทอดและสื่อในสิ่งที่ได้จากการร่วมกิจกรรม

- จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักศึกษาได้สะท้อนแนวคิดในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

(Hu ; & Fyfe. 2010 ; Koh; & Divaharan. 2011 ; Jang ; & Chen. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; Alayyar ; & Voogt. 2012 ; Alsofyani. ; et al. 2012 ; Tasar ; & Timur. 2010? ; Chien, ; et al. 2012)

6. การประเมินผลความรู้ (Evaluation) หมายถึง ผู้เข้าอบรมทดสอบประเมินผลความรู้ความเข้าใจต่อองค์ความรู้ที่ได้รับจากสิ่งที่วิทยากรกำหนด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK

- วิเคราะห์จากพฤติกรรม คือ ผู้วิจัยทำหน้าที่ตรวจสอบผลความรู้ที่นักศึกษาได้ในแต่ละ และ นักศึกษาได้ทดสอบความรู้ที่ตนเองได้ในแต่ละวัน โดยเป็นการทำแบบทดสอบย่อยประเมินความรู้

- จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจด้าน TPACK ของนักศึกษาในแต่ละวันผ่านการทำแบบทดสอบย่อย

(Koh; & Divaharan. 2011 ; Jang ; & Chen. 2010 ; Kafyulilo.2012 ; Alayyar ; & Voogt. 2012 ; Chien, ; et al. 2012)

รูปแบบ I2CARE model นี้จัดเป็นรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำรูปแบบนี้ไปหาสอดคล้องและทดลองใช้เพื่อปรับปรุงโครงสร้างต่อไป อย่างไรก็ตาม I2CARE model มีแนวคิดอันเป็นกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบนี้ใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ระหว่างร่วมกิจกรรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจการบูรณา ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการสืบเสาะในชั้นเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-methods) รูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) มาใช้เป็นวิธีเพื่อตีความและสรุปผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบมาจาก 4 กระบวนการ ดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา
- 2) สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง
- 3) พัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู
- 4) การนำไปใช้และศึกษาผล

ทั้งนี้เพื่อความเข้าใจในการพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครู สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปภาพรวมกระบวนการพัฒนารูปแบบ ดังตาราง 12 แสดงขั้นตอนของกระบวนการพัฒนารูปแบบ

ตาราง 12 แสดงขั้นตอนของกระบวนการพัฒนารูปแบบ

ขั้น	วิธีการ	เป้าหมาย	เครื่องมือ
1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา	ศึกษา เอกสาร และงานวิจัย	เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและกรอบแนวคิด	เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง
2) สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง	1.สำรวจบริบทชั้นเรียน 2. กำหนดนิยาม ขอบเขต และองค์ประกอบของรูปแบบ	เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับบริบทและสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู พร้อมทั้งองค์ประกอบ	- การบันทึกภาคสนามขณะสังเกตการสอนและบริบท ภาคเรียนที่ 1 - แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
3) พัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู 3.1 ออกแบบพัฒนา รูปแบบ - ปรับปรุง 3.2 ทดลองใช้	1. ออกแบบขั้นกระบวนการพัฒนา TPACK 2.ออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพ - ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบและโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญ - ทดลองใช้และปรับปรุง	เพื่อให้ได้โครงร่างรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมสำหรับการทดลองใช้และใช้จริง	- คู่มือการใช้รูปแบบและโปรแกรม - แบบวัดความรู้ (Concept of TPACK) - แบบประเมินนิเทศน์การออกแบบแผนฯ (TPACK-Concept) - แบบประเมินความสามารถ (TPACK-Action) - แบบประเมินความคิดเห็น - แบบสัมภาษณ์ - แบบสังเกตพฤติกรรม
4) การนำไปใช้และศึกษาผล	ช่วงติดตามและสะท้อน	เพื่อตรวจสอบและประเมินจุดมุ่งหมายของรูปแบบการพัฒนา TPACK และศึกษาผลของรูปแบบและโปรแกรม	- คู่มือการใช้รูปแบบและโปรแกรม - แบบวัดความรู้ (Concept of TPACK) - แบบประเมินนิเทศน์การออกแบบแผนฯ (TPACK-Concept) - แบบประเมินความสามารถ (TPACK-Action) - แบบประเมินความคิดเห็น - แบบสัมภาษณ์ - แบบสังเกตพฤติกรรม

การกำหนดประชากร การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และแบบแผนการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1-2 ปีการศึกษา 2557

2) กลุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษา นักครูสาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียน ปฏิบัติการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน โดยเป็นการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามคุณสมบัติที่มีเกณฑ์กำหนด ดังนี้ (1) เป็นนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินความพร้อมและความสามารถก่อนฝึกปฏิบัติการสอนตามกรอบแนวคิดด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK framework) (2) ลงทะเบียนเรียนรายวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (3) ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร (4) แสดงความจำนงค์ในการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการบูรณาการ ICT ในการสอนวิทยาศาสตร์ (5) สนใจเข้าร่วมวิจัยและสามารถให้ข้อมูลได้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการวิจัย และเลือกใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างกรณีสุดโต่ง (Extreme case sampling) นักศึกษาครูจำนวน 4 คนเพื่อทำการศึกษาเชิงลึก โดยเลือกจากนักศึกษาครูที่มีคะแนนความเข้าใจในแนวคิด TPACK กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 2 คน ขอบเขตการศึกษา คือ ฝึกปฏิบัติการสอนที่โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และช่วงระยะเวลาในการศึกษาวิจัยภาคการศึกษาที่ 1- 2 ปีการศึกษา 2557 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2557 – เมษายน 2558

2. จริยธรรมการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามจริยธรรมในการวิจัย โดยมีการลงนามยินยอมให้ข้อมูลเป็นลายลักษณ์อักษร และก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงสาระสำคัญสำหรับการเก็บข้อมูลวิจัยแก่ผู้ให้ข้อมูล และพิทักษ์สิทธิของผู้ให้ข้อมูลและโรงเรียนที่ปฏิบัติการสอน โดยการใช้นามสมมติในการนำเสนอข้อค้นพบจากการศึกษา นอกจากนี้โครงการวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ซึ่งมีใบรับรองจริยธรรมการวิจัยจากโครงการวิจัยหมายเลขรับรอง SWUEC/E-160/2560

3. แบบแผนการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-methods) รูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) มาใช้เป็นวิธีเพื่อตีความและสรุปผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาศิพครูด้าน TPACK สำหรับนักศึกษาครุสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยเป็น 2 ส่วน คือ แบบวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) และแบบวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบวิจัยเชิงปริมาณ

แบบแผนการวิจัยเชิงปริมาณ ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ในระยะการอบรมเพื่อประเมินข้อมูลทางสถิติ ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2538 : 249) วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังอบรมจากแบบวัดความรู้ความเข้าใจในแนวคิด TPACK ด้วย t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งในแบบวัด แบบประเมินแผน แบบประเมินการสอน และแบบประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบ ซึ่งมีแผนแบบการทดลอง ดังตาราง 13

ตาราง 13 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

ก่อนสอบ	ทดลอง	หลังสอบ
O_1	X	O_2

เมื่อ O_1 แทน การทดสอบก่อนการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่าง

O_2 แทน การทดสอบหลังการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน โปรแกรมการอบรมในรูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ส่งเสริม TPACK

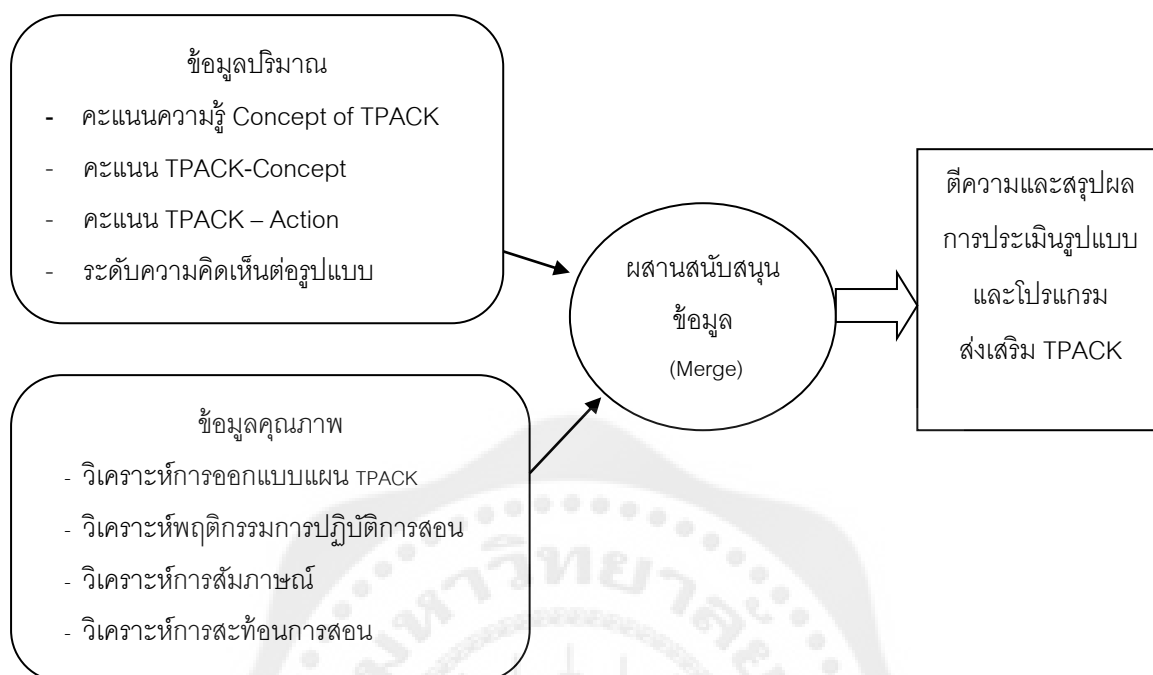
2) แบบวิจัยเชิงคุณภาพ

แบบแผนการวิจัยเชิงคุณภาพ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทั้งในระยะก่อนอบรม ระหว่างอบรม และหลังอบรมในระยะการติดตามผล เกี่ยวกับ TPACK ของนักศึกษาครู ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์

ข้อมูลแบบการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาอ่านและจับประเด็นสำคัญ ทำการลงรหัสข้อมูลแบบอุปนัย (Inductive coding) ที่ไม่มีการตั้งรหัสไว้ล่วงหน้าแต่ทำการลงรหัสเมื่อพบประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอธิบายเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย นำเสนอผลการวิจัยในลักษณะของการบรรยายเชิงพรรณนา ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเก็บข้อมูล ทำการตรวจสอบความเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้การตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) ได้แก่ การตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (data triangulation) คือจากแหล่งเวลาและแหล่งบุคคลที่ต่างกัน ใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลากหลายวิธี (Methodological triangulation) ซึ่งการศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามจริยธรรมในการวิจัย โดยมีการลงนามยินยอมให้ข้อมูลเป็นลายลักษณ์อักษร และก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงสาระสำคัญสำหรับการเก็บข้อมูลวิจัยแก่ผู้ให้ข้อมูล และพิทักษ์สิทธิของผู้ให้ข้อมูลโดยการใช้นามสมมติในการนำเสนอข้อค้นพบจากการศึกษา

3) การผสมผสานข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (Mixing)

การพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ครั้นนี้ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-methods) รูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพที่เก็บรวบรวม และวิเคราะห์ในแต่ละส่วนตามลักษณะข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาผสม (Mixing) หรือผสานข้อมูล (Merge) ในช่วงการแปลผลพิจารณาหาความสัมพันธ์ที่สอดคล้องตามนิยาม TPACK วิเคราะห์ความเข้าใจในแนวคิด TPACK ของกลุ่มตัวอย่าง และสรุปผลการประเมินรูปแบบและโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามลำดับ ดังภาพประกอบ 6 แสดงการวิจัยผสมผสานรูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) เพื่อตีความและสรุปผลการประเมินรูปแบบ



ภาพประกอบ 6 แสดงการวิจัยผสมผสานรูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) เพื่อตีความและสรุปผลการประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้น (ปรับจาก Creswell. 2013)

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา

เป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนโดยใช้เทคโนโลยีของประชากร และนำข้อมูลมากำหนดความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนที่มีการบูรณาการ ICT สภาพทั่วไป และความต้องการเชิงนโยบายการใช้ ICT เพื่อการบูรณาการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อสรุป ดังต่อไปนี้
 - 1.1)นโยบายการศึกษาให้ความสำคัญกับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้ให้เตรียมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การคิดวิจารณ์ญาณ และความคิดสร้างสรรค์ เน้นบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (MOE.2007 ; วิริยะ. 2551 ; สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554 ; กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2554 ; สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.2556)
 - 1.2)การใช้ ICT เพื่อการบูรณาการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ยังประสบปัญหาและเกิดอุปสรรคในการปฏิบัติจริงในชั้นเรียน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554 ; Jonathan. 2004 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552 ; Bingimlas. 2009 : 236-239 ; Jimoyiannis. 2010 : 605 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Zinyahs. 2012 : 3 ; Juuti ;et al. 2009 : 103 ; Jimoyiannis. 2010)
- 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู และแนวทางการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี รายละเอียดตาราง 14 สรุปประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบที่ส่งเสริม TPACK ดังนี้

ตาราง 14 สรุปประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบที่ส่งเสริม TPACK

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
1. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	TPACK เป็นกรอบแนวคิดที่ส่งเสริมการบูรณาการ ICT และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นี้สู่การปฏิบัติการสอนจริงในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ของผู้สอน
2. นิยามองค์ประกอบ TPACK	
2.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK)	ความรู้ความเข้าใจของผู้สอนด้านการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในทศนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลัก คือ การที่ผู้สอนรู้ความต้องการในตัวชี้ในหัวข้อเนื้อหาตามหลักสูตรและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตอบสนองตัวชี้วัด 2) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา คือ การที่ผู้สอนใช้กลวิธีการเรียนที่เน้นการสำรวจตรวจสอบตามแบบการสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในทศนและที่มาของมโนทัศน์ตามเนื้อหา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการที่สามารถตรวจสอบความรู้เดิม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมโนทัศน์ที่ยากเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาความสอดคล้องร่วมกับวิธีการสอน รูปแบบการประเมินผู้เรียนรายคน/รายกลุ่ม และหลักฐานการเรียนรู้
2.2 ความรู้ในเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (TCK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับเนื้อหา โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาจากการพิจารณาธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ในเนื้อหาตามหลักสูตร และซอฟต์แวร์วิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความรู้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
2.3 ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับกลวิธีสอน โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาใช้อำนวยความสะดวกในการจัดการสอน พิจารณาจากคุณสมบัติขั้นเรียน วิธีสอน ลำดับการใช้งาน กระตุ้นความสนใจและการประเมินผู้เรียน ซึ่งตรวจสอบความรู้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน
2.4 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	ความรู้ของผู้สอนที่ใช้ ICT แก้ปัญหา ยกระดับ และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในทัศนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้ 1. ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx) 2. ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) 3. ใช้ ICT ส่งเสริมการสร้างและขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC) 4. ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As) 5. ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative: Co)
3. ความรู้ในด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge : TK)	1. ICT ประเภทเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายและฉาก และซอฟต์แวร์ทั่วไปในระบบปฏิบัติการ) 2. ICT ประเภทสื่อที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจในทัศนวิทยาศาสตร์ เช่น ประเภทสื่อจำลอง Simulation ฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์(Data-based) เว็บไซต์จากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา 3. ICT ประเภทสืบค้นและแนะนำแหล่งเรียนรู้
4. บริบทเทคโนโลยีในชั้นเรียน	บริบทโครงสร้างทางกายภาพตามความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียน มีคอมพิวเตอร์ 1 ต่อชั้นเรียน 1 ห้อง เงื่อนไขบริบทเทคโนโลยีชั้นเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนในการบูรณาการ ICT

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
5. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในโลกที่เป็นจริง 2. สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ 3. เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ ตัดสินข้อมูล และแก้ปัญหา โดยใช้เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย 4. เน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงลึก (Deep understanding) 5. มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ตนเอง 6. วัดและประเมินผลที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง
6. แนวทางการใช้ ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามบริบทในชั้นเรียน	บทบาทของผู้สอน คือ เตรียมการเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน และปฏิบัติการสอน (Enact in classroom) สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน (Whole-class) ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน ในรูปแบบของ database, simulation , multiple linked representation ที่แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projectors) และเน้นการขับเคลื่อนและสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญให้เกิดแก่ผู้เรียน และเพิ่มช่องทางที่ชัดเจนเพื่อแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ ICT โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้เรียน คือ การได้รับโอกาสให้เกิดการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practice) โดยบทบาทผู้เรียนที่เน้นการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ ค้นหาหลักฐาน ประเมินหลักฐาน มีส่วนร่วมในการอภิปราย และสื่อสารข้อมูลเพื่ออธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สำรวจตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation)
6. หลักการออกแบบและพัฒนารูปแบบ	1. นิยามองค์ประกอบและขอบเขตมโนทัศน์ TPACK ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบท 2. มีกิจกรรมที่พัฒนามโนทัศน์ TPACK

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
การอบรมส่งเสริม TPACK	3. มีกิจกรรมที่สาธิตตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย และกลวิธีการสอนที่ส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนา PCK 4. มีกิจกรรมและเทคนิคที่ส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้ร่วมกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้กับผู้เรียนในชั้นเรียนตามบริบทจริง เน้นให้คำแนะนำในการวางแผนการเรียนรู้และเรียงลำดับความต่อเนื่องการจัดการเรียนการสอน คำนึงถึงทรัพยากรเทคโนโลยีที่มี ระดับชั้นผู้เรียนและความพร้อมของโรงเรียน 5. ผลลัพธ์ปรากฏเป็นรูปธรรมในลักษณะของการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ 6. มีกิจกรรมที่นำเสนอและตัวอย่างการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ 7. กิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนา TPACK เป็นบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน 8. มีกิจกรรมการสะท้อนความคิด(Reflection) ในการเชื่อมโยงและบูรณาตามมโนทัศน์ TPACK 9. มีวิธีการนำเสนอ การปฏิบัติ และส่งเสริมให้นำไปใช้ในการปฏิบัติการสอนจริงในบริบทชั้นเรียน เพื่อให้สามารถตรวจสอบผลจากการพัฒนา TPACK
9. การคิดเชิงออกแบบ	แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการสังเกต ระบุ และทบทวนในประเด็นใดๆ แล้วตั้งคำถาม สร้างจินตนาการและสมมติเหตุการณ์ ซึ่งเป็นเรื่องราวที่ใกล้เคียงความจริงและมีความเป็นไปได้ สิ่งสำคัญของการคิดออกแบบจะเกิดขึ้นได้ต้องเริ่มจากการตั้งคำถามของตนเองใกล้ตัวและพยายามมองหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไข
10. ทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม	แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivist) มีกิจกรรมให้ผู้ร่วมกิจกรรมได้ปฏิสัมพันธ์สื่อสาร ทบทวน และสำรวจปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การโต้แย้งด้วยเหตุผล

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
	และจัดให้มีการสะท้อนผลการเรียนรู้ มีการสรุปขยายความในแนวทางที่ถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญของข้อสรุปนั้นๆ และมีการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาและแก้ไขที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง
11. การเรียนรู้แบบร่วมมือ	การเรียนรู้แบบร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์สื่อสารระหว่างผู้ร่วมกิจกรรม เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตัดสินใจและลงมือร่วมกันในประเด็นต่างๆ ขณะที่ผู้ดำเนินการกิจกรรมมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้

ชั้น 2. สำรวจปัญหา/สภาพบริบท และกำหนดจุดมุ่งหมาย

2.1 สำรวจปัญหาเบื้องต้น

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบประเมินตนเองด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Schmidt ; et.al. 2009 ; Jimoyiannis. 2010 ; Yurdakul ; et.al. 2012) พิจารณาคัดเลือกและปรับปรุงข้อความในแบบประเมินตนเองให้เหมาะสมกับนักศึกษาครูสำหรับบริบทประเทศไทย

2) สร้างแบบสอบถามเพื่อสอบถามข้อมูลพื้นฐาน ความสามารถ ปัญหา และความต้องการก่อนการปฏิบัติการสอนประสบการณ์วิชาชีพครูกับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ โดยมีคำถามในแบบประเมินตนเองด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่ปรับปรุงแล้วปรากฏในแบบสอบถามด้วย

3) นำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไข นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ การใช้ภาษาและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขและนำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้อีกครั้งจนเหมาะสมสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสำรวจปัญหาได้

4) การเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครู ชั้นปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2566 (ปลายภาคเรียนที่ 2) (ก่อนขึ้นชั้นปีที่ 5 ซึ่งเป็นชั้นปีที่ออกฝึกปฏิบัติการสอนในโรงเรียน) การสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะ

ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 35 คน และวิเคราะห์ผลพบว่า นักศึกษามีความไม่มั่นใจในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และต้องการพัฒนาตนเองก่อนการปฏิบัติการสอนเพื่อสร้างความมั่นใจและเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้วิธีการสอนใหม่ๆ

5) นำข้อสรุปจากการศึกษามาวิเคราะห์สภาพปัญหาที่แท้จริง และค้นหาแนวทางแก้ไขการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ โดยการกำหนดรูปแบบการพัฒนาในลักษณะการอบรมเชิงปฏิบัติที่เน้นการมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ด้าน TPACK

2.2 สสำรวจบริบทชั้นเรียนและปัญหาในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาปรากฏปัญหาใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การขาดความรู้ความเข้าใจการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2) การขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยี และ 3) การเข้าถึงและรู้จักสื่อ ICT อย่างจำกัด โดยในแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

1) การขาดความรู้ความเข้าใจการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการสัมภาษณ์ผู้สอน พบว่า ปัญหาด้านการขาดความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Understanding of Integrate ICT to Science classroom) ดังนี้

(1) ขาดความเข้าใจในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอนขาดความเข้าใจในหลักการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเข้าใจว่าเมื่อมีการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับเทคโนโลยีขณะจัดการเรียนรู้อยู่เป็นการบูรณาการ ICT ในการสอนแล้ว และไม่รู้ว่าการบูรณาการ ICT ต้องพิจารณาและคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง

(2) การขาดความรู้ในการประยุกต์ ICT ในการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการประยุกต์ ICT ในชั้นเรียน ซึ่งส่วนใหญ่เน้นบรรยายตามสื่อ และมีบางส่วนที่ใช้ ICT ร่วมแล้วใช้คำถามนำตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียน ไม่มีการประยุกต์เครื่องมือ ICT ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะและนำข้อมูล Data -based มาใช้ในการสืบเสาะหาคำตอบ สำหรับการตัดสินใจข้อมูลและให้เหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2) การขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยี

ผู้สอนขาดความรู้ในการใช้สื่อเทคโนโลยี และ ICT ผู้สอนรู้จักสื่อและโปรแกรม Application ที่มีประโยชน์ผ่าน Social media แต่ใช้โปรแกรมไม่เป็น จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3) การเข้าถึงและรู้จักสื่อ ICT อย่างจำกัด

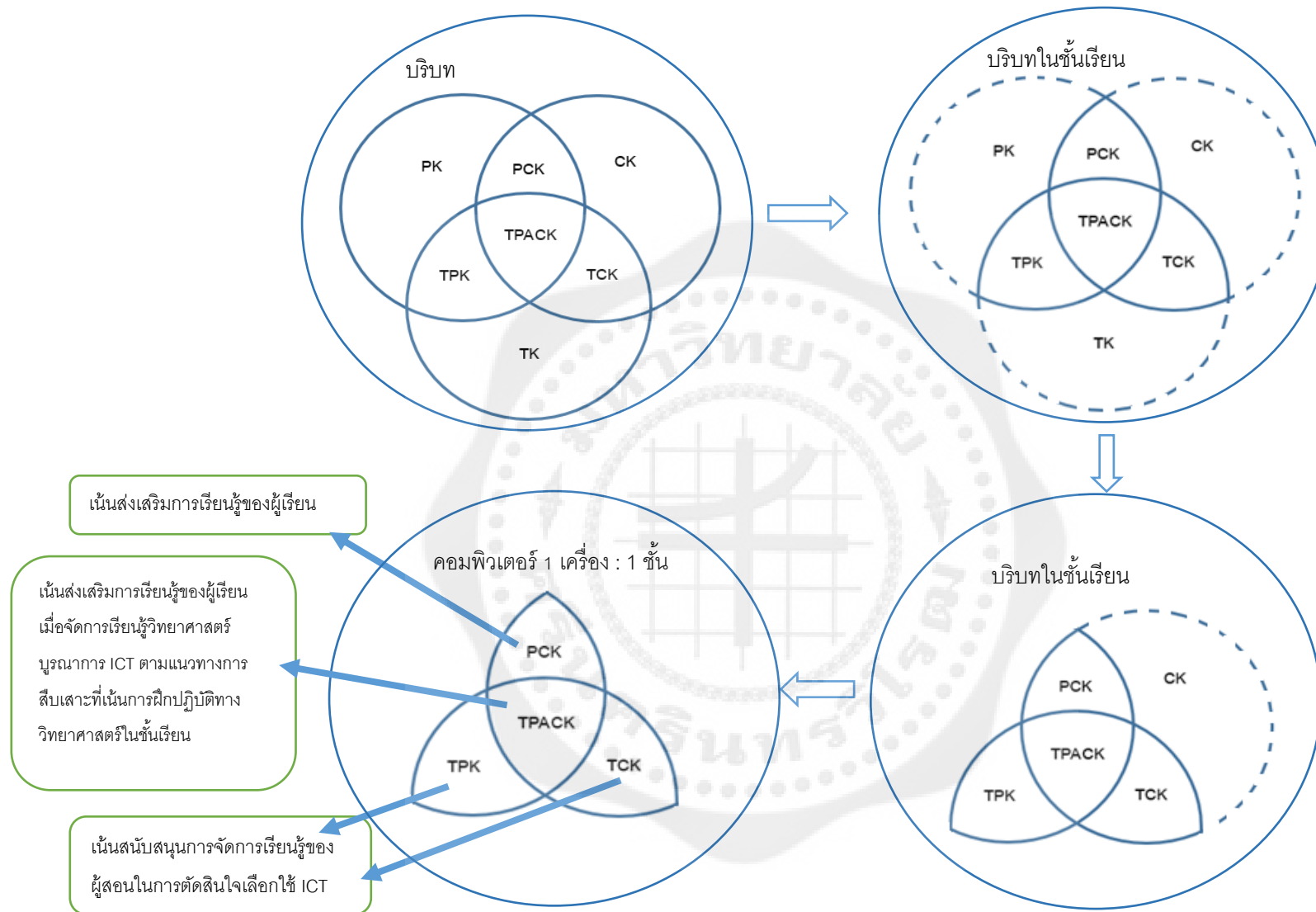
ผู้สอนรู้จักและเข้าถึงสื่อ ICT อย่างจำกัด ส่วนใหญ่เป็นการสืบค้นด้วยภาษาไทยใน search engine อย่าง Google และ Youtube เท่านั้น ส่วนโปรแกรม Simulation ในเชิงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interactive) ไม่ปรากฏในการนำมาใช้เลย

ขั้นที่ 3 การออกแบบและพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู

เป้าหมายเพื่อให้ได้โครงร่างรูปแบบและการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมสำหรับการนำไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 กำหนดนิยาม ขอบเขตการวัดและประเมินองค์ความรู้ TPACK

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลสำรวจบริบทชั้นเรียนจริง นำสู่การกำหนดนิยามและระบุขอบเขตการวัดและประเมินผลองค์ประกอบ TPACK เพื่อการตีความ และสอดคล้องกับบริบทของสภาพชั้นเรียนด้านความพร้อมเทคโนโลยี ส่งเสริมการเรียนรู้ผู้เรียน และสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน ดังปรากฏในแผนภาพนิยามตามองค์ประกอบ TPACK ในบริบทชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาความรู้เชิงบูรณาการเป็นสำคัญ ได้แก่ PCK TCK TPK และ TPACK ดังภาพประกอบ 7 แสดงขอบเขตของนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทชั้นเรียน คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน



ภาพประกอบ 7 แสดงขอบเขตนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบท คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน

โดยมีรายละเอียดองค์ประกอบของโครงร่างรูปแบบ ดังนี้

ระยะการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

1) องค์ประกอบของรูปแบบและโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1.1) ชื่อโปรแกรมการฝึกอบรม :

โปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับ นักศึกษาครุวิทยาาสตร์

1.2) ที่มาปัญหาและความจำเป็นของโปรแกรมการฝึกอบรม

โดยมีข้อมูลสนับสนุนจากประเด็นสำคัญได้แก่ ความสามารถและความพร้อมของ นักศึกษาก่อนปฏิบัติการสอน ความต้องการในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ในชั้น เรียนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 กรอบนโยบาย ICT 2020 และแผนอุดมศึกษา ระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551-2565) เพื่อพัฒนาศักยภาพอุดมศึกษาในการสร้างความรู้และ นวัตกรรม ความสำคัญของ TPACK และข้อมูลจากแบบสอบถาม

1.3) เป้าหมายและจุดประสงค์

จากสภาพปัญหา ความจำเป็นและหลักการสู่การกำหนดสิ่งที่คาดหวังจากรูปแบบและ โปรแกรมการฝึกอบรม และเพื่อการประเมินรูปแบบอย่างครอบคลุมได้กำหนดจุดประสงค์ 3 ด้าน คือ ความรู้ ทักษะ/ความสามารถ และความคิดเห็นต่อการพัฒนาวิชาชีพ ดังนี้

1.3.1) มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิด TPACK

1.3.2) มีมโนทัศน์ด้านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept)

1.3.3) มีความสามารถในการปฏิบัติการสอน (TPACK-Action)

1.3.4) ระดับความคิดเห็นต่อการพัฒนาวิชาชีพครูตามความคาดหวัง 3.5 ขึ้นไป

1.4) เนื้อหาสาระ กำหนดเนื้อหาในหลักสูตรครอบคลุมดังนี้

- ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอน (PCK)
- ความรู้ในวิธีการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK)
- ความรู้ในวิทยาศาสตร์ที่สื่อโดยใช้เทคโนโลยี (TCK)
- ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (TPACK)

- ความรู้ในการบูรณาการใช้ICTและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา
วิทยาศาสตร์ที่ต้องการในการจัดการเรียนรู้

1.5) กำหนดขั้นกระบวนการของรูปแบบเพื่อเป็นกลไกขับเคลื่อนสำหรับการพัฒนา TPACK ทั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์และสังเคราะห์จากรูปแบบกระบวนการเพื่อการพัฒนาTPACK ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของการพัฒนาหลักสูตรได้ใน 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้

- 1.จุดเด่นของหลักสูตร
- 2.กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมในหลักสูตร
- 3.จุดอ่อนและข้อเสนอของหลักสูตร

ซึ่งในแต่ละหลักสูตรที่นำเสนอข้างต้นล้วนแต่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันตามบริบทและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหลักสูตรที่กำหนดไว้ โดยสามารถพิจารณาในแต่ละประเด็นดังตาราง 9 สรุปภาพรวมลักษณะกระบวนการการพัฒนา TPACK

ตาราง 9 สรุปภาพรวมลักษณะกระบวนการการพัฒนา TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงานกิจกรรม	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
ฮูและฟายเฟ (Hu and Fyfe. 2010)	1.กำหนดภาระงาน 2.พัฒนาทักษะผ่านเทคโนโลยี ด้วยการออกแบบ 3.มีการออกแบบแผนการเรียนรู้ร่วมกัน 4.สะท้อนการปฏิบัติ	ให้ความรู้ → กำหนดภาระงาน → สำรวจเครื่องมือ ICT และแหล่งข้อมูล → กิจกรรมออกแบบแผนการเรียนรู้ → สะท้อนผลการปฏิบัติ	1.ไม่มีหลักเกณฑ์ในการออกแบบแผนการเรียนรู้ตามกรอบ TPACK 2. PCK ไม่ชัดเจน 3. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ความรู้ ความสามารถ TPACK
โกห์และดิวาฮารัน (Koh and Divaharan. 2011)	แบ่ง 3 ระยะชัดเจน 1. เน้นการใช้ ICT เพื่อการสอน (TPK) 2. สาธิตการใช้ ICT ในการสอน (TCK / TPK) 3. ออกแบบแผนการเรียนรู้ตามหัวข้อที่กำหนด	Pretest TPACK → ให้ความรู้ → สาธิตใช้ ICT → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สะท้อนผลการปฏิบัติ → Posttest TPACK	PCK ไม่ชัดเจนเสนอว่าควรเน้นย้ำ เพราะ นักศึกษาไม่มีประสบการณ์
จางและเชน (Jang and Chen. 2010)	1.มีแบบจำลองหลักสูตร TPACK-COPR จากหลัก Peer Coaching และ PCK 2.มีเว็บไซต์เป็นสื่อกลางให้ความสำคัญ PCK 3.มีการสังเกตการณ์สอนในชั้นเรียนจริงก่อนออกแบบแผนการเรียนรู้	ให้ความรู้ → สังเกตการณ์สอนจริง(ดูการสาธิตการบูรณาการ ICT) → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → สาธิตการสอนตามแผนให้ 30 นาที → สะท้อนผล	1.ไม่มีหลักอธิบายหลักเกณฑ์การใช้เครื่องมือและวิธีสอน 2. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ความรู้ ความสามารถ TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงาน	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
	4.มีประเมินจากงานที่มอบหมายทุกชั้นของ COPR		
คาฟูยิลิโล (Kafyulilo, 2012)	1.เน้นการสอนแบบจุลภาค 2.มี วัฏจักรกระบวนการพัฒนา TPACK ชัดเจน 3.ออกแบบแผนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม	Pretest TPACK → ให้ความรู้ → ออกแบบแผนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม → ทดลองสอนด้วยวิธีการสอนแบบจุลภาค → สะท้อนผลการปฏิบัติ → ปรับแผน → สอนจุลภาคอีกครั้ง → สะท้อนผลการปฏิบัติอีกครั้ง → Posttest TPACK	1.การให้ความรู้ เน้นการบรรยายเพียงอย่างเดียว 2.วางแผนเป็นกลุ่ม เมื่อสอนด้วยจุลวิธีไม่ได้สอนทุกคน
โซและคิม (So and Kim, 2009)	1.ออกแบบแผนการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative lesson design) 2.ใช้หลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มากำหนดสถานการณ์ให้ออกแบบแผนการเรียนรู้ 3.ระบุอุปสรรคในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ชัดเจน	รับทราบสถานการณ์ PBL → ออกแบบแผนการเรียนรู้ → ออกแบบเทคโนโลยีเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด	1. ไม่มีการนำแผนการเรียนรู้ไปสอน 2. ข้อเสนอแนะให้แก้ไขการเชื่อมโยงความเชื่อ ความรู้ และการปฏิบัติ (PCK) 3. ข้อเสนอแนะขาดความรู้ TPACK 4. ไม่มีการให้ความรู้ใน TPACK ผ่านการอบรม 5. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest วิชาความรู้ความสามารถ TPACK

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงานกิจกรรม	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
อเลัยยาร์ แล วู ก ต์ (Alayyar and Voogt. 2012)	1.มีการเปรียบเทียบผลทั้ง 2 วิธี (Human Support และ Blended Support) ใน นักศึกษากลุ่มเดียวกัน 2.พัฒนาเจตคติต่อ ICT 3.พัฒนาทักษะ ICT	Pretest TPACK → ให้ ความรู้ → แบ่งกลุ่ม Human Support และ Blended Support → ได้โจทย์ปัญหา เดียวกัน → ออกแบบ แผนการเรียนรู้ → สะท้อน ผลการปฏิบัติ → Posttest TPACK	1. PCK มีความไม่ชัดเจนใน การพัฒนา 2. ไม่มีการนำแผนการเรียนรู้ ไปสอนจริง
นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (Niwat Srisawasdi. 2012)	1.ใช้ Case-based Learning ในหลักสูตร 2.เน้น Constructivist เป็น รูปแบบการจัดการเรียนการสอน 3.ระบุ T , C และ P ชัดเจน 3.มีเปรียบเทียบพัฒนาการ จากการออกแบบชิ้นงาน 4.สอนจริงกับนักเรียน 5.มี การ วัด ค ว า ม รู้ วิทยาศาสตร์กับนักเรียน	ให้ความรู้ โดยเรียนรู้ผ่าน Case-based Learning 6 หน่วย → อภิปรายความรู้ → ออกแบบแผนการเรียนรู้ พัฒนา TPACK ตามเกณฑ์ ข อ ง Angeli and Valanids.2009 → ตามเก็บ ข้อมูลเชิงลึก 3 คน → ออกแบบชิ้นงาน 2 ครั้ง → สอนจริง → เปรียบเทียบ ความก้าวหน้า	1. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ค ว า ม รู้ ความสามารถ TPACK 2. ไม่มีการสะท้อนผลการ ปฏิบัติ
อัลซอฟยานี และคณะ (Alsofyani.et al. 2012)	1.อบรมระยะสั้น 2.การอบรมผสมผสานทั้ง เฝื่อนหน้ากับออนไลน์	ให้ความรู้ → ออกแบบ แผนการเรียนรู้ มี Template → ประเมินผ่านออนไลน์ ด้วย โปรแกรม WIM	1. ไม่มีการทดสอบ Pretest และ Posttest ค ว า ม รู้ ความสามารถ TPACK 2. ไม่มีการสะท้อนผลการ ปฏิบัติ

ผู้วิจัย	จุดเด่น	กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินงาน	จุดอ่อน และข้อเสนอแนะ
	3.ใช้หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ในการออกแบบหลักสูตร 4.จับคู่ในการร่วมกิจกรรมอบรม Dual Training		3. ไม่มีนำไปใช้สอนจริง
ทาสาร์และทิเมอร์ (Tasar and Timur. - :	1.ใช้วิธีการสอนแบบจุลภาค 2.ใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ภาพ Animation 3.มีหลักพัฒนา TPACK 5 หลักชัดเจน	Pretest TPACK →ออกแบบแผนการเรียนรู้ →สอนแบบจุลภาค → Posttest TPACK	1. ไม่มีการให้ความรู้ TPACK ก่อน 2. ไม่มีการอบรมด้านทักษะเทคโนโลยี 3. ไม่มีการไปสอนจริงในห้องเรียน
เชียน และคณะ (Chien, ; et al. 2012)	1.กระตุ้นการออกแบบการสอนเทคโนโลยีเชิงรุกด้วย MAGDAIRE 2.ใช้Flash	สาธิตการสอนเทคโนโลยี →ให้ออกแบบและวิเคราะห์ →ออกแบบการสอนด้วย courseware นำเสนอ →สะท้อน	1. ไม่ได้สอนจริง 2. ควรมีการนำเสนอเหตุผลและระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ TPACK

สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการในการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครูให้มีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญหลัก 4 กระบวนการ ได้แก่

- 1) จัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ตามองค์ประกอบ TPACK ที่กำหนดนิยามตามวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม โดยใช้กลวิธีที่หลากหลายเพื่อการอธิบายธรรมชาติของ TPACK ผู้รับการฝึกอบรม โดยเฉพาะนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่มีประสบการณ์น้อยในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริงทั้งนี้ในการจัดอบรมควรเริ่มต้นที่ความรู้ PCK (Hu and Fyfe. 2010 ; Koh and

Divaharan. 2011 ; So and Kim. 2009 ; and Alayyar and Voogt. 2012) ด้วย TPACK พัฒนามาจาก PCK การเข้าใจรากฐานย่อมส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ TPACK ตามลำดับ

- 2) การสาธิตตัวอย่างเป็นรูปธรรม และมีการปฏิบัติเป็นต้นแบบชัดเจนเพื่อสร้างความเข้าใจ TPACK เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษามองเห็นภาพรวมในการปฏิบัติจริงที่ชัดเจน และการสังเกตจากต้นแบบก่อนลงมือปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็น รวมทั้งแนะนำแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีทั้งโปรแกรมและเว็บไซต์อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด
- 3) การลงมือปฏิบัติของนักศึกษาครูเพื่อพัฒนาความเข้าใจใน TPACK เป็นขั้นการลงมือทำด้วยตนเองเป็นช่องทางการเรียนรู้ ผูกฝน และส่งเสริมความเข้าใจผ่านกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ(Workshop) โดยการออกแบบกิจกรรมในการฝึกอบรมมุ่งเน้นการจำแนก ตัดสินใจ เลือกเนื้อหา เครื่องมือเทคโนโลยี และวิธีการสอนให้เหมาะสมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะวิธีการออกแบบแผนการเรียนรู้ของนักศึกษา เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจใน TPACK ของตนเองหลังจากได้รับความรู้สู่การปฏิบัติให้ออกมาเป็นรูปธรรม
- 4) การสะท้อนความรู้ที่ได้ เป็นขั้นที่นักศึกษาครูสะท้อนความรู้ ประสบการณ์ และการแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่ได้ร่วมลงมือปฏิบัติ จัดเป็นการทบทวนและประมวลความคิด เหตุการณ์ และความสามารถที่ตนเองได้รับทั้งหมดในแต่ละครั้ง อีกทั้งผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและภาพรวมหลักสูตรได้อีกด้วย

วิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK

จากการสรุปลักษณะกระบวนการเพื่อการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิด TPACK (Concept of TPACK) นำมาสู่การสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ได้ พบว่า ลักษณะกลไกการดำเนินกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK สามารถจำแนกกิจกรรม ได้ 14 กิจกรรม ดังนี้ (1) การทดสอบก่อนอบรม (2) การอธิบายธรรมชาติในองค์ประกอบ TPACK (3) การสำรวจการใช้งาน ICT (Affordance) (4) การสาธิตและการบูรณาการใช้ ICT ในการสอน (5) การออกแบบแผนการเรียนรู้ (Lesson Design) (6) การประเมินแผนการเรียนรู้ (7) การปรับแก้แผนการเรียนรู้ (8) การสะท้อนแนวคิด (Reflection) (9) การกำหนดภาระงานหรือปัญหาเพื่อฝึกการแก้ปัญหา (10) การอภิปรายผล (11) การนำเสนอและทดลองสอนตามแผนการเรียนรู้ (12) การสอนจริงในชั้นเรียน (13) การประเมินการสอน และ (14) การทดสอบหลังอบรม ดังตาราง 10 การวิเคราะห์กลุ่มกิจกรรมที่จำเป็นในการพัฒนา TPACK

ตาราง 10 การวิเคราะห์กลุ่มกิจกรรมที่จำเป็นในการพัฒนา TPACK

กิจกรรม	ฮูและฟายเฟ (Hu ;& Fyfe.2010)	โกห์และดิวาฮารัน (Koh;&Divaharan. 2011)	จางและเชน (Jang;& Chen. 2010)	คาฟูยูลิโอ (Kafyulilo.2012)	โซและคิม (So;&Kim.2009)	อเลียวาร์ และวูกต์ (Alayyar;&Voogt. 2012)	นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2012)	อัลซอฟยานี และคณะ (Alsofyani.etal. 2012)	ทาสาร์และทีเมอร์ (Tasar and Timur. 2010?)	เชียน และคณะ (Chien, ; et.al. 2012)	สรุปลักษณะกิจกรรมในหลักสูตรเพื่อพัฒนา TPACK
1. Pretest		✓		✓		✓			✓		ทดสอบก่อนเรียน
2. ให้ความรู้ TPACK	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			ให้ความรู้
3. สำรวจ ICT	✓				✓						พิจารณาตัวอย่าง
4. สาธิตบูรณาการ ICT		✓	✓							✓	พิจารณาตัวอย่าง
5. ออกแบบแผน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ออกแบบแผนฯ
6. ประเมินแผน		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	วิเคราะห์แผนฯ
7. ปรับแผน		✓	✓	✓		✓				✓	วิเคราะห์แผนฯ
8. สะท้อน	✓	✓	✓	✓		✓				✓	สะท้อนความรู้
9. กำหนดงาน/ปัญหา	✓				✓	✓					ออกแบบแผนฯ
10. อภิปรายร่วม							✓				สะท้อนความรู้
11. ทดลองสอน		✓	✓	✓					✓		สอน
12. สอนจริง							✓				สอน
13. ประเมินสอน							✓				ประเมิน
14. Posttest		✓		✓		✓		✓	✓		ทดสอบหลังเรียน

ดังนั้นจากการสังเคราะห์กิจกรรมในตารางที่ 7 สามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมจากการปฏิบัติของการฝึกอบรมเพื่อพัฒนา TPACK ได้ 7 กลุ่มกิจกรรม ดังนี้

- 1) การทดสอบความรู้ของ TPACK
- 2) การเรียนรู้เพื่อให้สร้างความเข้าใจในองค์ประกอบและความหมาย TPACK
- 3) การพิจารณาตัวอย่าง เป็นการขยายความรู้ในองค์ประกอบและความหมายของ TPACK โดยการพิจารณาจากตัวอย่างการปฏิบัติ
- 4) การออกแบบแผนการเรียนรู้ภายใต้บริบท TPACK
- 5) การวิเคราะห์แผนการเรียนรู้ที่ออกแบบ
- 6) การสะท้อนความรู้จากการทำกิจกรรม
- 7) การปฏิบัติการสอนเพื่อศึกษาผลและตรวจสอบความเหมาะสมกับบริบทในชั้นเรียน

ระยะที่ 2 สังเคราะห์รูปแบบเพื่อพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู

ผลการสังเคราะห์และพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี(TPACK) โดยพัฒนามาจากหลักการการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจในทัศน์ TPACK สำหรับนักศึกษาครูซึ่งสรุป 9 หลักการ ร่วมกับการวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยในหลักสูตรของงานวิจัยต่างๆเพื่อการพัฒนา TPACK โดยดึงจุดเด่นเข้ามาและคัดจุดด้อยออกไป จนได้ข้อสรุป 4 กระบวนการ อีกทั้งผู้วิจัยพิจารณาร่วมกับกลุ่มกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK ทั้งหมด 14 กลุ่ม แล้วจัดกลุ่มตามลักษณะร่วมเพื่อทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนา กลายเป็น 7 กลุ่ม รวมทั้งจากการศึกษาแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking) จากข้อสรุปหลักการ และแนวคิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาและสร้างความเข้าใจในแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทชั้นเรียนต่อไป ซึ่งเป็นดังตาราง 11

11 สังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 การสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK

หลักการการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการ พัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาคู	กระบวนการ ขับเคลื่อนเพื่อ พัฒนา TPACK กับ นักศึกษาคู	กลุ่มกิจกรรม เพื่อการพัฒนา TPACK	แนวคิดการคิด ออกแบบ (Design Thinking)	แนวคิดตามทฤษฎีการ สร้างองค์ความรู้ที่เน้น ปฏิสัมพันธ์สังคม	การเรียนรู้ แบบร่วมมือ	รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนการอบรม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
1.กำหนดขอบเขตองค์ความรู้ TPACK เหมาะกับบริบทในชั้น เรียน		✓	✓			นำสู่โน้ตบุ๊ก (Introduction : I)
2.จัดกิจกรรมที่ใช้กลวิธี/เทคนิคต่างๆเสริมสร้างความเข้าใจ TPACK	✓	✓		✓	✓	สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension : C)
3.สาธิตการใช้ความรู้เพื่อการบูรณาการ ICT						
4.จัดกิจกรรมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และลงมือปฏิบัติ โดย กำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้น เรียน	✓		✓ *สะพานเชื่อม แนวคิด	✓	✓	ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation & Design : CD) ปรึกษาหารือ (Consultation : C)
5.ออกแบบแผนการจัดการ						ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ
6. นำเสนอแนวคิดผ่านผลงานออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓	(Consultation & Design : CD)
7.จัดกิจกรรมให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน						ร่วมมือออกแบบ (Designing : D)

หลักการการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู	กระบวนการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครู	กลุ่มกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK	แนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking)	แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์สังคม	การเรียนรู้แบบร่วมมือ	รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนการอบรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
8. มีกิจกรรมสะท้อนความรู้ และผลงานที่ลงมือทำและแนวคิดที่เกิดขึ้น	√	√		√	√	แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis : A)
	√	√				สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection :R)
9. การตรวจสอบผลลัพธ์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม	√	√		√		ประเมินผลความรู้ (Evaluation :E)

จากตาราง 11 จะปรากฏเครื่องหมาย✓ แสดงความสอดคล้องและมีลักษณะร่วมกันในแต่ละกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK ส่วนในกรณีที่ไม่มีเครื่องหมาย ✓ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่มีลักษณะร่วมตามทฤษฎี แต่มีความสอดคล้องกับหลักการออกแบบโปรแกรมการอบรม TPACK สำหรับนักศึกษาครู และสิ่งสำคัญเป็นจุดเด่นที่เพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ คือ ในกระบวนการที่ให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ลงมือปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดในการอบรม ผู้วิจัยยึดแนวคิดสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มาเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความคิดที่ผุดเกิดขึ้นจากการพูดคุยปรึกษาหารือ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์สอนระหว่างผู้เข้าร่วมอบรม (Consultation) ก่อนร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นในขั้นร่วมออกแบบ (Designing)

ดังนั้น ผลการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ขั้นตอนกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิด TPACK มุ่งพัฒนามโนทัศน์การออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามบริบทจริงของนักศึกษาครู โดยรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรียกว่า I2CARE model ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่1 นำสู่มนทัศน์ (Introduction : I) หมายถึง วิทยากรนำผู้เข้าอบรมสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิด และประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครู จากข้อความ รูปภาพ สถานการณ์ วิดีโอ หรือสื่อความรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ และสื่อสารสิ่งที่รู้ออกมา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากผู้อบรมคนอื่น และวิทยากรนำสู่ขั้นต่อไปสู่กิจกรรม

ขั้นที่2 สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension: C) หมายถึง วิทยากรใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้ นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อเริ่มสร้างความเข้าใจจากกิจกรรม

ขั้นที่3 ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing: CD) ในขั้นนี้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ปรึกษาหารือ (Consultation) และ 2) ร่วมมือออกแบบ (Designing)

1) **ปรึกษาหารือ (Consultation)** หมายถึง ผู้เข้าอบรมที่เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ตามระดับชั้นที่ตนเองสอน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุย ปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน จนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และหาแนวทางแก้ไขเบื้องต้นร่วมกัน กิจกรรมนี้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งพบทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเองและหารือร่วมกันกับผู้ที่อยู่ในบริบทที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นขั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown.2008)

2) **ร่วมมือออกแบบ (Designing)** หมายถึง วิทยากรกำหนดสถานการณ์ หรือภารกิจให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มออกแบบการแก้ปัญหาหรือ ข้อผิดพลาดที่กำหนดขึ้นจากสถานการณ์ หรือข้อจำกัดบางประการที่มีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหากำหนดขึ้นได้

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis: A) หมายถึง ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปในแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบจุดเหมือนและต่างสู่ และปรับวิธีแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม

ขั้นที่5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection: R) หมายถึง ผู้เข้าอบรมประมวลแนวคิด ความรู้ และทักษะจากการร่วมกิจกรรมของตนเองในแต่ละหน่วยกิจกรรม โดยรูปแบบการสะท้อนแนวคิดในขั้นนี้ให้ผู้เข้าร่วมอบรมบันทึกในสมุดคู่มือการอบรมเป็นหลักฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

ขั้นที่6 การประเมินผลความรู้ (Evaluation: E) หมายถึง ผู้เข้าอบรมทดสอบประเมินความรู้ความเข้าใจต่อองค์ความรู้ที่ได้รับจากสิ่งที่วิทยากรกำหนด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK

ระยะที่ 3 ออกแบบกิจกรรมและพัฒนาโปรแกรม (TPACK)

ระยะนี้มี 3 ระยะย่อย คือ

1. ออกแบบหน่วยกิจกรรม

นำข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามนิยามของ TPACK ที่กำหนด และสาระสำคัญของกิจกรรมแต่ละขั้นกระบวนการของ I2CARE model มาออกแบบกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกัน นำรูปแบบและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความสอดคล้อง ซึ่งค่าความสอดคล้องยอมรับได้ที่ 0.60-1.00 โดยผลที่ได้จากการออกแบบสรุปพบว่า โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชุดกิจกรรมในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ มีระยะเวลา 4 วัน จำนวน 30 ชั่วโมง โดยใช้รูปแบบ I2DARE model ขับเคลื่อนในการดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบกิจกรรมมุ่งหวังให้นักศึกษาครูเป็นนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน (Designer for TPACK) ดังนี้

หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พัฒนาเข้าใจในธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากการพิจารณาแนวคิดหลัก (Big Ideas) เพื่อออกแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก พร้อมทั้งเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ธรรมชาติการเรียนรู้ ผู้เรียน หลักสูตร กิจกรรม บริบทห้องเรียน และการประเมินผล

หน่วยกิจกรรมที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK , TPK) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้ประโยชน์เฉพาะด้าน และข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่สามารถเลือกใช้เทคโนโลยี นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยกิจกรรมที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการปรับแผนการเรียนรู้ฉบับเดิมของผู้เข้ารับการอบรม

หน่วยกิจกรรมที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ภายในสถานการณ์ที่กำหนด

หน่วยกิจกรรมที่ 6 ชื่นชมผลงาน (TPACK-3) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตามบริบทจริงที่ผู้รับการอบรมจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆจากเพื่อนผู้รับการอบรมและผู้เชี่ยวชาญ



2. กำหนดโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ส่งเสริม TPACK

โปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ส่งเสริม TPACK จำนวน 6 หน่วยกิจกรรม รวมทั้งหมด 30 ชั่วโมง

วันที่ 1	จำนวน 8 ชั่วโมง (ในเวลาการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ)
วันที่ 2	จำนวน 7 ชั่วโมง (ในเวลาการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ)
วันที่ 3	จำนวน 7 ชั่วโมง (นอกเวลาการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ)
วันที่ 4	จำนวน 8 ชั่วโมง (ในเวลาการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ)

โดยการดำเนินการกิจกรรมเป็นตามรูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และติดตามผลพัฒนาตามกรอบแนวคิดการพัฒนาวิชาชีพครูของล็อกส์-โฮร์สเลย์ และคณะ (Looks-Horsley et al. 2003)

- 1.6) นำหน่วยกิจกรรมในโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสม และภาษา นำมาปรับปรุงแก้ไข
- 1.7) นำโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ 5 คนโดยค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC 0.67-1.00
- 1.8) ข้อเสนอแนะที่ได้รับมาพิจารณาปรับปรุงรูปแบบและโปรแกรม มีดังนี้
 - ลดทอนกิจกรรมที่ให้แนวคิดซ้ำเดิมออกบางส่วน
 - ระยะเวลามากเกินไป
 - เพิ่มกิจกรรมการสอนเป็นตัวอย่าง
 - เพิ่มกิจกรรมให้นักศึกษานำแผนที่ตนเองแบบมาวิเคราะห์หาจุดด้อย และปรับปรุงแก้ไข
- 1.9) ผู้วิจัยปรับปรุงตามคำแนะนำ จนได้รูปแบบพร้อมใช้สำหรับศึกษานำร่อง

3. ศึกษานำร่องและปรับปรุง

เป้าหมาย : เพื่อเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินตามรูปแบบและโปรแกรมการฝึกอบรมตามหลักสูตร แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงและหาแนวทางแก้ไข

กลุ่มตัวอย่างนำร่อง : นักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 แห่งหนึ่ง ที่ปฏิบัติการสอนในภาคเรียนที่ 1 เสร็จสิ้น แล้วเข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการช่วงปิดภาค
 เรียนที่ 1 ช่วงเดือน กันยายน 2557 พร้อมฝึกสอนในภาคเรียนที่ 2 (ปีการศึกษา 2557) จำนวน 7 คน

เอกสารประกอบการฝึกอบรม : ประกอบด้วย คู่มือการฝึกอบรมสำหรับวิทยากร คู่มือการ
 ฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าร่วมอบรม

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล : ประกอบด้วย

- 1) แบบวัดความรู้ความเข้าใจด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนโดยใช้
 เทคโนโลยี (Concept of TPACK)
- 2) แบบประเมินการออกแบบการแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept)
- 3) แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอน (TPACK-Action) สำหรับสอน
 แบบจุลภาค
- 4) แบบสัมภาษณ์กลุ่ม
- 5) แบบสอบถามแสดงความคิดเห็น

วิธีการศึกษานำร่อง

- 1) เป็นการนำโปรแกรมการฝึกอบรมมาทดลองใช้ เพื่อพิจารณาเวลาในการทำกิจกรรม และ
 ความยากง่ายรวมถึงอุปสรรคระหว่างการฝึกอบรม
- 2) เก็บข้อมูลก่อนการอบรมด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจ แบบสอบถามประเมิน
 ความสามารถตนเอง และทำกิจกรรมก็ให้ตอบแบบสอบถามสะท้อนความคิด
- 3) ดำเนินการฝึกอบรมตามตารางการอบรม และร่วมปฏิบัติโปรแกรมการอบรมเชิง
 ปฏิบัติการแบบ I2CARE
- 4) เก็บข้อมูลหลังการอบรมแบบวัดความรู้ แบบสอบถามประเมินความสามารถการ
 ปฏิบัติการสอน และแบบแสดงความคิดเห็นต่อโปรแกรม
- 5) หลังการอบรม ทำแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นสัมภาษณ์กลุ่ม
- 6) ในการดำเนินกิจกรรมตามตารางการฝึกอบรมแต่ละวัน ในแต่ละวันก่อนการฝึกอบรม
 นักศึกษาต้องทำแบบทดสอบก่อนการอบรม และเมื่อสิ้นสุดแต่ละวันนักศึกษาต้องทำ
 แบบทดสอบหลังการอบรม

- 7) ระหว่างการอบรมจัดบันทึกปัญหา อุปสรรค และหาทางแก้ไข โดยใช้ผู้ช่วย 3 คน
- 8) นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผล ประเมินความเป็นไปได้ของการขับเคลื่อนไปกรรมการ ฝึกอบรม ปรับปรุงและเพิ่มเติมแก้ไขตัวกิจกรรมในการฝึกอบรม ซึ่งรายละเอียดที่แก้ไขและปรับปรุงในช่วงระยะเวลาศึกษานำร่องมีดังนี้

8.1 กิจกรรม PCK -1 ปรับเปลี่ยนกิจกรรมเรื่องแรงให้เกิดความเหมาะสม และ กิจกรรมการเกิดสุริยุปราคา ลดระยะในการดำเนินกิจกรรม ให้เน้นสาระสำคัญ เท่านั้น

8.2 ในขั้นการสะท้อนความรู้ เปลี่ยนเป็นการพูดและบันทึกด้วยตัวหนังสือให้เป็นการ บันทึกด้วยรูปแบบใดก็ตามที่พึงพอใจของนักศึกษา แต่ต้องปรากฏหลักฐาน การสะท้อนความรู้ที่ได้จากกิจกรรม

8.3 ในขั้นการวิเคราะห์แผนในหน่วยกิจกรรมที่ 2 ควรชี้และสาธิตการวิเคราะห์แผน เบื้องต้นก่อนการปฏิบัติจริง

8.4 มุ่งเน้นประเด็นการวิเคราะห์ตัวชี้ในหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเขียนจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่สามารถวัดประเมินได้จากแผนการจัดการเรียนรู้

8.5 หน่วยกิจกรรมที่ 6 TPACK-3 จัดสรรเวลาให้มากกว่าเดิมในการเตรียมสอนแบบ จุลภาค และควรมอบหมายให้ทำที่บ้านเกี่ยวกับแผนการสอนมาล่วงหน้า

8.6 หน่วยกิจกรรมที่ 4 TPACK-2 ปรับวิธีการสาธิตการสอนบูรณาการให้เป็น Role model เดิมรูปแบบ โดยใช้เนื้อหาที่มีความซับซ้อนเหมาะกับนักศึกษาครู

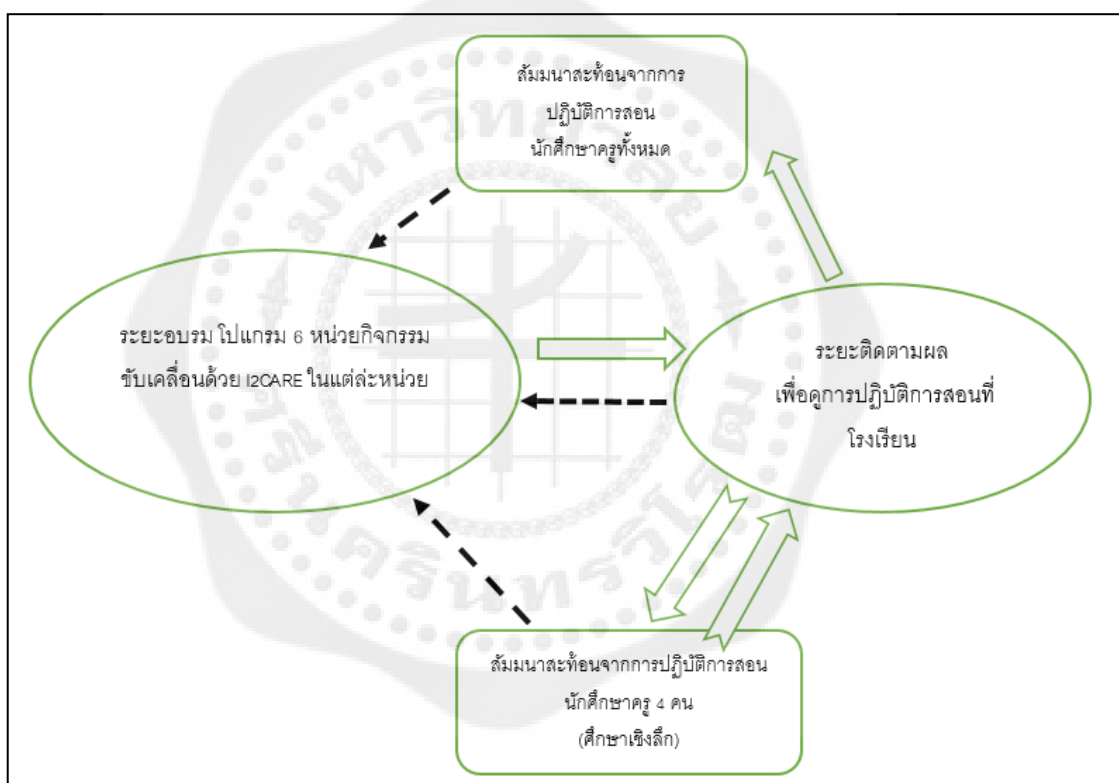
- 9) ประชุมและปรึกษาหารือกับคณะกรรมการปริญญานิพนธ์ รายงานผลและปรับแก้ตาม คำแนะนำให้สมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้จริง

ระยะที่ 4 วางแผนระยะการติดตาม

ระยะการติดตามและสะท้อนผลการพัฒนานักวิชาชีพครู มี 2 กิจกรรมย่อยในระยะนี้คือ ระยะการติดตาม และระยะการสะท้อนผลการปฏิบัติ กล่าวคือ

- 1) ช่วงการติดตาม เป็นการติดตามนักศึกษาเพื่อไปสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้จากการนำ แผนการเรียนรู้ในกรอบ TPACK ไปใช้งานจริงในชั้นเรียน และทำการประเมินตามเกณฑ์ TPACK-Action มีการบันทึกภาคสนามตามขอบเขตที่ และสัมภาษณ์หลังการปฏิบัติการสอน

- ในการนี้ระยะการติดตามจะมีการเหตุผลของการติดตาม 2 เหตุผล คือ 1. ติดตามนักศึกษาทั้งหมด คนละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินผลการใช้รูปแบบพัฒนาวิชาชีพในภาพรวม และ 2. ติดตามนักศึกษานักศึกษาจำนวน 4 คน เพื่อประเมินการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้
- 2) ช่วงการสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน เกิดขึ้นหลังการติดตามไปที่โรงเรียนเมื่อครบทุกคนในรอบภาพรวม มีจุดประสงค์เพื่อรับฟัง อภิปราย แลกเปลี่ยน และนำเสนอแนะทางแก้ไขในประเด็นการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ TPACK ทั้งนี้การสะท้อนก็มี 2 เหตุผลเช่นเดียวกับการติดตาม คือ 1. สะท้อนผลการปฏิบัติภาพรวมครบทุกคน 1 รอบ และ 2. สะท้อนผลการปฏิบัติกับนักศึกษา 4 คน หลังการติดตามทุกครั้ง ดังภาพประกอบภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงการระบอบการ ติดตาม และสะท้อนการปฏิบัติเพื่อศึกษา
แนวคิด TPACK ของนักศึกษาครู

จากภาพประกอบ 8 แสดงการระบอบการ ติดตาม และสะท้อนการปฏิบัติเพื่อศึกษาแนวคิด TPACK ของนักศึกษาครู อธิบายวิธีการดำเนินการวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มจากระบอบการไปเยี่ยมกิจกรรม 6 หน่วยที่ขับเคลื่อนด้วยรูปแบบ I2CARE model ในระยะนี้ได้มาซึ่งความรู้ความ

เข้าใจแนวคิด TPACK (Concept of TPACK) เข้าสู่ระยะติดตามผลเพื่อสังเกตการปฏิบัติการสอนที่โรงเรียนกับนักศึกษาทุกคนที่เข้าร่วมอบรม คนละ 1 ครั้ง ในระยะนี้ได้มาซึ่งมโนทัศน์ TPACK จากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) และการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนความเข้าใจใน TPACK (TPACK-Action) เมื่อติดตามครบทั้ง 10 คน เข้าสู่ระยะสัมมนาสะท้อนความคิดจากการปฏิบัติการสอนและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สรุปสิ่งที่แต่ละคนนำแนวคิดไปใช้ร่วมกัน เมื่อสังเกตจะเห็นลูกศรเส้นปะ แสดงการนำข้อมูลมาปรับปรุงรูปแบบและกิจกรรม สำหรับกรณีนักศึกษา 4 คนติดตามเพิ่มอีกคนละ 2 ครั้งเพื่อศึกษาการนำแนวไปใช้ประยุกต์ใช้ และจัดสัมมนาสะท้อนการปฏิบัติการสอนและผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้กลับสะท้อนและปรับปรุงเพิ่มเติมรูปแบบและโปรแกรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ขั้นการสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพ

1. หน่วยกิจกรรมในโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

การสร้างเครื่องมือ

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการฝึกอบรม เอกสารวิชาการเกี่ยวกับการอบรมด้านเทคโนโลยี หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ และวิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง
- 2) วิเคราะห์เนื้อหา วิธีการสอน และสื่อเทคโนโลยีทั้งด้านข้อดีข้อด้อย ทดลองทำกิจกรรมเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้
- 3) ศึกษาและสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริงของนักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมในภาคเรียนที่ 1 เพื่อศึกษาบริบทและปัญหาที่แท้จริง และเก็บข้อมูลบันทึกภาคสนาม และนำข้อมูลจากการสังเกตมาออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในแต่ละหน่วยกิจกรรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ แล้วรวบรวมเป็นเล่มคู่มือการจัดอบรม

การตรวจสอบคุณภาพ

- 1) นำเล่มคู่มือที่รวบรวมหน่วยกิจกรรมไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ของกิจกรรม ความยากง่ายของเนื้อหา และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 2) นำเล่มคู่มือการจัดอบรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนระดับอุดมศึกษา ด้านเทคโนโลยี และด้านหลักสูตร จำนวน 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและ

ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) 0.60-1.00

2. แบบวัดความรู้ความเข้าใจตามแนวคิด TPACK (Concept of TPACK) เป็นแบบ อัตร้อย

1) นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม ครอบคลุม
วัตถุประสงค์ ความเหมาะสมในการใช้ภาษา และนำไปปรับปรุง

2) นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตามแบบวัดความสอดคล้อง
IOC ค่า 0.67-1.00

3) นำแบบวัดมาปรับปรุงแก้ไข

2. แบบประเมินนิทัศน์จากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept)

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพ

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องการกับเขียนแผนการจัดการเรียนรู้การบูรณาการเทคโนโลยีในการ
สอน

2) ออกแบบแบบการประเมินนิทัศน์ TPACK จากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เป็นแบบตรวจสอบจากแผน ปรากฏในแผนตามรายการ คือ 1 ไม่ปรากฏ คือ 0
และเขียนบทวิเคราะห์จากการประเมินแผนร่วมด้วย ทั้งนี้รายการประเมิน มีดังนี้

- ด้าน TCK 5 ข้อ
- ด้าน TPK 5 ข้อ
- ด้าน PCK 14 ข้อ แบ่งเป็น
 - องค์ประกอบ 1 ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3 ข้อ
 - องค์ประกอบ 2 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอน 5 ข้อ
 - องค์ประกอบ 3 ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน 3 ข้อ
 - องค์ประกอบ 4 ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน 3 ข้อ
- ด้าน TPACK 18 ข้อ แบ่งเป็น
 - ลักษณะที่ 1 ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx) 3 ข้อ

- ลักษณะที่ 2 ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) 5 ข้อ
- ลักษณะที่ 3 ใช้ ICT ส่งเสริมการสร้างและขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : Sc) 5 ข้อ
- ลักษณะที่ 4 ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As) 3 ข้อ
- ลักษณะที่ 5 ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative: Co) 2 ข้อ

3) กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับในทศน์ TPACK ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ TPACK (TPACK-concept) พิจารณาเป็นร้อยละคะแนนเฉลี่ยของความรู้ตามองค์ประกอบ TPACK โดยต้องมีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 60.00 เป็นต้นไป ทั้งนี้มีเกณฑ์รายละเอียด ดังนี้

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 0-59.99 หมายถึงระดับ ไม่ผ่านเกณฑ์/ต้องปรับปรุง
 คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 60.00 – 72.99 หมายถึงระดับ มาตรฐาน
 คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 73.00 - 82.99 หมายถึงระดับ ค่อนข้างดี
 คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 83.00 - 94.99 หมายถึงระดับ ดี
 คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 95.00 – 100 หมายถึงระดับ ดีมาก

- 4) นำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับจุดประสงค์ และภาษาที่ใช้ นำมาปรับแก้ตามคำแนะนำ
- 5) นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบวัดดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับแก้ตามคำแนะนำ

3. แบบประเมินความสามารถการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนความรู้ TPACK (TPACK-Action)

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพ

- 1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ กำหนดประเด็นการประเมิน 5 ประเด็น ดังนี้ ชั้นเตรียมความพร้อม แจ้งจุดประสงค์ การดำเนินการสอน ชั้นประเมิน สื่อ ร่วมวิเคราะห์กับตัวชี้วัด TPACK ที่สังเคราะห์จากทฤษฎีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ดังนี้ ความรู้ของผู้สอนที่

ใช้ ICT แก้ปัญหา ยกระดับ และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในทศวรรษวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้

- 1) ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx)
- 2) ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN)
- 3) ใช้ ICT ส่งเสริมการสร้างและขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC)
- 4) ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As)
- 5) ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative: Co)

2) ออกแบบแบบการประเมินความสามารถจากการปฏิบัติการสอนที่สะท้อน TPACK (TPACK-Action) เป็นแบบประเมินระดับความสามารถ ประเมินค่า 4 ระดับ คือ 0 1 2 3 และ 4 รายการประเมิน มีดังนี้

- TCK 2 ข้อ (เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์)
- TPK 2 ข้อ (เลือกใช้ ICT กระตุ้นผู้เรียนและเหมาะกับการสอน)
- PCK 5 ข้อ (สอดคล้องกับจุดประสงค์ กลวิธีสอน ผู้เรียน และประเมิน)
- TPACK 5 ข้อ (สอดคล้องกับ 5 ลักษณะ Cx, In , Sc, As, Co)

6) กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการปฏิบัติการสอน (TPACK-Action) พิจารณาเป็นร้อยละคะแนนเฉลี่ยของความรู้ตามองค์ประกอบ TPACK ต้องมีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 60.00 เป็นต้นไป ทั้งนี้มีเกณฑ์รายละเอียด ดังนี้

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 0-59.99 หมายถึงระดับ ไม่ผ่านเกณฑ์/ต้องปรับปรุง

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 60.00 – 72.99 หมายถึงระดับ มาตรฐาน

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 73.00 - 82.99 หมายถึงระดับ ค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 83.00 - 94.99 หมายถึงระดับ ดี

คะแนนร้อยละเฉลี่ยที่ 95.00 – 100 หมายถึงระดับ ดีมาก

3) นำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์ ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมของภาษา และนำไปปรับแก้ตามคำแนะนำ

- 4) นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินกับ
วัตถุประสงค์ ด้วยการวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่า IOC 0.60-1.00
- 5) ปรับแก้ และจัดพิมพ์พร้อมใช้งาน

4. **แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู** เป็นแบบสอบถามมาตรฐาน
ประมาณค่า 5 ระดับ

การสร้างและหาคุณภาพ

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบแสดงความคิดเห็น
- 2) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม
- 3) สร้างแบบสอบถาม ที่ครอบคลุมการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกอบรม ใน
ประเด็น ดังนี้ ความเหมาะสมของเวลาและกิจกรรม ความเหมาะสมของกิจกรรม
ต่อความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้ ระยะเวลา สถานที่ วิทยากร และการ
ดำเนินการอบรมในภาพรวม
- 4) การพิจารณาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่มีต่อรูปแบบการฝึกอบรม
กำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ 3.5 ขึ้นไป รายละเอียด ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.50 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.50 – 4.49	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.50 – 3.49	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.50 – 2.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 – 1.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด
- 5) นำแบบสอบถามไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมในข้อคำถาม
ความเหมาะสมของภาษา และปรับแก้
- 6) นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องด้วยค่าดัชนีความ
สอดคล้อง 0.60-1.00
- 7) ปรับแก้ และจัดพิมพ์พร้อมนำไปใช้

5. **แบบสัมภาษณ์** มีทั้งแบบรายกลุ่ม ใช้ 2 รอบ คือ 1) หลังการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ และ 2) การประชุมติดตามผลทั้ง 2 ครั้ง และรายบุคคลเมื่อไปติดตามการสอน

การสร้างเครื่องมือ

- 1) แบบสัมภาษณ์ที่ใช้หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ เริ่มจากการพิจารณา
วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

- 2) กำหนดประเด็นคำถาม ดังนี้

สำหรับคำถามรายกลุ่ม หลังการฝึกอบรม

- ความรู้ความเข้าใจ และทักษะที่ได้รับ
- ความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่ชอบ พร้อมเหตุผล
- ความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่ไม่ค่อยชอบ พร้อมเหตุผล
- การฝึกอบรมตอบสนองความคาดหวัง
- ประโยชน์
- ข้อเสนอ

สำหรับคำถามรายกลุ่ม ในช่วงประชุมติดตามผล

- สภาพการบรรยายการสอนที่ตนเองประสบ
- ประโยชน์ต่อตนเอง
- ปัญหาและอุปสรรค
- ความเปลี่ยนแปลงของตนเองที่เกิดขึ้นด้านการเตรียมสอน และการสอน

สำหรับคำถามรายบุคคล ขณะติดตามการปฏิบัติการสอน

- ระยะเวลาในการเตรียมแผน
- ความรู้สึกเชิงลบกับการสอน
- ความรู้สึกเชิงบวกกับการสอน
- ความเปลี่ยนแปลงของตนเองที่เกิดขึ้นด้านการสอน

- 3) นำข้อคำถามไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม และปรับแก้

- 4) นำข้อคำถามไปทดลองถามกับนักศึกษา เพื่อประเมินความเข้าใจในคำถามตรง
ประเด็นกับวัตถุประสงค์

6. **แบบบันทึกภาคสนาม** เป็นแบบบันทึกข้อมูลในการสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาในชั้นเรียน โดยกำหนดขอบเขตประเด็นที่จะพิจารณาเพื่อบันทึกข้อมูลในประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) การดำเนินการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้
- 2) การให้ความร่วมมือของนักเรียน
- 3) การปฏิบัติในการแสดงออกขณะสอน
- 4) สภาพคล่องในการดำเนินการสอนและจัดกิจกรรม
- 5) สื่อการเรียนรู้

นำกรอบประเด็นเหล่านี้ไปปรึกษาและขอความเห็นจากคณะกรรมการปริญญานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของประเด็นในการสังเกต และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงต่อไป

ขั้นที่ 4 นำไปใช้และศึกษาผล

เป้าหมาย : เพื่อตรวจสอบและประเมินด้านทักษะ โดยพิจารณาจากการปฏิบัติการสอน ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของการฝึกอบรม และศึกษาผลของต่อพัฒนาการด้านการจัดการเรียนรู้ในกรอบ TPACK

4.1 การติดตามผลในการปฏิบัติการสอน

1) ระหว่างช่วงติดตามผล จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมช่วงระหว่างการฝึกอบรม แบ่งเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติและประเมินผล

1.1) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยในการฝึกอบรม นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ยมัธยฐาน คณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์โดยใช้การทดสอบ t-test วิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินโดยการทดสอบค่าที่วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยสถิติบรรยาย และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และนำมาวิเคราะห์ผสมผสานข้อมูล (Merge) เพื่อตีความและสรุปผลรูปแบบ

1.2) คำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบประเมินแผน แบบประเมินความสามารถ และแบบสอบถามความคิดเห็น และมาแปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ติดตามผลเพื่อประเมินการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแผนบริบท TPACK ในชั้นเรียน
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้
4. แบบสัมภาษณ์
5. แบบบันทึกภาคสนาม

วิธีการเก็บข้อมูล

แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1) กลุ่มติดตามเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูภาพรวม
- 2) กลุ่มติดตามเพื่อศึกษาพัฒนาการด้าน TPACK

รายละเอียด ดังนี้

- 1) กลุ่มติดตามเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูภาพรวม
 - 1.1) การติดตามผลนี้ เป็นการประเมินและติดตามความสามารถ TPACK ด้านการปฏิบัติ เพื่อประเมินการสอนกับนักศึกษาทุกคน จำนวน 1 ครั้ง โดยประเมินความสามารถการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกภาคสนาม
 - 1.2) จัดการประชุมสะท้อนผล พร้อมแลกเปลี่ยนข้อมูล รับทราบปัญหาและให้ข้อเสนอแนะ ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เก็บข้อมูลด้วยแบบสะท้อนความคิดเห็น
 - 1.3) สรุปผลภาพรวมจากรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู ตอบคำถามวิจัยผลการใช้รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความสามารถในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
- 2) กลุ่มติดตามเพื่อศึกษาลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน

ซึ่งเก็บข้อมูลจากแบบบันทึกหลังการสอน คะแนนจากการประเมินความสามารถในการเขียนแผน คะแนนจากการประเมินความสามารถในการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอน และแบบสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา

4.2 ขั้นปรับปรุงและรายงานผล

- 1) รวบรวมและวิเคราะห์ผลข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) สรุปข้อมูลและอภิปรายผลทั้งในข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 3). นำข้อมูลจากการเก็บข้อมูลมาปรับปรุงกิจกรรมในรูปแบบการฝึกการอบรมเชิงปฏิบัติการ ตามข้อเสนอแนะของผู้เข้าอบรม วิทยากร ครูพี่เลี้ยง และข้อเสนอแนะอื่นๆ

เกณฑ์ในการพิจารณาสมมติฐาน

1. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มีคะแนนความรู้ด้านนิเทศน์และการปฏิบัติ หลังใช้โปรแกรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกองค์ประกอบ (TPK TCK PCK และ TPACK) และมีความเข้าใจในนิเทศน์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT และสามารถปฏิบัติการสอนบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
2. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) เห็นว่ารูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนจริงที่คะแนนเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป
3. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มคะแนนTPACK สูง สามารถออกแบบกิจกรรมที่ใช้ ICT ที่ส่งเสริมและยกระดับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะในชั้นเรียน นำสู่บริบทเนื้อหาบทเรียนโดยกำหนดสถานการณ์และใช้ ICT สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ กลุ่มคะแนนTPACK ต่ำ สามารถเลือกใช้ ICT หลากหลายเพื่อกระตุ้นและดึงดูดผู้เรียน ส่งเสริมการคิดและเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) สถิติสำหรับการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of consistency) เพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหาความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายศ.2538 : 208-209) ได้ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

- 2) สถิติที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย และเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 3) ประมวลผลด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 16.0 (SPSS for Windows version 16.0)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ พัฒนามาจาก 4 กระบวนการ ได้แก่ 1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา 2. สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง 3. ออกแบบและพัฒนารูปแบบ และ 4. การนำไปใช้และศึกษาผล

โดยสรุปผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ รายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ศึกษาในหลายประเด็นตามที่ระบุรายละเอียดต่างๆในบทที่ 2 ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นสาระสำคัญเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยมีสาระสำคัญดัง ตาราง 14 สรุปประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบที่ส่งเสริม TPACK ดังนี้

ตาราง 14 สรุปประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบที่ส่งเสริม TPACK ดังนี้

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
1. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	TPACK เป็นกรอบแนวคิดที่ส่งเสริมการบูรณาการ ICT และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นี้สู่การปฏิบัติการสอนจริงในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ของผู้สอน
2. นิยามองค์ประกอบ TPACK 2.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK)	ความรู้ความเข้าใจของผู้สอนด้านการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลัก คือ การที่ผู้สอนรู้ความต้องการในตัวชี้ในหัวข้อเนื้อหาตามหลักสูตรและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตอบสนองตัวชี้วัด 2) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา คือ การที่ผู้สอนใช้กลวิธีการเรียนที่เน้นการสำรวจตรวจสอบตามแบบการสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นทัศน์และที่มาของมโนทัศน์ตามเนื้อหา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการที่สามารถตรวจสอบความรู้เดิม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมโนทัศน์ที่ยากเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน คือ การที่ผู้สอนใช้วิธีการประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาความสอดคล้องร่วมกับวิธีการสอน รูปแบบการประเมินผู้เรียนรายคน/รายกลุ่ม และหลักฐานการเรียนรู้

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
2.2 ความรู้ในเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (TCK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับเนื้อหา โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาจากการพิจารณาธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ในเนื้อหาตามหลักสูตร และซอฟต์แวร์วิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความรู้ี้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน
2.3 ความรู้ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี (TPK)	ความรู้ในการตัดสินใจใช้ ICT เหมาะกับกลวิธีสอน โดยการตัดสินใจเลือก ICT มาใช้อำนวยความสะดวกในการจัดการสอน พิจารณาจากควบคุมชั้นเรียน วิธีสอน ลำดับการใช้งาน กระตุ้นความสนใจและการประเมินผู้เรียน ซึ่งตรวจสอบความรู้ี้จากร่องรอยหลักฐานที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้และการให้เหตุผลจากการสัมภาษณ์ในการเลือก ICT ของผู้สอน
2.4 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	ความรู้ของผู้สอนที่ใช้ ICT แก้ปัญหา ยกระดับ และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อตามเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในทัศนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้ 1. ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx) 2. ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) 3. ใช้ ICT ส่งเสริมการสร้างและขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC) 4. ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As)

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
	5. ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Collaborative: Co)
3. ความรู้ในด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge : TK)	1. ICT ประเภทเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายและฉากร และซอฟต์แวร์ทั่วไปในระบบปฏิบัติการ) 2. ICT ประเภทสื่อที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจในทัศนวิทยาศาสตร์ เช่น ประเภทสื่อจำลอง Simulation ฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์ (Data-based) เว็บไซต์จากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา 3. ICT ประเภทสืบค้นและแนะนำแหล่งเรียนรู้
4. บริบทเทคโนโลยีในชั้นเรียน	บริบทโครงสร้างทางกายภาพตามความพร้อมอุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียน มีคอมพิวเตอร์ 1 ต่อชั้นเรียน 1 ห้อง เงื่อนไขบริบทเทคโนโลยีชั้นเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนในการบูรณาการ ICT
5. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในโลกที่เป็นจริง 2. สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ 3. เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ ตัดสินข้อมูล และแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย 4. เน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงลึก (Deep understanding) 5. มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ตนเอง 6. วัดและประเมินผลที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
6. แนวทางการใช้ ICT สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามบริบทในชั้นเรียน	บทบาทของผู้สอน คือ เตรียมการเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน และปฏิบัติการสอน (Enact in classroom) สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน (Whole-class) ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน ในรูปแบบของ database, simulation , multiple linked representation ที่แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projectors) และเน้นการขับเคลื่อนและสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญให้เกิดแก่ผู้เรียน และเพิ่มช่องทางที่ชัดเจนเพื่อแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ ICT โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้เรียน คือ การได้รับโอกาสให้เกิดการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practice) โดยบทบาทผู้เรียนที่เน้นการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ตีความ ค้นหาหลักฐาน ประเมินหลักฐาน มีส่วนร่วมในการอภิปราย และสื่อสารข้อมูลเพื่ออธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สำรวจตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation)
6. หลักการออกแบบและพัฒนารูปแบบการอบรมส่งเสริม TPACK	1. นิยามองค์ประกอบและขอบเขตมโนทัศน์ TPACK ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบทจริง 2. มีกิจกรรมที่พัฒนามโนทัศน์ TPACK

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
	3. มีกิจกรรมที่สาธิตตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย และกลวิธีการสอนที่ส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนา PCK 4. มีกิจกรรมและเทคนิคที่ส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ในการบูรณาเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้ร่วมกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้กับผู้เรียนในชั้นเรียนตามบริบทจริง เน้นให้คำแนะนำในการวางแผนการเรียนรู้และเรียงลำดับความต่อเนื่องการจัดการเรียนการสอน คำนึงถึงทรัพยากรเทคโนโลยีที่มี ระดับชั้นผู้เรียนและความพร้อมของโรงเรียน 5. ผลลัพธ์ของการเชื่อมโยงปรากฏเป็นรูปธรรมในลักษณะของการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ 6. มีกิจกรรมที่นำเสนอและตัวอย่างการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ 7. กิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนา TPACK เป็นบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน 8. มีกิจกรรมการสะท้อนความคิด (Reflection) ในการเชื่อมโยงและบูรณาตามมโนทัศน์ TPACK 9. มีวิธีการนำเสนอ การปฏิบัติ และส่งเสริมให้นำไปใช้ในการปฏิบัติการสอนจริงในบริบทชั้นเรียน เพื่อให้สามารถตรวจสอบผลจากการพัฒนา TPACK
9. การคิดเชิงออกแบบ	แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการสังเกต ระบุ และทบทวนในประเด็นใดๆ แล้วตั้งคำถาม สร้างจินตนาการ

ประเด็นที่ศึกษา	ผลสรุปสาระสำคัญ
	และสมมติเหตุการณ์ ซึ่งเป็นเรื่องราวที่ใกล้เคียงความจริงและมีความเป็นไปได้ สิ่งสำคัญของการคิดออกแบบจะเกิดขึ้นได้ต้องเริ่มจากการตั้งคำถามของตนเองใกล้ตัวและพยายามมองหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไข
10. ทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม	แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivist) มีกิจกรรมให้ผู้ร่วมกิจกรรมได้ปฏิสัมพันธ์สื่อสาร ทบทวน และสำรวจปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การโต้แย้งด้วยเหตุผล และจัดให้มีการสะท้อนผลการเรียนรู้ มีการสรุปขยายความในแนวทางที่ถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญของข้อสรุปนั้นๆ และมีการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาและแก้ไขที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง
11. การเรียนรู้แบบร่วมมือ	การเรียนรู้แบบร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์สื่อสารระหว่างผู้ร่วมกิจกรรม เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิด ตัดสินใจและลงมือร่วมกันในประเด็นต่างๆ ขณะที่ผู้ดำเนินการกิจกรรมมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง

จากการศึกษาสภาพทั่วไปของชั้นเรียนในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตร่วมกับการสัมภาษณ์นักศึกษาครู สรุปผลข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ 1. สภาพทั่วไปชั้นเรียนในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ และ 2. สภาพปัญหาการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายละเอียด ดังนี้

2.1 สภาพทั่วไปชั้นเรียนในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ได้แก่ 2.1.1 สภาพทั่วไปในชั้นเรียนเชิงกายภาพ และ 2.1.2 สภาพทั่วไปในชั้นเรียนเชิงพฤติกรรม

2.1.1 สภาพทั่วไปในชั้นเรียนเชิงกายภาพ

ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นทั้งห้องเรียนบรรยายและห้องปฏิบัติการทดลอง โดยขนาดห้องเรียน ประมาณ 9x11 ตารางเมตร การจัดโต๊ะเรียนเป็นโต๊ะเรียนขนาดสี่เหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 6-9 โต๊ะ นั่งเรียนนั่งเป็นกลุ่มๆละประมาณ 7-10 คน ด้านหน้าชั้นเป็นกระดานดำ ส่วนใหญ่เป็นห้องพัดลม มีเพียง 1 โรงที่มีห้องติดเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากโรงเรียนตั้งอยู่ใกล้สนามบินจึงได้รับการอุปการะให้ติดกระจกและเครื่องปรับอากาศป้องกันเสียงรบกวน และมีเพียงบางส่วนของห้องเรียนวิทยาศาสตร์เป็นห้องเรียนบรรยายปกติ ห้องเรียนขนาดเล็กกว่าประมาณ 6x8 ตารางเมตร

อุปกรณ์เทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีเครื่องฉายภาพติดตั้งถาวรที่เพดานห้องเรียน จัดวางตำแหน่งรับกับฉากรับภาพที่ใช้งานได้บริเวณหน้ากระดาน ผู้สอนใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัว และไม่โครโฟนขณะทำการสอน และมีห้องเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่มีสัญญาณ Wi-Fi หากพิจารณาในด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

2.1.2 สภาพทั่วไปในชั้นเรียนเชิงพฤติกรรม

จากการศึกษาสภาพทั่วไปในชั้นเรียนเชิงพฤติกรรมของทั้งผู้เรียนและผู้สอน ทั้งนี้เสนอผลข้อมูลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และ 2) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ดังนี้

1) พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้เรียนลดความสามารถทางการเรียนคือมีทั้งผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนในห้องเรียนเดียวกัน ซึ่งลักษณะการเรียนรู้โดยทั่วไปนักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามใจตนเองกลุ่มละ 7-10 คน ผู้เรียนที่นั่งด้านหน้าห้องซึ่งมีส่วนน้อย จะเป็นผู้ตอบคำถามและให้ความร่วมมือกับผู้สอนในกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าผู้เรียนหลังห้อง และผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยตอบคำถามของครู มีผู้เรียน

มากกว่าครึ่งห้องคุยกันขณะที่ครูสอนและไม่สนใจเรียน จะกลับมาสนใจเรียนเมื่อผู้สอนเรียกตักเตือน แล้วกลับมาคุยกันอีกเมื่อมีโอกาส แต่หากมีการทำทดลองวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจและร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ชักถามผู้สอนเมื่อเกิดข้อสงสัย มีการพูดคุย แสดงความเห็นกับเพื่อน พร้อมทั้งมีการอภิปรายในกลุ่มในถึงสิ่งที่ปรากฏการณ์ในการทดลอง

2) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน

พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ได้จำแนกการนำเสนอผลการศึกษา เป็น 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ลักษณะบทบาทการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน 2) การใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 3) การบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1) ลักษณะการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ผู้สอนเป็นเพศหญิงทั้งหมด มีอายุระหว่าง 22-23 ปี ในชั้นเรียนผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้บรรยายและอธิบายให้ผู้เรียนฟังตามเนื้อหาในหนังสือ มีการตั้งคำถามบ้างแต่เป็นคำถามลักษณะของการรับรู้พื้นฐานทบทวนสิ่งที่ผู้เรียนรับรู้ มีส่วนน้อยที่มีคำถามส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูง ส่วนใหญ่ไม่ปรากฏคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ หรือตัดสินใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ และผู้เรียนเขียนบันทึกตามที่ผู้สอนอธิบาย ผู้สอนระบุว่าใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ส่วนใหญ่เน้นบรรยายและใช้คำถามพื้นฐานถามผู้เรียน นักศึกษามีความคลาดเคลื่อนบางส่วนในแต่ละชั้นของ

2.2) การใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอนใช้ ICT ร่วมในการจัดการเรียนรู้ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ (1) ใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เพื่อให้การใช้ ICT เกิดขึ้นได้ในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก กลุ่มฮาร์ดแวร์ ได้แก่ เครื่องฉาย ณากรับภาพ และลำโพง ทำหน้าที่ในการขยายภาพและขยายเสียง คิดเป็นร้อยละ 92.31 และ กลุ่มที่สอง กลุ่มซอฟต์แวร์ ส่วนใหญ่ใช้โปรแกรม PowerPoint ทำหน้าที่ในการนำเสนอภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว คิดเป็นร้อยละ 61.54 (2) ใช้เป็นสื่อที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจในทัศนวิทยาศาสตร์ คือ แบบจำลองเพื่อประกอบการอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 76.92 และฐานข้อมูล (Data-based) ทำหน้าที่ เสนอข้อมูลเพื่อใช้ตัดสินใจ ให้เหตุผลและอธิบายความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 7.69 และ (3) ใช้เพื่อสืบค้นและแนะนำแหล่งเรียนรู้ คือ ใช้เพื่อการสืบค้นภาพนิ่งจาก Google search คิดเป็นร้อยละ 76.92 และภาพเคลื่อนไหวจาก YouTube คิดเป็นร้อยละ 84.61 สื่อจากการสืบค้นเหล่านี้นำมาเพื่อประกอบการอธิบายเพิ่มเติมขณะจัดการเรียนรู้

2.3) การบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผลการศึกษา แสดงให้เห็นภาพรวมของการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนใช้สื่อ ICT แสดงข้อมูลร่วมกับการสอนแบบบรรยาย ซึ่งเป็นการบูรณาการแบบนำเข้า (Entry) เท่านั้น บทบาทผู้สอนเป็นเน้นการบรรยาย มีบางครั้งใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ผู้สอนใช้ ICT ได้รับความสนใจของผู้เรียนโดยการใช้ภาพ และใช้คำถามพื้นฐานตรวจสอบความรู้ผู้เรียน ซึ่งเป็นคำถามที่เน้นคำตอบถูกหรือผิด ปรากฏเป็นส่วนน้อยที่ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้ ICT เป็นภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวอธิบายตามสื่อเพื่อถ่ายทอดความรู้วิทยาศาสตร์ และ ไม่พบการใช้สื่อ ICT ในชั้นการประเมิน นักศึกษาครูส่วนใหญ่ให้ผู้เรียนทำใบความรู้และแบบฝึกหัดที่จัดเตรียมไว้

2.2. สภาพปัญหาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาปรากฏปัญหาใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 2.1 การขาดความรู้ความเข้าใจการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2) การขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยี และ 3) การเข้าถึงและรู้จักสื่อ ICT อย่างจำกัด โดยในแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 การขาดความรู้ความเข้าใจการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการสัมภาษณ์ผู้สอน พบว่า ปัญหาด้านการขาดความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Understanding of Integrate ICT to Science classroom) ดังนี้

1) ขาดความเข้าใจในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอนขาดความเข้าใจในหลักการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเข้าใจว่าเมื่อมีการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับเทคโนโลยีขณะจัดการเรียนรู้อยู่เป็นการบูรณาการ ICT ในการสอนแล้ว และไม่รู้ว่าการบูรณาการ ICT ต้องพิจารณาและคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง

2) การขาดความรู้ในการประยุกต์ ICT ในการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการประยุกต์ ICT ในชั้นเรียน ซึ่งส่วนใหญ่เน้นบรรยายตามสื่อ และมีบางส่วนที่ใช้ ICT ร่วมแล้วใช้คำถามนำตรวจสอบความรู้เดิม

ผู้เรียน ไม่มีการประยุกต์เครื่องมือ ICT ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะและนำข้อมูล Data-based มาใช้ในการสืบเสาะหาคำตอบ สำหรับการตัดสินใจข้อมูลและให้เหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

2.2.2 การขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยี

ผู้สอนขาดความรู้ในการใช้สื่อเทคโนโลยี และ ICT ผู้สอนรู้จักสื่อและโปรแกรม Application ที่มีประโยชน์ผ่าน Social media แต่ใช้โปรแกรมไม่เป็น จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.3 การเข้าถึงและรู้จักสื่อ ICT อย่างจำกัด

ผู้สอนรู้จักและเข้าถึงสื่อ ICT อย่างจำกัด ส่วนใหญ่เป็นการสืบค้นด้วยภาษาไทยใน search engine อย่าง Google และ Youtube เท่านั้น ส่วนโปรแกรม Simulation ในเชิงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (Interactive) ไม่ปรากฏในการนำมาใช้เลย

จากผลการสำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง ทำให้ทราบข้อมูลและสภาพความพร้อมด้านโครงสร้างเทคโนโลยี ตลอดจนพฤติกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ออกแบบและพัฒนารูปแบบรวมถึงโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK ที่สามารถส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในแนวคิด TPACK สอดคล้องความต้องการ และบริบทจริงสนับสนุนการต่อยอดแนวคิดนี้ให้สามารถนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT จริงในชั้นเรียนให้เกิดความยั่งยืน และยกระดับการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนต่อไป

ขั้นที่ 3 การออกแบบและพัฒนารูปแบบ

การพัฒนารูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 กำหนดนิยาม ขอบเขตการวัดและประเมินผลการพัฒนา TPACK

ระยะที่ 2 สังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK

ระยะที่ 3 ออกแบบกิจกรรมและพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู TPACK

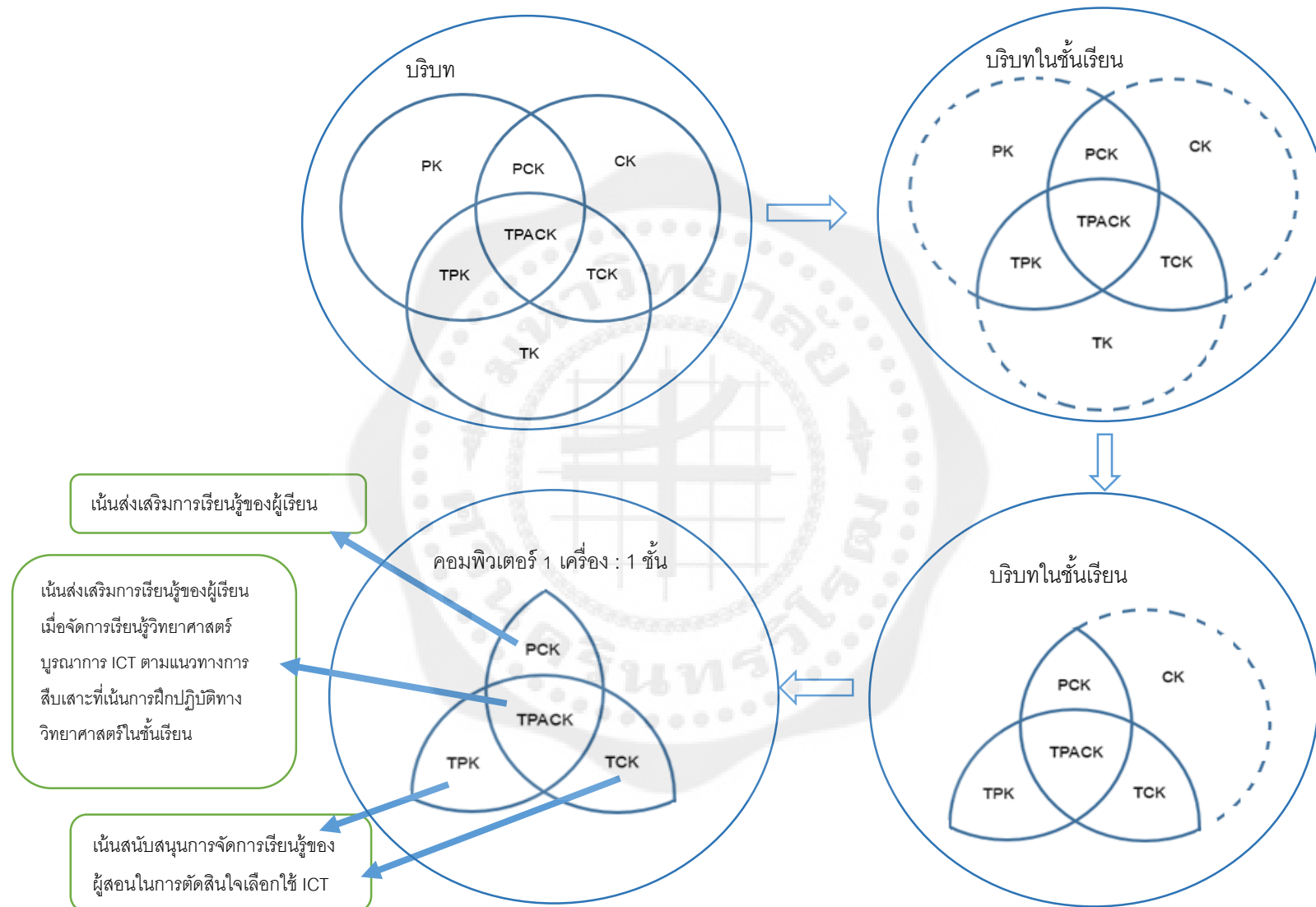
ระยะที่ 4 ติดตามและสะท้อนผลการพัฒนา

รายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 กำหนดนิยาม ขอบเขตการวัดและประเมินผลการพัฒนาTPACK

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลสำรวจบริบทชั้นเรียนจริง นำสู่การกำหนดนิยามและระบุขอบเขตการวัดและประเมินผลองค์ประกอบ TPACK เพื่อการตีความ และสอดคล้องกับบริบทของสภาพชั้นเรียนด้านความพร้อมเทคโนโลยี ส่งเสริมการเรียนรู้ผู้เรียน และสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน ดังปรากฏในแผนภาพนิยามตามองค์ประกอบ TPACK ในบริบทชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์¹ เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาความรู้เชิงบูรณาการเป็นสำคัญ ได้แก่ PCK TCK TPK และ TPACK ดังภาพประกอบ 7 แสดงขอบเขตของนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทชั้นเรียน คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน





ภาพประกอบ 7 แสดงขอบเขตนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบท คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน

จากภาพประกอบ 7 แสดงขอบเขตของนิยามความรู้เชิงบูรณาการตามองค์ประกอบ TPACK ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 ชั้นเรียน ทั้งนี้เป็นข้อสรุปจากกระบวนการขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเอกสารที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน ร่วมกับกระบวนการขั้นที่ 2 สํารวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง เพื่อยืนยันความสอดคล้องที่น่าจะเป็นเชิงทฤษฎีเบื้องต้น และตรวจสอบสภาพบริบทในชั้นเรียนด้านความพร้อมโครงสร้างเทคโนโลยี พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ข้อมูลทั้งหมดได้นำสู่การกำหนดนิยาม ขอบเขตการพัฒนา และประเด็นการวัดประเมินให้สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนารูปแบบครั้งนี้ โดยแผนภาพวงกลมแรกมีบริบทไม่เจาะจง และแสดงองค์ประกอบทั้ง 7 ของ TPACK ถัดมาวงกลมที่ 2 ระบุบริบทในชั้นเรียนพร้อมแสดงขอบเขตชัดเจนในส่วนความรู้ที่สัมพันธ์กันและลดบทบาทความรู้เชิงเดียว ถัดมาวงกลมที่ 3 บทบาทความรู้เชิงเดียว TK และ PK หายไปและลดบทบาท CK และวงกลมที่ 4 ซึ่งเป็นวงกลมที่ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวัดและประเมินผลการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครูวงกลมสุดท้ายระบุบริบทในชั้นเรียนด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีจากการสำรวจพื้นที่ในกระบวนการขั้นที่ 2 สรุปเงื่อนไขสำคัญ คือ ภายในชั้นเรียนปรากฏคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อการจัดการเรียนรู้สำหรับทั้งชั้นเรียน หรือ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง : 1 ชั้นเรียน นักศึกษาครูซึ่งเป็นผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน (Whole-class) ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน ในรูปแบบของ database, simulation , multiple linked representation ที่แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projectors) (Oldham.2003: 53) จึงไม่จำเป็นต้องมุ่งเน้นทักษะเทคโนโลยีระดับสูงเพราะข้อจำกัดด้านอุปกรณ์เทคโนโลยี ขณะเดียวกันความรู้ในเนื้อหาวิชาผู้สอนมีการเตรียมตัวและหาความรู้เพิ่มเติมได้เสมอ ด้วยเป็นยุคแห่งความรู้ที่มีเปลี่ยนแปลงและพัฒนาต่อเนื่อง รวมถึงความรู้ด้านการสอนที่ผู้สอนคือนักศึกษาครูหลักสูตร 5 ปี ซึ่งได้รับการบ่มเพาะเตรียมตัวสำหรับการเป็นครูตามหลักสูตรอยู่แล้ว ดังนั้นหากศึกษาวิจัยความรู้เชิงเดียวทั้ง CK TK และ PK ด้วย อาจมีปัจจัยแทรกซ้อนหลายประเด็น (Lin; et al.2013: 327 ; Morine-Dershimer; & Kent.1999 : 22) และด้วยระยะเวลาในการอบรมพัฒนา การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครูในโรงเรียนที่มีอย่างจำกัด อาจทำให้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่ตอบวัตถุประสงค์ และทำให้การพัฒนารูปแบบครั้งนี้ไม่คุ้มค่าและเท่าที่ควร อีกทั้งในงานวิจัยหลายงานที่วัดเชิงเดียว เป็นการวัดการประเมินความสามารถตนเอง (Self-assessed) จากแบบสำรวจประมาณค่า 5 ระดับ และวัดเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์กรณีกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก เพื่อวัดความสัมพันธ์ทางสถิติในกรณีตรวจสอบการส่งผลต่อองค์ประกอบอื่นใน TPACK เท่านั้น

ด้วยเหตุนี้เพื่อประโยชน์ของนักศึกษาครูผู้เข้าร่วม ข้อจำกัดด้านเวลา ความพร้อมเทคโนโลยี และความคาดหวังที่มุ่งเน้นความเข้าใจเพื่อการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ความรู้เชิงบูรณาการความรู้ด้าน TPK TCK PCK และ TPACK เป็นความรู้ที่มีลักษณะสัมพันธ์เชื่อมโยงเชิงบูรณาการที่สะท้อนสู่การปฏิบัติการสอนที่มีความหมายสอดคล้องกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในบริบทชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตนิยามการศึกษาครั้งนี้ ในส่วนความรู้เชิงบูรณาการ คือ TCK และ TPK มุ่งตีความเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่นำ ICT สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนประเด็นการตัดสินใจเลือกใช้ ICT ความรู้ด้าน PCK มุ่งตีความเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน และความรู้ด้าน TPACK มุ่งตีความเกี่ยวกับความเข้าใจในแนวคิดส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยการพัฒนา รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมแนวคิด TPACK ในครั้งนี้มุ่งหวังเพื่อให้ผู้สอนได้ใช้ความรู้เชิงบูรณาการเหล่านี้สู่การปรับเปลี่ยนบทบาทการสอน และยกระดับการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้จริง

ระยะที่ 2 สังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

ผลการสังเคราะห์และพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) โดยพัฒนามาจากหลักการการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจในทัศน์ TPACK สำหรับนักศึกษาครูซึ่งสรุป 9 หลักการ ร่วมกับการวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยในหลักสูตรของงานวิจัยต่างๆ เพื่อการพัฒนา TPACK โดยดึงจุดเด่นเข้ามาและคัดจุดด้อยออกไป จนได้ข้อสรุป 4 กระบวนการ อีกทั้งผู้วิจัยพิจารณาร่วมกับกลุ่มกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK ทั้งหมด 14 กลุ่ม แล้วจัดกลุ่มตามลักษณะร่วมเพื่อทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนา กลายเป็น 7 กลุ่ม รวมทั้งจากการศึกษาแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking) จากข้อสรุปหลักการ และแนวคิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาและสร้างความเข้าใจในแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทชั้นเรียนต่อไป ซึ่งเป็นดังตาราง 11 สังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 การสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิด TPACK

หลักการการออกแบบโปรแกรมการอบรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู	กระบวนการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนา TPACK กับนักศึกษาครู	กลุ่มกิจกรรมเพื่อการพัฒนา TPACK	แนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking)	แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นปฏิสัมพันธ์สังคม	การเรียนรู้แบบร่วมมือ	รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนการอบรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
1.กำหนดขอบเขตองค์ความรู้ TPACK เหมาะกับบริบทในชั้นเรียน		✓		✓		นำสู่มโนทัศน์ (Introduction : I)
2.จัดกิจกรรมที่ใช้กลวิธี/เทคนิคต่างๆเสริมสร้างความเข้าใจ TPACK	✓	✓		✓	✓	สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension : C)
3.สาธิตการใช้ความรู้เพื่อการบูรณาการ ICT						
4.จัดกิจกรรมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	✓		✓	✓	✓	ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation & Design : CD) ปรึกษาหารือ (Consultation : C)
5.ออกแบบแผนการจัดการ						ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ
6. นำเสนอแนวคิดผ่านผลงานออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓	(Consultation & Design : CD)
7.จัดกิจกรรมให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน						ร่วมมือออกแบบ (Designing : D)

จากตาราง 11 จะปรากฏเครื่องหมาย√ แสดงความสอดคล้องและมีลักษณะร่วมกันในแต่ละกระบวนการเพื่อการพัฒนา TPACK ส่วนในกรณีที่ไม่มีเครื่องหมาย √ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่มีลักษณะร่วมตามทฤษฎี แต่มีความสอดคล้องกับหลักการออกแบบโปรแกรมการอบรม TPACK สำหรับนักศึกษาครู และสิ่งสำคัญเป็นจุดเด่นที่เพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ คือ ในกระบวนการที่ให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ลงมือปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดในการอบรม ผู้วิจัยยึดแนวคิดสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มาเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความคิดที่ผุดเกิดขึ้นจากการพูดคุยปรึกษาหารือ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์สอนระหว่างผู้เข้าร่วมอบรม (Consultation) ก่อนร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นในขั้นร่วมออกแบบ (Designing)

ดังนั้น ผลการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ขั้นตอนกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิด TPACK มุ่งพัฒนามโนทัศน์การออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามบริบทจริงของนักศึกษาครู โดยรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรียกว่า I2CARE model ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่1 นำสู่มนทัศน์ (Introduction : I) หมายถึง วิทยากรนำผู้เข้าอบรมสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิด และประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครู จากข้อความ รูปภาพ สถานการณ์ วิดีโอ หรือสื่อความรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ และสื่อสารสิ่งที่รู้ออกมา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากผู้อบรมคนอื่น และวิทยากรนำสู่ขั้นต่อไปสู่กิจกรรม

ขั้นที่2 สร้างสร้งให้เข้าใจ (Comprehension: C) หมายถึง วิทยากรใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้ นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อเริ่มสร้างความเข้าใจจากกิจกรรม

ขั้นที่3 ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing: CD) ในขั้นนี้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ปรึกษาหารือ (Consultation) และ 2) ร่วมมือออกแบบ (Designing)

1) **ปรึกษาหารือ (Consultation)** หมายถึง ผู้เข้าอบรมที่เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ตามระดับชั้นที่ตนเองสอน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุย ปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน จนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และหาแนวทางแก้ไขเบื้องต้นร่วมกัน กิจกรรมนี้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งพบทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเองและหารือร่วมกันกับผู้ที่อยู่ในบริบทที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นขั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown.2008)

2) **ร่วมมือออกแบบ (Designing)** หมายถึง วิทยากรกำหนดสถานการณ์ หรือภารกิจให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มออกแบบการแก้ปัญหาหรือ ข้อผิดพลาดที่กำหนดขึ้นจากสถานการณ์ หรือข้อจำกัดบางประการที่มีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis: A) หมายถึง ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปในแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบจุดเหมือนและต่างสู่ และปรับวิธีแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม

ขั้นที่5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection: R) หมายถึง ผู้เข้าอบรมประมวลแนวคิด ความรู้ และทักษะจากการร่วมกิจกรรมของตนเองในแต่ละหน่วยกิจกรรม โดยรูปแบบการสะท้อนแนวคิดในขั้นนี้ให้ผู้เข้าร่วมอบรมบันทึกในสมุดคู่มือการอบรมเป็นหลักฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

ขั้นที่6 การประเมินผลความรู้ (Evaluation: E) หมายถึง ผู้เข้าอบรมทดสอบประเมินความรู้ความเข้าใจต่อองค์ความรู้ที่ได้รับจากสิ่งที่วิทยากรกำหนด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK

ระยะที่ 3 ออกแบบกิจกรรมและพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

นำข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามนิยามของ TPACK ที่กำหนด และสาระสำคัญของกิจกรรมแต่ละขั้นกระบวนการของ I2CARE model มาออกแบบกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกัน นำรูปแบบและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความสอดคล้อง ซึ่งค่าความสอดคล้องยอมรับได้ที่ 0.60-1.00 โดยผลที่ได้จากการออกแบบสรุปพบว่า โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชุดกิจกรรมในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ มีระยะเวลา 4 วัน จำนวน 30 ชั่วโมง โดยใช้รูปแบบ I2DARE model ขับเคลื่อนในการดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบกิจกรรมมุ่งหวังให้นักศึกษาครูเป็นนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน (Designer for TPACK) ดังนี้

แผนที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พัฒนาเข้าใจในธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากการพิจารณาแนวคิดหลัก (Big Ideas) เพื่อออกแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก พร้อมทั้งเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

แผนที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ธรรมชาติการเรียนรู้ผู้เรียน หลักสูตร กิจกรรม บริบทห้องเรียน และการประเมินผล

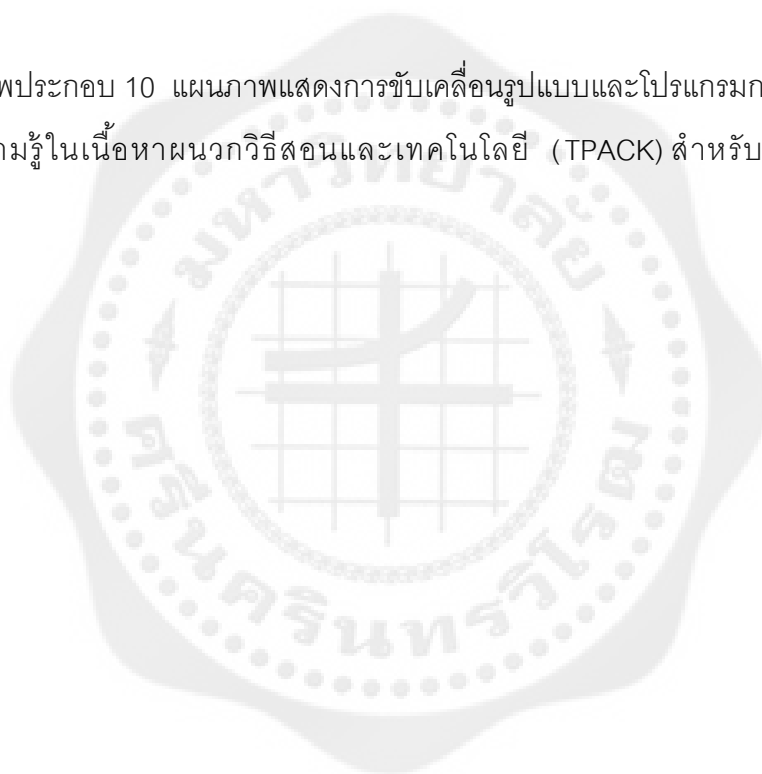
แผนที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK , TPK) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้ประโยชน์เฉพาะด้าน และข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่สามารถเลือกใช้เทคโนโลยี นำมาช่วยในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

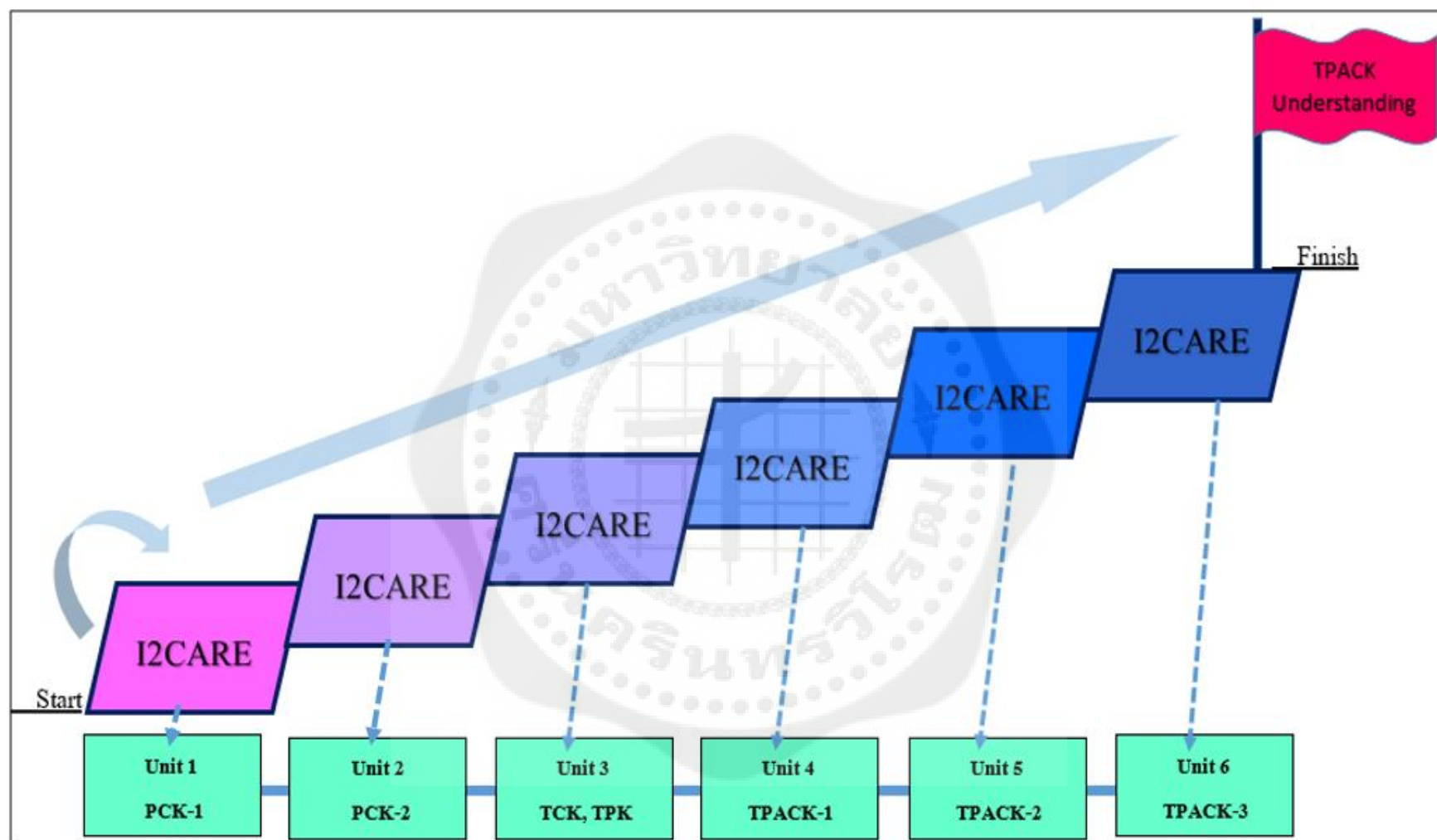
แผนที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการปรับแผนการเรียนรู้ฉบับเดิมของผู้เข้ารับการอบรม

แผนที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ภายในสถานการณ์ที่กำหนด

แผนที่ 6 ชื่นชมผลงาน (TPACK-3) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตามบริบทจริงที่ผู้รับการอบรมจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆจากเพื่อนผู้รับการอบรมและผู้เชี่ยวชาญ

ดังภาพประกอบ 10 แผนภาพแสดงการขับเคลื่อนรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์





ภาพประกอบ 10 แผนภาพแสดงการขับเคลื่อนรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต พัฒนาโดย ศิริประภา ศรีสุพรรณ (2561)

จากภาพประกอบ 10 แผนภาพแสดงการกระบวนการขับเคลื่อนรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาวิทยาศาสตร์ รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นขั้นกระบวนการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในแนวคิด TPACK หรือ I2CARE model ประกอบด้วย 6 กระบวน คือ 1) นำสู่มนทัศน์ (Introduction) 2) สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension) 3) ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing : CD) 4) แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis) 5) สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection) และ 6) ประเมินผลความรู้ (Evaluation) ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการขับเคลื่อนแบบเส้นตรงเริ่มจาก I C CD A R E พบว่าปรากฏ C 2 ตัว หรือ 2 C จึงอ่านว่า I2CARE (ไอทูแคร์) กล่าวคือ เริ่มจากการนำสู่มนทัศน์ จนถึงประเมินผลความรู้ตามลำดับ ไม่สามารถลดขั้นตอนได้ นอกจากนี้จากการพิจารณาแผนภาพจะเห็นลูกศรชี้ลงมากล่องด้านล่าง กล่องนี้เรียกว่า หน่วยกิจกรรม (Unit) ประกอบด้วย 6 หน่วย และแต่ละหน่วยเป็นกิจกรรมที่สร้างมนทัศน์แตกต่างกัน หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ เป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พัฒนาเข้าใจในธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มวิเคราะห์จากแนวคิดหลักของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อกออกแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้พิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลักและตัวชี้วัดหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการประเมิน หน่วยกิจกรรมที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK, TPK) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้ประโยชน์ หน้าที่ และข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่สามารถเลือกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิดจนสามารถเป็นข้อมูลตัดสินใจเลือกใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยกิจกรรมที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากทางปรับแผนการเรียนรู้ฉบับเดิมของผู้เข้ารับการอบรม เน้นหาข้อบกพร่องและเติมเต็มความรู้ด้านการบูรณาการ ICT ตามกรอบแนวคิด TPACK ให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หน่วยกิจกรรมที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ภายในสถานการณ์ที่กำหนด และหน่วยกิจกรรมที่ 6 ชื่นชมผลงาน (TPACK-3) สาระสำคัญกิจกรรม

คือ กิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหา วิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตาม บริบทจริงที่ผู้รับการอบรมจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆจาก เพื่อนผู้รับการอบรมและผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 6 หน่วยกิจกรรมเชื่อมโยงต่อยอดกัน และแต่ละหน่วย ขยับเคลื่อนด้วยรูปแบบ I2CARE model เริ่มจากจุดเริ่มต้น (start) ตามทิศทางของหัวลูกศรที่ชี้ขึ้นไป ที่ปลายทางขั้นสุดท้ายของ I2CARE หากดำเนินจนครบกระบวนการทั้ง 6 ขั้นก้าวถึงจุดเสร็จสิ้น(Finish) คือ ธงชัยแสดงความเข้าใจใน TPACK (TPACK Understanding) พร้อมต่อยอดแนวคิดนำสู่การ ประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ตามแนวทางการ สืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ระยะที่ 4 ติดตามและสะท้อนผลการพัฒนา

ระยะการติดตามและสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นการไปสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้รับ การอบรมหรือนักศึกษาครูได้นำมโนทัศน์ TPACK ไปใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน และสังเกตในการปฏิบัติการสอน (TPACK-Action) และศึกษาลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มี การบูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน พร้อมทั้ง ให้คำแนะนำนักศึกษาหลังการสอน ซึ่งพบว่า นักศึกษาแสดงถึงการนำแนวคิด TPACK ไปประยุกต์และ ปรับใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

สะท้อนผลการพัฒนา เป็นการจัดประชุมเพื่อสะท้อนการปฏิบัติการสอนและปัญหา ข้อเสนอแนะจากการนำเอาความรู้ใน TPACK ไปใช้สอน รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพในกิจกรรมอบรม เชิงปฏิบัติเพื่อพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาทุกคน ลงความเห็นว่ารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้ มี ประโยชน์และช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนส่งเสริมสนับสนุนความสามารถในการบูรณาการ ICT ในชั้น เรียน

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

สำหรับผลการใช้ รายงานผล 2 ส่วน ได้แก่ 1) ระยะอบรมเชิงปฏิบัติการ และ 2) ระยะการติดตามผลในการปฏิบัติการสอนที่โรงเรียน ดังนี้

2.1 ผลการใช้ในระยะอบรมเชิงปฏิบัติการ

จากสมมติฐานข้อที่ 2 ว่าคะแนนเฉลี่ยจากการวัดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK) หลังอบรมมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม พบว่าเป็นไปตามสมมติฐาน คือ คะแนนเฉลี่ยหลังอบรมมากกว่าก่อนอบรม

เมื่อ μ_1 : คะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม และ , μ_2 : คะแนนเฉลี่ยหลังอบรม

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

ตาราง 15 แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จากการวัดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT (concept of TPACK)

ตาราง 15 แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จากการวัดความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT (concept of TPACK)

คะแนนเฉลี่ย ความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK)							
องค์ประกอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		S.D.	t	p
			ก่อนอบรม	หลังอบรม			
TCK	10.00	5.00	1.90	3.70	0.92	6.19	0.00 [*]
TPK	10.00	5.00	2.00	3.10	1.20	2.91	0.02 [*]
PCK	10.00	14.00	6.00	10.60	1.84	7.92	0.00 [*]
TPACK	10.00	15.00	7.40	10.90	1.58	7.00	0.00 [*]

$p \leq .05$ ปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยหลังอบรมสูงกว่า

จากตาราง 15 แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK) ก่อนและหลังการใช้รูปแบบ I2CARE model กับนักศึกษาครูจำนวน 10 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK) ของนักศึกษาครูหลังอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบ I2CARE model สูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ พบว่า นักศึกษามีความรู้ในการเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม หรือเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้ในชั้นเรียน จัดเป็นความรู้ด้าน TCK ส่วนการเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับกลวิธีสอนหรือดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจ จัดเป็นความรู้ TPK ในขณะที่การออกแบบกิจกรรมที่แสดงปฏิสัมพันธ์แบบสำรวจตรวจสอบข้อมูลหรือการสำรวจตรวจสอบแบบทดลองตามตัวชี้วัด จัดเป็นความรู้ส่วนหนึ่งด้าน PCK และเมื่อนักศึกษาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ระบุกิจกรรมชัดเจนให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความรู้ตามแนวทางที่

ส่งเสริมการสืบเสาะร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก ICT จัดเป็นความรู้ด้าน TPACK จากการวิเคราะห์การออกแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนและหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ สรุป ดังต่อไปนี้

1) ด้าน TCK

จากการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่า นักศึกษาครูผู้มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในการพิจารณาเลือกใช้ ICT ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างสัมภาษณ์

“เทคโนโลยีมาช่วยทำให้เนื้อหาที่ยากและซับซ้อน มาทำให้เห็นภาพให้ชัด และมีความน่าสนใจมากกว่าเราอธิบายด้วยปากเปล่า และลดการเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ”

(ภารดี, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 3)

“การเลือกใช้ ICT ต้องคำนึงถึงลักษณะเนื้อหาด้วยว่าเหมาะหรือไม่ เช่น ถ้าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนเป็นเรื่องราวของการเกิดวัฏจักรต่อเนื่อง อาจต้องใช้ simulation ให้เห็นการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องด้วย”

(วาริ, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 4)

2) ด้าน TPK

จากการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่า นักศึกษาครูผู้เข้าร่วมมีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในการพิจารณาเลือกใช้ ICT ให้สอดคล้องกับวิธีสอน ส่งผลต่อการเรียนรู้และกระตุ้นการคิดของผู้เรียน ดังตัวอย่างสัมภาษณ์

“ได้รู้ว่าการสร้างความสนใจที่ใช้สื่อ ICT ต้องมีลักษณะที่กระตุ้นให้เด็กคิดตามไปด้วย ไม่ใช่แค่ตื่นตาตื่นใจอย่างเดียว การสร้างความสนใจให้มาสนใจในสิ่งที่เราสอนจึงสำคัญมาก ซึ่งก่อนหน้านี้คิดว่าใช้ภาพสวยๆแปลกตา ก็เพียงพอแล้ว”

(สุรีพร, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 5)

“Freemind ซึ่งเป็นโปรแกรมทำแผนผังโน้ตบุ๊ค สรุปเรื่องที่เรียน เราก็จะเลือกโปรแกรมนี้อามาใช้ร่วมในการชั้นเรียน ข้อมูลที่ฉายขึ้นจอเป็นแผนผังสรุปพร้อมทั้งชั้นเรียน มีลำดับขั้นตอน ทำให้การคิดเป็นระบบทั้งครูและนักเรียน”

(วาริ, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 5)

3) ด้าน PCK

จากการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK พบว่า นักศึกษาครูผู้เข้าร่วมมีความรู้ความเข้าใจด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน และให้ความสำคัญกับธรรมชาติในการเรียนรู้ของผู้เรียน ยกตัวอย่าง PCK ด้านเข้าใจการกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอน PCK ด้านการประเมิน ด้านผู้เรียน และด้านกลวิธีสอน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“ได้แนวคิด และจัดระบบการคิดของตนเอง เช่น แผนการสอน เราสามารถลำดับเหตุการณ์ได้ว่า จะทำอย่างไรในการออกแบบการสอน การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งสำคัญมาก ได้รู้วิธีการเขียนแผนจุดประสงค์ และการประเมินต้องสอดคล้องกัน สามารถออกแบบกิจกรรมได้ไม่หลงทาง ทำให้เรารู้ผลลัพธ์ที่จะเกิดกับผู้เรียนชัด”

(จิตตรา, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 6)

“วิธีวัดประเมินแตกต่างกันได้ตามธรรมชาติของผู้เรียน เช่น นักเรียน ม.1 บางห้องชอบวาดรูป ตกแต่ง เขียนแผนผัง แต่บางห้องไม่ชอบ ชอบทำแบบฝึกหัด เราก็ควรปรับให้เหมาะสมตามควร แล้วก็ต้องไม่ละเลยสิ่งที่ต้องรู้ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้”

(สุรีพร, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 3)

4) ด้าน TPACK

จากการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK พบว่า นักศึกษาครูผู้เข้าร่วมมีความรู้ความเข้าใจด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกปฏิบัติตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“ก่อนหน้านี้เข้าใจว่าใช้เทคโนโลยี ก็คือ การเปิดคลิปวิดีโอ ภาพ หรือสื่อ simulation มาประกอบการอธิบายของตนเองเท่านั้น แต่พอมาอบรมทำให้รู้ว่า ICT ทำได้หลากหลายมาก เน้นกระบวนการสืบเสาะ เด็กควรได้คิด ได้ตัดสินใจในข้อมูล แก้ปัญหา กับ ICT ที่เรานำมาใช้สอนด้วย”

(สุรีพร, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 6)

“การบูรณาเทคโนโลยีในชั้นวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องจัดการให้มีความหมายกับเด็กนักเรียน เด็กสะท้อนความคิดตนเอง จากเนื้อหาที่เรียน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่เราต้องการไปควบคู่กัน และต้องส่งเสริมให้เด็กได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า ไม่ใช่แค่จำได้”

(การดี, สัมภาษณ์หลังการร่วมโปรแกรมการอบรมใน Unit 5)

2.2 ผลการใช้ในระยะติดตามหลังการอบรม

ผลการใช้รูปแบบโปรแกรมการพัฒนานาวิชาที่ครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับการประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติการสอนใช้ในชั้นเรียนของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะติดตามการปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน และวิเคราะห์ผลข้อมูล พบว่า นักศึกษาครูได้นำแนวคิดและประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน TPACK จากการอบรมในโปรแกรมการพัฒนานาวิชาที่ครูไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน ดังตาราง 16 สรุปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)

ตาราง 16 สรุปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

นักศึกษา (N=10)	ชั้น	จำนวน ผู้เรียน (คน)	หัวข้อ	วิธีสอน/เทคนิค	ICT ที่ใช้
จันนา	ม.2	36	การเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลก	บรรยาย / ใช้คำถาม/เทคนิคการหยุดภาพแล้วให้ผู้เรียนคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ผู้เรียนอธิบายแสดงความคิดเห็น	PhET interaction simulation (Plate Tectonics)
อัญญา	ม.3	32	การเกิดขึ้นของช้างแรม	บรรยาย / ใช้คำถาม / เทคนิคการหยุดแล้วให้ผู้เรียนคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ผู้เรียนอธิบายแสดงความคิดเห็น / เกม	Simulation, Interactive simulation, Solarsystemsscope.com ,

นักศึกษา (N=10)	ชั้น	จำนวน ผู้เรียน (คน)	หัวข้อ	วิธีสอน/เทคนิค	ICT ที่ใช้
					profhorn.meteor.wisc.edu/wxwi se/radiation/moonphases.html
เกดแก้ว	ม.2	28	ร ะ บ บ ไ ห ล เ วี ย น เลื อ ด	ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบข้อมูล ความเหมือนและความต่าง ลงข้อสรุปร่วมกันสิ่งที่ค้นพบ	Simulation VDO (Youtube)
สุริพร	ม.1	42	การเกิดฝน	บรรยาย / ใช้คำถาม / เทคนิค การหยุดแล้วให้ผู้เรียนคาด เดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ผู้เรียน อธิบายแสดงความคิดเห็น / เกม	http://cimss.ssec.wisc.edu/wxfest/Pcpn Type/pcpn.html , Power point
วารี	ม.3	45	ทรัพยากรธรร ม ช า ตี ใน ท้องถิ่น	ใช้ภาพถ่ายบริเวณโรงเรียน ในจุดที่สภาพแวดล้อมมี ปัญหา ให้ผู้เรียนออกแบบ โครงการพัฒนา วิเคราะห์ ปัญหาและแนวทางแก้ไข	โทรศัพท์มือถือ , ภาพถ่าย , Power point
ภาวดี	ม.3	45	พ ลั ง ง า น ไฟฟ้า	บรรยาย / ถามตอบ / สาธิต การทดลอง / ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น	Simulation , Circuit Sims , http://www.falstad.com/circuit/
ยาใจ	ม.3	27	การเคลื่อนที่	ถามตอบ / ทดลอง / สาธิต / ให้ผู้เรียนคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น	PhET interaction simulation (การ เคลื่อนที่)
จิตรา	ม.2	40	วัฏจักรการ เกิดหิน	ใช้คำถาม / เปรียบเทียบ ลักษณะชนิด / ส ำ ร ว จ ตรวจสอบจากการทดลอง	ภาพถ่าย วิดีโอการสำรวจพื้นที่ ลักษณะการเกิดหิน , animation https://geology.com/teacher/

นักศึกษา (N=10)	ชั้น	จำนวน ผู้เรียน (คน)	หัวข้อ	วิธีสอน/เทคนิค	ICT ที่ใช้
ญาดา	ม.1	41	การเกิดลมพายุ	ใช้คำถาม / นำเสนอข้อมูล ข่าวจากลมพายุ / วิเคราะห์ หาข้อสรุปการเกิดลมพายุ และระดับความรุนแรง	ภาพนิ่ง , VDO
เกตรา	ม.1	43	การเปลี่ยนแปลง ของชั้นบรรยากาศ	ใช้คำถาม / อธิบาย / ใช้ เทคนิคการหยุดภาพแล้วให้ ผู้เรียนคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น / อธิบายและสื่อสารข้อมูล	Interactive simulation , https://learn.concord.org/resources/627/what-is-the-future-of-earth-s-climate

จากตารางสรุป 16 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3) ของนักศึกษาผู้เข้ารับการอบรม ที่ผู้วิจัยติดตามไปสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน พบข้อมูลทั่วไป คือ ม.1 จำนวน 3 ห้อง ม.2 จำนวน 3 ห้อง และ ม.3 จำนวน 4 ห้อง จำนวนผู้เรียนอยู่ระหว่าง 27-45 คน ขึ้นอยู่กับขนาดโรงเรียน ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนขณะอยู่ในห้องวิทยาศาสตร์ ทุกห้องนั่งเรียนเป็นกลุ่ม ทั้งกรณีผู้สอนกำหนดไว้ และจัดกลุ่มตามใจชอบ ลักษณะเนื้อหาที่สอน มีการใช้ ICT ส่วนใหญ่แล้วเป็น simulation และ VDO และในแผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาทุกคนใช้รูปแบบการเรียนรู้วัฏจักร 5E ระยะเวลาในการสอน 2 คาบ คิดเป็น 100 นาที คาบละ 50 นาที ยกเว้นศึกษาวาริคนเดียวที่ได้รับมอบหมายจากครูพี่เลี้ยงให้จัดการเรียนรู้ 1 คาบต่อสัปดาห์ จำนวน 9 ห้อง คิดว่าเป็น 9 คาบต่อสัปดาห์ ขณะที่นักศึกษาคนอื่นสอนมีโอกาสได้ได้ทั้งแบบ 2 คาบ และ 1 คาบ ต่อ 1 ห้อง จำนวน 3 ห้อง คิดเป็น 9 คาบต่อสัปดาห์เช่นกัน

เมื่อสรุปการใช้ ICT กับวิธีการสอน พบว่า ส่วนใหญ่ผู้สอนลดบทบาทการบรรยายข้อมูลแก่ผู้เรียน ใช้คำถามกระตุ้น และเน้นการใช้เครื่องมือ ICT ทั้งนี้ นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ตามหัวข้อ และเมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดพฤติกรรมจัดการสอนของผู้สอนขณะใช้ ICT บูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นเพิ่มบทบาทให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในข้อมูลมากขึ้นซึ่งเป็นช่องทางกระตุ้นผู้เรียนเชิงรุกให้ปฏิสัมพันธ์กับการใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้ และ ICT ที่นักศึกษานำมาใช้ในชั้นเรียนมาจากโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพรู TPACK ดังตารางสรุป 17 ดังนี้

ตาราง 17 แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน และใช้ICTในชั้นเรียน

วิธีสอน/เทคนิค	พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นผู้เรียน ฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน การสำรวจตรวจสอบตามแนว ทางการสืบเสาะ	ICT ที่ใช้	ICT ที่มาจาก โปรแกรมการ พัฒนาวิชาชีพ TPACK
บรรยาย / ใช้คำถาม/เทคนิค การหยุดภาพแล้วให้ผู้เรียน คาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ ผู้เรียนอธิบายแสดงความ คิดเห็น	- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูล ทำนายข้อมูล และให้ อธิบายเหตุผลข้อมูล	PhET interaction simulation (Plate Tectonics)	√
บรรยาย / ใช้คำถาม /เทคนิค การหยุดแล้วให้ผู้เรียนคาด เดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ผู้เรียน อธิบายแสดงความคิดเห็น / เกม	- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ข้อมูล ทำนายข้อมูล และให้อธิบายเหตุผล ข้อมูล	Simulation, Interactive simulation, Solarsystemscope.com , profhorn.meteor.wisc.edu/wxwi se/radiation/moonphases.html	√
ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบข้อมูล ความเหมือนและความต่าง ลงข้อสรุปร่วมกันสิ่งที่ค้นพบ	- ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความ แตกต่างข้อมูล ตีความ และลงข้อสรุป	Simulation VDO (Youtube)	-
บรรยาย / ใช้คำถาม /เทคนิค การหยุดแล้วให้ผู้เรียนคาด เดาสิ่งที่เกิดขึ้น / ให้ผู้เรียน อธิบายแสดงความคิดเห็น / เกม	- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ข้อมูล ทำนายข้อมูล และให้อธิบายเหตุผล ข้อมูล	http://cimss.ssec.wisc.edu/wxferst/PcpnType/pcpn.html	√
ใช้ภาพถ่ายบริเวณโรงเรียน ในจุดที่สภาพแวดล้อมมี ปัญหา ให้ผู้เรียนออกแบบ	- ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ และ ออกแบบการแก้ปัญหา	โทรศัพท์มือถือ , ภาพถ่าย , Power point	-

วิธีสอน/เทคนิค	พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นผู้เรียน ฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ใน การสำรวจตรวจสอบตามแนว ทางการสืบเสาะ	ICT ที่ใช้	ICT ที่มาจาก โปรแกรมการ พัฒนาวิชาชีพ TPACK
โครงการพัฒนา วิเคราะห์ ปัญหาและแนวทางแก้ไข	ในการอภิปราย และ สื่อสารข้อมูล		
บรรยาย / ถามตอบ / สาธิต การทดลอง / ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น	- ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล และอธิบายจากข้อมูล หลักฐาน	Simulation , Circuit Sims , http://www.falstad.com/circuit/	√
ถามตอบ / ทดลอง / สาธิต / ให้ผู้เรียนคาดเดาส่ิงที่เกิดขึ้น	- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ข้อมูล ทำนายข้อมูล และให้อธิบายเหตุผล ข้อมูล	PhET interaction simulation (การ เคลื่อนที่)	√
ใช้คำถาม / เปรียบเทียบ ลักษณะชนิด / สำรวจ ตรวจสอบจากการทดลอง	- ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์ความแตกต่าง ข้อมูล และลงข้อสรุป	ภาพถ่าย วิดีโอการสำรวจพื้นที่ ลักษณะการเกิดหิน , animation https://geology.com/teacher/	√
ใช้คำถาม / นำเสนอข้อมูล ข่าวจากลมพายุ / วิเคราะห์ หาข้อสรุปการเกิดลมพายุ และระดับความรุนแรง	- ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความ แตกต่างข้อมูล ดีความ และลงข้อสรุป	ภาพนิ่ง , VDO (Youtube)	-
ใช้คำถาม / อธิบาย / ใช้ เทคนิคการหยุดภาพแล้วให้ ผู้เรียนคาดเดาส่ิงที่เกิดขึ้น / อธิบายและสื่อสารข้อมูล	- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ข้อมูล ทำนายข้อมูล และให้อธิบายเหตุผล ข้อมูล	Interactive simulation , https://learn.concord.org/resources/627/ what-is-the-future-of-earth-s-climate	√

* เครื่องหมาย √ คือ ใช้ ICT จากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่อบรมเชิงปฏิบัติการตามแบบ I2CARE model

จากตาราง แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนมีปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบตามแนวทางการสืบเสาะ และซึ่งช่องที่มีเครื่องหมาย✓ คือ การนำ ICT จากโปรแกรมการอบรม และช่องที่ไม่มีเครื่องหมาย✓ คือ ไม่ได้นำ ICT จากโปรแกรมการอบรมมาใช้ แต่พบว่า นักศึกษาครูสามารถออกแบบจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลจากการใช้ ICT โดยเพิ่มบทบาทที่เน้นผู้เรียนมีปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบทบาทผู้เรียนเน้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปจากข้อมูล อภิปราย และสื่อสารข้อมูลร่วมกันในชั้นเรียน โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สำรวจตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation) โดยเฉพาะกรณีที่นักศึกษาไม่ได้นำ ICT จากการอบรมมาใช้ แต่กลับความสามารถสืบค้นและเลือกใช้ ICT มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้ตามกรอบ TPACK ความสามารถเหล่านี้สะท้อนแนวคิด TPACK ของนักศึกษาครูที่เกิดขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบประเมินนิเทศน์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษา ปรากฏ ดังตาราง 18

ตาราง 18 คะแนนจากการประเมินนิเทศน์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept)

TPACK-Concept					
	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละคะแนนเฉลี่ย	ระดับความเข้าใจ
TCK	5	4.2	0.60	84.00	ดี
TPK	5	3.3	1.00	66.00	มาตรฐาน
PCK	14	10.8	1.72	71.43	ค่อนข้างดี
TPACK	18	13.4	1.96	74.44	ค่อนข้างดี

จากตาราง 18 แสดงคะแนนจากการประเมินโมทัศน์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ หลังจากเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาศาสตร์ I2CARE model แล้วกลับปฏิบัติการสอนที่โรงเรียน ซึ่งเมื่อเข้าสู่ระยะการติดตามผลการใช้รูปแบบ โดยกำหนดให้นักศึกษาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณา ICT ในชั้นเรียนตามความประสงค์และให้อิสระในการเลือกหัวข้อบทเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยติดตามไปที่โรงเรียนเพื่อสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน พบว่า TCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 84.00 ซึ่งจัดเป็นระดับสูงสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ส่วน PCK ค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย 71.43 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ค่อนข้างดี” TPK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 66.00 ระดับความเข้าใจ “มาตรฐาน” และส่วน TPACK จัดอยู่ระดับค่อนข้างดี ที่ร้อยละคะแนนเฉลี่ย 74.44 เป็นอันดับสองรองจากความรู้ด้าน TCK ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความรู้ทุกองค์ประกอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามสมมติฐาน

เมื่อประเมินการปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครูจากแบบประเมินการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนความรู้ TPACK (TPACK-Action) ผลการวิเคราะห์ ดังปรากฏในตาราง 19 คะแนนจากการประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK- Action)

ตาราง 19 คะแนนการประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK-Action)

TPACK-Action					
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละคะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ
TCK	6	3.90	0.83	65.00	มาตรฐาน
TPK	6	4.50	0.81	75.00	ค่อนข้างดี
PCK	15	10.10	1.22	67.33	มาตรฐาน
TPACK	15	9.40	1.43	62.67	มาตรฐาน

จากตารางคะแนนจากการประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK-Action) พบว่า TCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 65.00 จัดอยู่ในระดับ “มาตรฐาน” TPK มีร้อยละคะแนน

เฉลี่ย 75.00 จัดอยู่ในระดับ “ค่อนข้างดี” ซึ่งเป็นระดับสูงที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ความรู้ด้านอื่น ส่วน PCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 67.33 จัดอยู่ในระดับ “มาตรฐาน” และ TPACK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 62.33 จัดอยู่ในระดับ “มาตรฐาน” แต่มีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบด้านอื่นๆ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าความรู้ทุกองค์ประกอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามสมมติฐาน

สรุปผล

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในระยะอบรมเชิงปฏิบัติการ และระยะการติดตามผลหลังอบรม พบว่า

ระยะอบรมเชิงปฏิบัติการ

1. จากคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK) ก่อนและหลังการใช้รูปแบบ I2CARE model กับนักศึกษาครูจำนวน 10 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจในแนวคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (concept of TPACK) ของนักศึกษาครูหลังอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบ I2CARE model สูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการวิเคราะห์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษามีความรู้ในการเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาลักษณะเนื้อหาที่จัดเป็นความรู้ด้าน TCK การเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับกลวิธีสอนหรือดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจ จัดเป็นความรู้ TPK มีความเข้าใจในการออกแบบกิจกรรมที่แสดงปฏิสัมพันธ์แบบสำรวจตรวจสอบข้อมูลหรือการสำรวจตรวจสอบแบบทดลองตามตัวชี้วัด จัดเป็นความรู้ส่วนหนึ่งด้าน PCK และมีความรู้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ระบุกิจกรรมชัดเจนให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความรู้ตามแนวทางที่ส่งเสริมการสืบเสาะร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก ICT จัดเป็นความรู้ด้าน TPACK

3. จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจที่สามารถอธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน โดยเพิ่มบทบาทผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความรู้ตามแนวทางที่ส่งเสริมการสืบเสาะร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก ICT จัดเป็นการสะท้อนความรู้ด้าน TPACK

ระยะติดตามหลังการอบรม พบว่า

4. นักศึกษาครูส่วนใหญ่ลดบทบาทการบรรยายข้อมูลแก่ผู้เรียน ใช้คำถามกระตุ้น และเน้นการใช้เครื่องมือ ICT ทั้งนี้ นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ตามหัวข้อ

5. จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบตามแนวทางการสืบเสาะ และการนำ ICT จากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูมาใช้ในชั้นเรียน พบว่า นักศึกษาครูออกแบบจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลจากการใช้ ICT โดยเพิ่มบทบาทที่เน้นผู้เรียนฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบทบาทผู้เรียนเน้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปจากข้อมูล อภิปราย และสื่อสารข้อมูลร่วมกันในชั้นเรียน โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สำรวจตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation) และ พบว่า นักศึกษานำ ICT จากการจัดอบรมเชิงปฏิบัติตามรูปแบบ I2CARE ที่เป็นรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริม TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์มาใช้ในชั้นเรียน

6. จากคะแนนการประเมินในทัศนคติการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ตามกรอบ TPACK (TPACK-Concept) ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ หลังจากเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู I2CARE model เมื่อเข้าสู่ระยะการติดตามผลการใช้รูปแบบในการปฏิบัติการสอนที่โรงเรียน โดยกำหนดให้นักศึกษาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณา ICT ในชั้นเรียนตามความประสงค์และให้อิสระในการเลือกหัวข้อบทเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยติดตามไปที่โรงเรียนเพื่อสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน พบว่า TCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 84.00 ซึ่งจัดเป็นระดับสูงสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ส่วน PCK ค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย 71.43 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ค่อนข้างดี” TPK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 66.00 ระดับความเข้าใจ “มาตรฐาน” และส่วน TPACK จัดอยู่ระดับค่อนข้างดี ที่ร้อยละคะแนนเฉลี่ย 74.44 โดยทุกระดับมีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 60 เป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย

8. การประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK-Action) พบว่า TPK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 75.00 จัดอยู่ในระดับ “ค่อนข้างดี” ซึ่งเป็นระดับสูงที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ความรู้ด้านอื่น ส่วน TCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 65.00 จัดอยู่ในระดับ “มาตรฐาน” ส่วน PCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 67.33 จัดอยู่ในระดับ “มาตรฐาน” และ TPACK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 62.33 จัดอยู่

ในระดับ “มาตรฐาน” โดยทุกระดับมีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 60 เป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย

ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพมาสร้างข้อสรุป และสรุปผลรวมกัน (Merge) พบว่า รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK ที่ขับเคลื่อนด้วยรูปแบบ I2CARE model สามารถพัฒนาความรู้และความเข้าใจในแนวคิด TPACK ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามกรอบแนวคิด TPACK

ตอนที่ 3 ผลความคิดเห็นต่อรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นในการพัฒนาวิชาชีพครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 20 ระดับความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมเพื่อการพัฒนา TPACK

ตาราง 20 ระดับความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมเพื่อการพัฒนา TPACK

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D	ผลการประเมิน
1. ความรู้จากการร่วมโครงการส่งผลต่อยอดในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในขนาดของวิชาชีพคุณ	4.3	0.47	มาก
2. คุณสามารถบอกเล่าลักษณะการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีให้กับเพื่อนร่วมวิชาชีพของคุณได้	3.6	0.47	มาก
3. คุณได้พัฒนาตนเองในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีให้มีความน่าสนใจมากขึ้น	4.2	0.63	มาก
4. คุณได้พัฒนาตนเองในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีให้สามารถส่งเสริมผู้เรียนเกิดความเข้าใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น	3.9	0.57	มาก
5. คุณสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีได้อย่างหลากหลาย	3.7	0.63	มาก
6. คุณมั่นใจในตนเองว่าสามารถตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับธรรมชาติในเนื้อหาวิทยาศาสตร์	3.5	0.50	มาก
7. คุณมั่นใจในตนเองว่าสามารถตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับวิธีการสอน	3.5	0.50	มาก
8. คุณมีความเข้าใจและสามารถเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างถูกต้อง	3.8	0.63	มาก
9. คุณมีความเข้าใจและสามารถออกแบบกิจกรรม เพื่อการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างสอดคล้องกับบริบทนักเรียนและความพร้อมของตนเอง	4.2	0.42	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D	ผลการประเมิน
10. คุณมีความเข้าใจและสามารถกำหนดวิธีประเมินผู้เรียนเพื่อการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีได้อย่างสอดคล้อง	4.1	0.31	มาก
11. คุณเห็นว่าโครงการนี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครูด้านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างที่คุณคาดหวัง	4.5	0.50	มากที่สุด
12. การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีของคุณได้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียน	4.1	0.57	มาก

จากตารางสรุปผลการประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ทุกรายการมีคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไปทุกรายการ และผลการประเมินจัดอยู่ในระดับมาก ทุกรายการ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ระบุว่าระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพต้องมีระดับคะแนนเฉลี่ยทุกรายการ 3.5 ขึ้นไป และพบว่าความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครูด้านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างที่คุณคาดหวังมีค่ามากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ในระหว่างการอบรมนั้นนักศึกษาได้พัฒนาตนเองในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีการบูรณาการ TPACK มากที่สุด และนักศึกษาแสดงความคิดเห็นว่าความรู้จากการอบรมได้นำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนระหว่างฝึกปฏิบัติการสอนที่โรงเรียน

ดังนั้น สรุปว่า นักศึกษาครูมีความคิดเห็นว่ารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพส่งผลต่อการพัฒนาวิชาชีพครูของนักศึกษาครูในอนาคต และเพื่อการต่อยอดในวิชาชีพครูอีกด้วย

ตอนที่ 4 ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกติดตามนักศึกษา 4 คน จากทั้งหมด 10 คน โดยเลือกจากร้อยละคะแนนเฉลี่ย TPACK แบ่งศึกษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง 2 คน ได้แก่ สุรพร และภาวดี และกลุ่มต่ำ 2 คน ได้แก่ จันนา และเกดแก้ว ในระยะติดตามที่โรงเรียน เพื่อศึกษาการนำแนวคิดสู่ในการประยุกต์ใช้ความรู้ TPACK ในชั้นเรียน ทั้งนี้การรายงานผลการวิเคราะห์จะรายงานแต่ละกลุ่ม โดยผู้วิจัยรายงาน 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. สรุปการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบ TPACK
2. เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิด TPACK ของนักศึกษาครูระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ

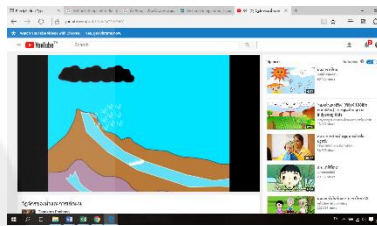
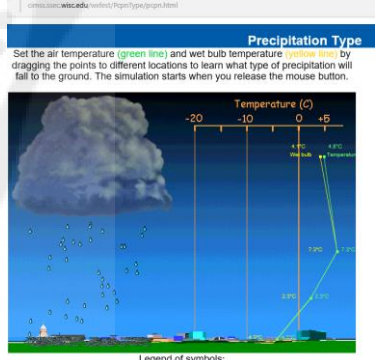
1. สรุปการปฏิบัติการสอนที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบ TPACK

1.1 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK สูง: สุธีพร ครั้งที่ 1

นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ปี ชั้นปีที่ 5 อายุ 21 ปี ประสบการณ์วิชาชีพครู ณ โรงเรียน
ดาราพร กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 21102 ระดับชั้น ม.1 จำนวน 2
ห้อง คือ ม.1/10 นักเรียน 45 คน และ ม.1/11 จำนวนนักเรียน 49 คน (ติดตามเฉพาะห้อง ม.1/10
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สอนเรื่อง ฝน นักเรียนชั้น
ม.1/10 ทั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งสรุปเป็นครั้งๆ ดัง ตาราง 21 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT
ในชั้นเรียนของสุธีพรครั้งที่ 1 (TPACK สูง)



ตาราง 21 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของสุรียพรครั้งที่ 1 (TPACK สูง)

ครั้งที่ 1 ม.1/10 เรื่อง การเกิดฝน สังเกตพฤติกรรมการสอนของสุรียพร		
บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	ICT
- ตรวจสอบความรู้เดิมเรื่องฝน ด้วยการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ และถามนักเรียนว่า หยาดน้ำฟ้าคืออะไร มีอะไรบ้าง - นำสู่บทเรียน โดยการเปิด VDO เสียงฝนตก ให้ผู้เรียนฟัง เสียงฝนที่ได้ยินเป็นอย่างไร - เปิด VDO การเกิดฝน และสุ่มถามผู้เรียนให้อธิบายใช้คำถาม โดยกำหนดคำถามก่อนการเปิด VDO ว่า - “ให้นักเรียนสังเกตและอธิบายความแตกต่างของฝน และบอกเหตุผลว่าทำไมจึงแตกต่างกัน” สรุปและอธิบายการเกิดฝน , ลักษณะและประเภทฝนอีกครั้ง - เปิด เว็บไซต์ cimss (interactive simulation) ทำหน้าที่ลากลูกศรทำให้ผู้เรียนแข่งกันแล้วให้ผู้เรียนคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมกัน ขยายความรู้เรื่องความแตกต่างของอุณหภูมิจากกระเปาะเปียกกับกระเปาะแห้ง	ทำแบบทดสอบและตอบคำถาม ผู้เรียนหลับตาฟังเสียงฝน ตอบว่าฝนตกหนักไม่เท่ากัน เสียงดัง คือฝนตกแรง และอีกเสียงคือฝนเบา ความแตกต่างมีสาเหตุมาจากปริมาณ/ขนาดก้อนเมฆ (ตัวอย่างคำตอบ) ดู VDO การเกิดฝน และอธิบายที่ครูเรียกถาม ตอบคำถาม และเล่นเกมทายลักษณะหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมา	http://cimss.ssec.wisc.edu/wxfest/PcpnType/pcpn.html , Power point , VDO  

จากการติดตามสังเกตการสอนของสุรียพร ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.1.1 TCK เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจากเว็บไซต์ cimss แบบ Interactive simulation ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“ตอนแรกในชั้นนี้ไม่มีการใช้ ICT จากเว็บไซต์ เพราะวางแผนไว้ว่าดู Youtube แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันอธิบายวัฏจักรของน้ำ แล้วสรุป แต่พอเข้าอบรม เห็นว่า ICT จากเว็บไซต์ cimss มีประโยชน์เหมาะกับเรื่องที่เรียน พวกการเกิดฝนกับหยาดน้ำฟ้า”

(สุรพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.1.2 TPK เลือกใช้ ICT ในรูปแบบ Interactive simulation ร่วมกับเทคนิควิธีแบบเกมเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน ให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเลือกสรรทำท่าย และแข่งขันกันเอง ดังคำสัมภาษณ์

“ใน simulation ของ cimss เราควบคุมการใช้งานได้ เลยเลือกเครื่องมือนี้มาร่วมใช้ในกิจกรรมการสอน ICT ร่วมกับใช้เทคนิคเกมแข่งขัน เด็กให้ความร่วมมือดีมาก เด็กบอกให้เราคลิกเมาท์เลื่อน แล้วให้เพื่อนอีกท่านายว่าจะเป็นอย่างนี้ เด็กสนุกและชอบมาก”

(สุรพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.1.3 PCK ด้านกลวิธีสอนและการนำเสนอข้อมูล มีการใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิดและการให้เหตุผลในผู้เรียนมากขึ้น ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังข้อมูลจากการสังเกต บันทึกภาคสนามและการสัมภาษณ์ สรุปว่า

“นักเรียนคิดว่า ทำไมทุกครั้งที่ฝนตกจึงตกมาในปริมาณไม่เท่ากัน และระดับความรุนแรงก็ไม่เท่ากัน เป็นเพราะสาเหตุจากอะไร” หรือ “นักเรียนคิดว่าทำไมประเทศไทยไม่มีหิมะตก”

(สุรพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.1.4 TPACK สรุป 2 ประเด็น คือ

1) TPACK : แก้ปัญหาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สร้างโอกาสให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกับ ICT และแก้ปัญหาที่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่การสอนแบบเดิมอาจจะทำไม่ได้ คือ ใช้ ICT ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและขยายความรู้เพิ่มเติม โดยใช้กลวิธีที่ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบหาความรู้ คือ สังเกต รวบรวม และสรุปข้อมูลเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอทำให้ในหัวข้อนี้ไม่ได้ทำการทดลอง จึงใช้ประโยชน์การบูรณาการ ICT ดังคำสัมภาษณ์

“ ตอนแรกชั้นขยายความรู้ จะนำประเด็นเรื่องวัฏจักรของน้ำมาอธิบายเพิ่ม แต่พอไปอบรม ได้รู้จัก ICT กับแนวทางจัดกิจกรรม จึงนำมาปรับกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเองที่ออกแบบไว้ โดยปรับในชั้นการขยาย

ความรู้ที่ใช้ประโยชน์ ICT จากเว็บไซต์ cimss ที่เป็น simulation ให้ผู้เรียนเรียนรู้ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดเงื่อนไขและทำนายให้อีกกลุ่มอธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมา ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้เด็กเข้าใจถึงความแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียกกับกระเปาะแห้งเกี่ยวข้องกัน ซึ่งการทดลองนี้ก็ไม่ได้ทำ เพราะอุปกรณ์ไม่เพียงพอ เราก็แก้ปัญหาได้ด้วย”

(สุริพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

2) TPACK : ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นส่งเสริมกิจกรรมที่ร่วมมือกันในการเรียนรู้ กรณีกิจกรรมกลุ่ม เพื่ออำนวยความสะดวกให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ร่วมกัน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“ในกิจกรรมเด็กให้ความร่วมมือและสนใจกิจกรรม เราพยายามค้นหาช่องทางกิจกรรมเพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับข้อมูลความรู้ที่เราเลือกมาด้วย แถมยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์เรื่องที่เราสอนด้วย”

(สุริพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

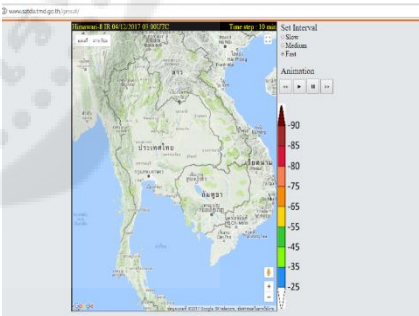
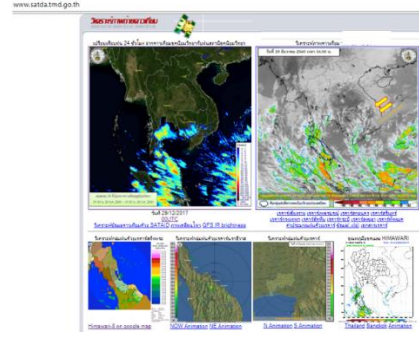
✓ . สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

- 1) ต้องการเพิ่มช่องทางปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ ICT ให้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูล ICT อย่างเป็นเรื่องราว หรือกำหนดสถานการณ์ให้เกิดขึ้น และเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาากกว่านี้
- 2) ต้องการเพิ่มบทบาทผู้เรียนให้สำรวจตรวจสอบตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ค่อยชัดเจน กล่าวคือ ให้ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ แต่การสรุปยังไม่ค่อยชัดเจน และพบว่าตนเองยังเน้นอธิบายผู้สรุปความรู้เป็นส่วนใหญ่
- 3) ต้องการเพิ่มวิธีการประเมินให้หลากหลาย และวิธีการที่เห็นบทบาท ICT ในการประเมินยังไม่ค่อยชัดเจน

1.2 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK สูง: สุริพร ครั้งที่ 2

สอนเรื่อง พยากรณ์ นักเรียนชั้น ม.1/10 ดัง ตาราง 22 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของสุริพรครั้งที่2(กลุ่มสูง)

ตาราง 22 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของสุริยพรครั้งที่2(กลุ่มสูง)

ครั้งที่ 2 ม.1/10 เรื่อง พยากรณ์อากาศ สังเกตปฏิบัติการสอนของสุริยพร		
บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. ตรวจสอบความรู้ผู้เรียน เรื่องสัญลักษณ์ในแผนที่อากาศ หย่อมความกดอากาศสูงและต่ำ เข้าใจว่าอย่างไร (ใช้คำถาม) และ นำ ICT เข้าสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนดูแผนที่อากาศจากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา 2. กำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียน เป็นการหาทางออกของภารกิจ โดยสถานการณ์สังเขป ลิปดาจะไปเที่ยวต่างจังหวัด ในช่วงวันที่ระบุชัดเจน แต่ทราบข่าวว่ามีมรสุมกำลังเข้ามาบางส่วนของประเทศไทย แต่อยากไปเที่ยว ผู้เรียนจะช่วยเหลือแบบโปรแกรมเที่ยว ให้แก่ลิปดาอย่างไรให้ไม่ต้องเสี่ยงต่อสภาพอากาศเลวร้าย ในช่วงวันหยุดพักผ่อน 3. กำหนดเกณฑ์การประเมิน และแจ้งต่อผู้เรียนว่าต้องให้เหตุผลที่ชัดเจนสอดคล้องกับหลักฐานที่ออกแบบโปรแกรมท่องเที่ยว 4. เตรียมข้อมูล และสื่อ เช่น แผนที่อากาศ ไปงาน	1. ตอบคำถามที่ครูถาม มีบางส่วนอธิบายถูกต้อง 2.อธิบายแผนที่อากาศ 3.สังเกต วิเคราะห์ข้อมูล ปรัชญาหรือในกลุ่ม เปรียบเทียบข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่ผู้สอนเตรียม 4.สรุปแผนการเที่ยวเป็นหลักฐานและนำเสนอแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	 แสดงภาพถ่ายผ่านดาวเทียมสภาพอากาศในพื้นที่ประเทศ , แผนที่ประเทศไทย , Google map , แผนที่อากาศ , กรมอุตุนิยมวิทยา (database)  

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของสุรีพรครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.2.1 TCK : เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

เลือก ICT สอดคล้องกับเนื้อหาจากเว็บไซต์หน่วยงานเฉพาะ แบบ databaseจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ จากการสังเกต พบว่า สุรีพรเลือกใช้ ICT จากเว็บไซต์ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรงทั้งหมดที่เตรียมสื่อการสอนวันนี้ และดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“สอนพยากรณ์อากาศ เลือกเข้าไปที่เว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์เยอะมาก ไปกับเนื้อหาเราได้ เลยเลือกมาใช้เยอะเลย ทั้งแผนที่อากาศ การเคลื่อนตัวของมวลอากาศ แนวนี้”

(สุรีพร,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.2.2 TPK : เลือกใช้ ICT กระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนอย่างหลากหลาย

จากการสังเกต พบว่า สุรีพรเลือกใช้ข้อมูลจาก ICT หลากหลายชนิดเพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจข้อมูลของผู้เรียน เช่นการใช้ภาพนิ่ง วิดีโอ ภาพข่าว เป็นต้น

1.2.3 PCK กลวิธีและนำเสนอข้อมูล

แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่มีเงื่อนไขต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากของจริงและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันเรื่องสภาพอากาศ จากการสังเกต พบว่า ใช้กลวิธีที่เน้นแก้ปัญหาตามภารกิจ โดยจากการสำรวจข้อมูล และอธิบาย แสดงความคิดเห็นพร้อมบอกเหตุผล ทั้งนี้ภารกิจที่นักศึกษากำหนดเป็นสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงและเป็นข้อมูลจริงในชีวิตประจำวัน

1.2.4 TPACK มีรายละเอียด 2 ประเด็น ดังนี้

1) TPACK : ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยการกำหนดเรื่องราวเชื่อมโยงสู่บทเรียน

จากการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน พบว่า สุรีพรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์และภารกิจให้ผู้เรียนออกแบบแผนโปรแกรมท่องเที่ยวซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายที่เชื่อมโยงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“มาจากคำแนะนำคราวที่แล้ว อีกอย่างเราก็คิดว่าถ้ามีเรื่องราวเหมือนตอนอบรมคงดี เพราะนักเรียนคงได้ทำกิจกรรมอะไรมากมาย เลยพยายามออกแบบเป็นเรื่องราวให้เด็ก คิดว่าแต่งนิทานแบบอิงข้อมูลจริง แล้วก็ให้เด็กทำกิจกรรมที่เราจัดเตรียม เตรียมสื่ออุปกรณ์ หาเว็บไซต์ ตอนเตรียมเหนื่อยหน่อย แต่ตอนสอนสบาย เพราะพุดนิตเดียว ที่เหลือให้เด็กทำกิจกรรมสำรวจข้อมูลที่เรเตรียมมา”

(สุวีพร, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่ 2)

2) TPACK : ใช้ ICT แก้ปัญหาและส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่ออกแบบให้ผู้เรียนมีช่องทางในการตรวจสอบความรู้จากข้อมูล (Observation Investigation) และ อภิปราย สื่อสารกันในห้องเรียน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“กิจกรรมนี้เริ่มจากดูเนื้อหาว่านักเรียนของเราต้องรู้เรื่องอะไรบ้าง พอช่วงเตรียมเสร็จ เราให้เด็กทำกิจกรรมสำรวจข้อมูลที่เรเตรียมมา เด็กๆกลุ่มที่ไม่สนใจเรียน ยังสนใจเดินออกมาดูแผนที่อากาศ เป็นบรรยายการที่ดีมาก มีการถกประเด็กจะไปเที่ยวจังหวัดไหน แบบนี้”เราอยาก让孩子สื่อสาร และอภิปราย เราอยากทราบว่าคิดอย่างไรตอนแรกให้กลุ่มส่งตัวแทนแต่เราอยากลองว่าเด็กที่ไม่เก่งจะอธิบายได้หรือไม่ เลยสุ่มบางคนแล้วลองบอกเหตุผลว่าทำไมต้องไปเที่ยวที่ปาย ซึ่งเด็กอธิบายได้ตามทิศทางลม แคนี่ก็ดีมากค่ะ”

(สุวีพร, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่ 2)

✓ ประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

จากการปฏิบัติการสอนวันนี้ นักศึกษาสุวีพรค้นพบว่าการหาช่องทางเพิ่มโอกาสในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบจากข้อมูล ทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น อีกทั้งสนใจจะเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์มากกว่าในบทบาทที่ผู้สอนเน้นบรรยาย ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“หนูพอใจมากกับการสอนวันนี้ โดยเฉพาะเด็กที่ไม่ตั้งใจเรียนในคาบเรียน ยังเดินออกมาดูแผนที่ลม แผนที่อากาศที่เราเตรียมไว้ มีคำถามกับเรา มีข้อสงสัย และเวลาที่คุยกับเพื่อนในกลุ่มก็ซักถาม และหาคำตอบช่วยเพื่อนในกลุ่ม ร่วมแสดงความคิดเห็นว่าสรุปแล้วลิปดาควรเที่ยวที่ไหนดี เราเห็นความพยายามในการคิด เราอยากให้เด็กนักเรียนของเราคิดแบบนี้”

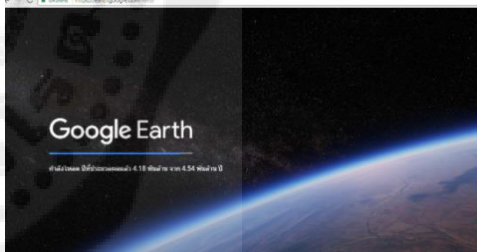
(สุวีพร, สะท้อนความรู้สึกลหลังการสอนในคาบสัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่ 2)

1.3 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK สูง: ภารดี ครั้งที่ 1

นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ปี ชั้นปีที่ 5 อายุ 21 ปี ประสบการณ์วิชาชีพครู ณ โรงเรียนนวมานี กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 23102 ระดับชั้น ม.3 จำนวน 3 ห้อง คือ ม. 3/6 ม.3/7 และ ม.3/8 นักเรียนเฉลี่ยห้องละ 45 คน (ติดตามเฉพาะห้อง ม.3/8 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เอกภพและดวงดาว) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของภารดีครั้งที่ 1 สอนเรื่อง กำเนิดเอกภพ กับนักเรียนชั้น ม.3/8 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุป ดังตาราง 23 การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของภารดีครั้งที่ 1 (กลุ่มสูง)

ตาราง 23 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของภารดีครั้งที่ 1 (กลุ่มสูง)

ครั้งที่ 1 ม.3/8 เรื่อง กำเนิดเอกภพ สังเกตปฏิบัติการสอนของภารดี		
บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. แบ่งกลุ่มนักเรียนจับสลากตามหัวข้อ เช่น กำเนิดเอกภพ ความหมายกาแล็กซี แล้วมอบหมายให้แต่ละกลุ่มสืบค้น 2. มอบภารกิจคือ “ให้แต่ละกลุ่มสร้างคำอธิบายความหมายตามที่ตนจับสลากได้ ซึ่งใช้เพื่ออธิบายให้ได้ก่อนพูดฟังและ ความหมายที่อธิบายให้เพื่อฟังแล้ว”สรุปนำเสนอหน้าชั้นเรียน 3. สรุปอีกครั้งเมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่ม 4. เน้นบรรยายในช่วงการสรุป	-ทำกิจกรรมสืบค้นจากโทรศัพท์มือถือโดยใช้สัญญาณ Wifi ในชั้นเรียน -สร้างคำอธิบายที่กลุ่มตนได้รับนำเสนอ	เป็นสื่อแสดงข้อมูล power point, www.narit.or.th , google earth, 

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของภาคีครั้งที่ 1 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.2.1 TCK เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาจากโปรแกรมเฉพาะ Google earth และ ข้อมูลจากเว็บไซต์ NARIT แบบ data-image จากแหล่งที่น่าเชื่อถือเช่น www.narit.or.th และ ใช้โปรแกรม Google earth ประกอบการอธิบาย/บรรยาย ผู้เรียนได้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาข้อมูล

1.2.2 TPK เลือกใช้ ICT จากเทคโนโลยีอื่น ๆ ร่วมในการเรียนรู้

ใช้โทรศัพท์มือถือ ในการหาข้อมูล ด้วยผู้เรียนอยู่ชั้น ม.3 เป็นระดับชั้นสูงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แต่คงใช้ได้เพราะเงื่อนไขที่แห่งนี้อำนวยความสะดวกให้สามารถดำเนินการได้ เพราะมีสัญญาณ wifi ในชั้นเรียน โดยการอนุญาตให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือแล้วหาคำตอบที่มอบหมาย

1.2.3 PCK กลวิธีสอน ที่เน้นให้หาข้อมูลและสร้างคำอธิบายจากภารกิจ

การสร้างคำอธิบายเป็นการตีความและวิเคราะห์ความหมายอีกลักษณะหนึ่ง ก่อนที่จะสร้างคำอธิบายได้ ต้องเข้าใจความหมายอย่างแน่ชัดเสียก่อน นอกจากนี้ยังส่งเสริมกระบวนการกลุ่ม

1.2.4 TPACK ใช้ ICT แก้ปัญหาและส่งเสริมการสำรวจตรวจสอบข้อมูล

จากการสังเกตพบว่า ภาคีให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูล โดยรวบรวมวิเคราะห์จากข้อมูลที่ตน เพื่อสร้างคำอธิบาย อันบอกความหมายของเอกภพตามเงื่อนไขที่กำหนด

✓ ประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

1) เน้นบรรยายเป็นส่วนใหญ่

สิ่งที่ภาคีสะท้อนหลังปฏิบัติการสอน คือ รู้ตัวว่าสอนเน้นบทบาทบรรยายความรู้ผู้เรียนมากเกินไป เนื่องจากยังไม่มีเวลาเตรียมตัวและไม่มีเวลาคิดกิจกรรมที่บูรณาการ ICT เท่าที่ตนเข้าใจ ในครั้งต่อไปจะพยายามจัดสรรมากขึ้น เลยเลือกใช้ประโยชน์จากสื่อ ICT ที่รู้จักและพอจะนำมาใช้งานได้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องเอกภพ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“วันนี้เน้นบรรยาย ตามสื่อ ICT เตรียมมา ถึงแม้ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายที่น่าเสนอ ยังพบว่าหลายกลุ่มก็อธิบายผิดๆ เลยกแล้วผู้เรียนจะเข้าใจผิด จึงเลือกการอธิบายให้ถูกต้อง และตนเองไม่มีเวลาเตรียมกิจกรรมมากนัก แต่อย่างน้อยก็เลือกใช้ ICT ที่ตรงกับเนื้อหาและมีลักษณะชัดเจนสำหรับสอนเรื่องนี้ พอใจในการสอนวันนี้ แต่ก็อยากให้ผู้เรียนได้ทำอะไรมากกว่านี้กับ ICT ”

(ภาคี, สะท้อนความรู้สึกลหลังสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่ 1)

2) ไม่ตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียน

อีกประเด็นที่การดีสะท้อนหลังสอน แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยสอบถามว่าได้ตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียนเกี่ยวกับเอกภพหรือไม่ การดีลืมการตรวจสอบความรู้เดิม แต่อย่างไรก็ทราบจากการนำเสนอของนักเรียน ที่ส่วนใหญ่ก็อธิบายความหมายและสิ่งที่รู้คลาดเคลื่อน

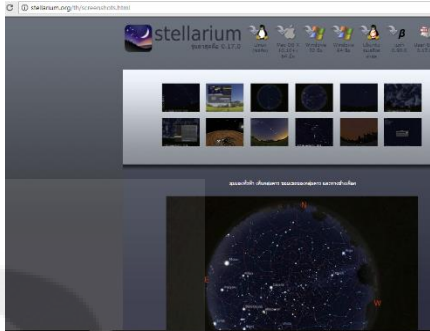
“ลืมตรวจสอบ ทบทวนความรู้เรียน แต่ก็พอทราบจากการนำเสนอคำอธิบายที่ให้สร้างขึ้นว่า ส่วนใหญ่ก็ไม่ค่อยเข้าใจในความหมาย สำหรับการสอนคาบต่อไปจะได้ทบทวนเรื่องนี้และตรวจสอบความรู้เดิม”

(การดี, สะท้อนความรู้สึกลังสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.4 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK สูง: การดี ครั้งที่ 2

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของการดีครั้งที่ 2 สอนเรื่อง ดาวฤกษ์ กับนักเรียนชั้น ม.3/8 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปเป็นตาราง ตาราง 24 การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของการดีครั้งที่2 (กลุ่มสูง)

ตาราง 24 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของภาคีครั้งที่ 2 กลุ่มสูง)

ครั้งที่ 2 ม.3/8 เรื่อง ดาวฤกษ์ สังเกตปฏิบัติการสอนของภาคี		
บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. ทบทวน/ตรวจสอบความรู้เดิมเรื่องเอกภพ 2. ถามผู้เรียน “เมื่อผู้เรียนดูดาวในยามค่ำคืน คำนึงเห็นว่าดาวเหล่านั้น สว่างเท่ากันหรือไม่อย่างไร” 3. ทดลองจุดเทียนเผาไม้ที่สีเปลวไฟต่างกัน 4. เปิด Stellarium ให้สังเกตจากคำถามนำ “ดาวต่างๆ ขึ้นทางทิศใด เพราะเหตุใด” 5. อธิบายแผนที่ดาวกลุ่มดาวให้ผู้เรียนสรุปความสำคัญของดาวฤกษ์	1. ตอบคำถาม 2. สังเกตวิเคราะห์ และสรุป 3. ทดลองและอธิบาย 4. สังเกต ทำนายวิเคราะห์ และลงข้อสรุป 5. วิเคราะห์และตีความ	Power point , stellraium 

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของภาคีครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.4.3 TCK เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจากโปรแกรมเฉพาะ Stellraium ดังคำสัมภาษณ์

“เลือกใช้ stellrarium เพราะเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์เฉพาะในเนื้อหาเรื่องดาราศาสตร์ และเราสามารถควบคุมได้ เหมาะกับเนื้อหาดาวฤกษ์

(ภาคี,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.4.4 TPK เลือกใช้ ICT ที่ดึงดูดความสนใจผู้เรียน

โดยใช้โปรแกรมเฉพาะที่เป็น 3D เป็น ICT ที่มีความแปลกใหม่สำหรับผู้เรียน

1.4.5 PCK กลวิธีสอน ใช้คำถามปลายเปิดมากขึ้น เน้นการให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล

การดีเน้นการใช้คำถามปลายเปิด ที่ต้องการให้ผู้เรียนอธิบาย และแสดงความคิดเห็นมากกว่า ใช้คำถามกำหนดคำตอบ เพื่อจะได้เข้าใจผู้เรียนมากขึ้น

“สิ่งที่เรานึกออกจากการไปอบรมเลย คือการใช้คำถาม การสร้างคำถามปลายเปิด ก่อนหน้านี้เราละเลยกับการตั้งคำถาม เลยรู้ว่าการสืบเสาะหาความรู้ จุดเริ่มต้นคือการสร้างคำถามที่ให้โอกาสเด็กได้คิด ค้นคว้า มากกว่านี้คือคำถามควรมาจากเด็กเองจะดีมาก”

(การดี, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.4.6 TPACK ใช้ ICT ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน เน้นการใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหา และแก้ปัญหาที่กระบวนการจัดเรียนรู้ที่ไม่ใช้ ICT ทำไม่ได้ ด้วยธรรมชาติของเนื้อหาเป็นระบบใหญ่ แต่กระนั้นบทบาทผู้เรียนก็ได้สำรวจตรวจสอบข้อมูลในส่วนการวิเคราะห์ ทำนาย และสรุปสิ่งที่เข้าใจอยู่ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“วันนี้ใช้ ICT ร่วมอธิบาย มีบ้างให้เด็กทำนายคาดเดาในสิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้เราตั้งคำถามเหมือนเป็นภารกิจให้เด็กหาคำตอบ เราคิดว่าสิ่งเหล่านี้เราได้เปิดโอกาสให้เด็กคิดตามและใช้ ICT อย่างคุ้มค่ากับการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว”

(การดี, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

✓ สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

มีความพยายามเพิ่มบทบาทของผู้เรียนให้มีปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเนื้อหาข้อมูล ICT มากกว่านี้ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“เราพยายามนึกหาว่าจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรดีให้เด็กมีส่วนร่วมมากกว่ารับฟัง ให้เด็กคิดตาม ติดตาม และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ และสะท้อนความเชื่อมโยงกับ ICT เลือกเลยใช้คำถามและกำหนดให้อธิบายเหตุผลจากการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูลจาก ICT ที่เราเตรียมมา”

(การดี, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.5 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK ต่ำ: จันนา ครั้งที่ 1

นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ปี ชั้นปีที่ 5 อายุ 21 ปี ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ณ โรงเรียนบุญญา กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 21102 ระดับชั้น ม.2 จำนวน 2 ห้อง คือ ม. 2/5 นักเรียน 36 คน และ ม.2/1 จำนวนนักเรียน 35 คน (ติดตามเฉพาะห้อง ม.2/5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลก) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

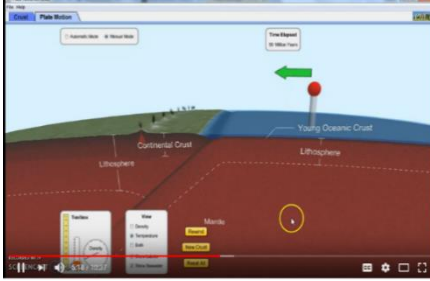
ลักษณะสภาพบริบทชั้นเรียน เป็นห้องเรียนปกติที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มๆละ 4-5 คน อุปกรณ์เทคโนโลยี คือ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ฉากกราฟิก 1 ผืน และเครื่องฉาย 1 เครื่อง อุปกรณ์อื่นๆ คือ ไมโครโฟน และมีสัญญาณอินเทอร์เน็ต wifi และมีแผนผังห้องเรียน ดังนี้

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของจันนาครั้งที่ 1 สอนเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก หัวข้อ การเกิดภูเขาไฟ กับนักเรียนชั้น ม.2/5 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปเป็น ตาราง 25 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่1(กลุ่มต่ำ)

ตาราง 25 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่1(กลุ่มต่ำ)

ครั้งที่ 1 ม.2/5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก สังเกตปฏิบัติการสอนของจันนา		
บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. ตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน โดยเปิด VDO เป็นส่วนหนึ่งของภาพยนตร์ ซึ่งมีฉากภูเขาไฟระเบิด และถามคำถามว่า “นักเรียนเห็นอะไรบ้างในหนังเรื่องนี้ อธิบาย” 2. ถามอีกว่า “ภูเขาไฟฟ้าเกิดขึ้นมาได้อย่างไร” “ลักษณะการเกิดเป็นอย่างไร” 3. ใช้ ICT PhET อธิบายเปิด 3 ครั้ง ครั้งแรกเปิดเลยไม่พูดอะไร ครั้งที่2 ให้ผู้เรียนสังเกตลำดับเหตุการณ์ ครั้งที่3 เก็บตก	1. ดูภาพยนตร์ 2. ตอบคำถาม คำตอบที่ได้ ตัวอย่าง : เห็นภูเขาระเบิด มีเศษฝุ่นควัน ไฟ ลาวาไหลออกมามากมาย มีความร้อนสูง นักเรียนตอบว่าความร้อนหินหนืดได้โลก 3. สังเกตข้อมูลวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอ	VDO  PhET interaction simulation (Plate Tectonics)

ครั้งที่ 1 ม.2/5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก สังเกตพฤติกรรมการสอนของจันนา

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
เหตุการณ์ ครั้งที่ 2-3 ใช้การหยุดภาพ ให้ผู้เรียนตอบสังเกต 4. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่เห็น และนำเสนอสิ่งที่กลุ่มสรุปออกมา ร่วมอภิปราย และแสดงความคิดเห็นของภูเขาไฟ	4. แสดงความคิดเห็น กับข้อมูลของกลุ่มอื่น	

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของจันนาครั้งที่ 1 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.5.3 TCK : เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

จากโปรแกรมเฉพาะ PhET สังเกตจากการใช้ PhET ในการสอนกับเนื้อเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงโดยทันที แต่จะเห็นจากร่องรอย ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ ดังนี้

“พอเห็นหัวข้อว่าสอนเรื่องภูเขาไฟ รีบไปค้นดูใน PhET เลย เพราะว่ามันจะใช้เป็น simulation มาสอนได้ เราไม่มีทางวาดรูปไปดูได้เองขณะเกิดปรากฏการณ์เหล่านี้ อีกอย่างภาพในหนังสือก็ไม่เห็นการเคลื่อนไหวค่ะ ”

(จันนา,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.5.4 ด้าน TPK มีรายละเอียด 2 ประเด็น ดังนี้

1) เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและใช้เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน โดย

เลือกใช้ VDO ซึ่งเป็นบางส่วนของภาพยนตร์ซึ่งเป็นฉากภูเขาไฟระเบิดมาเปิดแล้วใช้คำถามกับผู้เรียนเพื่อกระตุ้นการอธิบาย และให้ความสนใจกับเรื่องที่เรียน ดังคำสัมภาษณ์

“พยายามค้นหาจากหลายแหล่ง ที่เลือกสื่อ VDO มาจากหนังเรื่องนี้ เพราะเห็นว่ามันน่ากลัวและตื่นเต้น แสดงการระเบิดชัดเจน เด็กๆดูน่าจะได้เห็นความรุนแรงของการระเบิด มาใช้ถามความรู้เดิมเกี่ยวกับการระเบิดของภูเขาไฟด้วย”

(จันทนา,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

- 2) TPK การเลือกใช้ VDO และเทคนิคหยุดภาพขณะสอนและตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียน จากกสังเกตการณ์สอน พบว่า ใช้ ICT ที่เป็น simulation และ VDO ร่วมกับเทคนิคการหยุดภาพ เพื่อกกระตุ้นผู้เรียนให้คิดตามทันและรอผู้เรียนที่อาจจะยังคิดตามไม่ทัน รวมทั้งเลือกใช้ตัวอย่างจากภาพยนตร์เพื่อใช้เป็นสื่อตรวจสอบความรู้ผู้เรียน

1.5.5 ด้าน PCK มี 2 ประเด็น รายละเอียด ดังนี้

1) PCK ผู้เรียน การใช้คำถามตรวจสอบความรู้เดิม

มีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนเรียน ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และบ่งบอกความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

2) PCK วิธีสอน การใช้คำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนให้เหตุผลและแสดงความคิดเห็น

ลักษณะการใช้คำถามระหว่างสอนมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เหตุผลมากกว่าเดิม และส่งเสริมการคิด ดังคำสัมภาษณ์

“นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเกิดภูเขาไฟเฉพาะบางแห่ง ไม่เกิดทุกแห่งบนโลก ทั้งที่ความร้อนที่หินหนืดที่นักเรียนตอบครู ก็อยู่ใต้เปลือกโลกทั่วโลก” ตัวอย่างคำถามจากจันทนาถามผู้เรียน

(จันทนา,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.5.6 TPACK ใช้ ICT ร่วมในการอธิบาย กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอภิปราย สื่อสารข้อมูล

จากการสังเกตการณ์สอน พบว่า จันทนาใช้ VDO จากภาพยนตร์เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน โดยใช้คำถามและเกริ่นนำเชื่อมโยงมาถึงการเกิดภูเขาไฟ ที่ใช้ PhET ร่วมในการสอน ทั้งนี้ใช้วิธีการเปิด 3 ครั้ง และหยุดภาพพร้อมกระตุ้นและเน้นย้ำกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้เวลาและรอคอยสำหรับผู้เรียนที่ยังตามไม่ทัน นอกจากนี้ระว่างใช้ ICT จันทนาใช้คำถามนำทางก่อนเพื่อให้ผู้เรียนสังเกต วิเคราะห์ ข้อมูล อย่างมีความหมาย เพื่อสรุปและนำเสนอข้อคิดเห็นของกลุ่ม

✓ สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

1) ลดบทบาทบรรยายลงได้บ้าง เพิ่มบทบาทผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็น

จันทนา รู้สึกว่าตนสอนแบบบรรยายมากเกินไป แต่ก็พอใจเพราะรู้สึกว่าการลดบทบาทการพูดน้อยลงไปบ้าง และให้โอกาสผู้เรียนพูดและแสดงความคิดเห็นเพิ่มขึ้น

2) พอใจการใช้คำถามของตนเองที่กระตุ้นผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล

จันนารู้สึกพอใจในการสร้างคำถามของตนเอง ที่พบว่ากระตุ้นการให้เหตุผลของเด็กดีขึ้นและได้ผล ทำให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทในการแสดงความคิดเห็นความเข้าใจของตนเองมากขึ้น

3) ยังไม่ได้ใช้วิธีการกำหนดสถานการณ์ให้ภารกิจเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหา แต่มีคำถามเพื่อนำทางผู้เรียนมุ่งสนใจในหัวข้อนี้

จันนายังใช้คำถามในการถาม และนำทางเด็กเพื่อหาคำตอบ คำถามนำพาผู้เรียนมุ่งเน้นสนใจในหัวข้อที่เรียนวันนี้ แต่ยังไม่ได้ข้อมูลวิทยาศาสตร์ หรือเรื่องราว สถานการณ์ที่เป็นเรื่องจริงมาให้ผู้เรียนปฏิบัติภารกิจและแก้ปัญหา

1.6 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK ต่ำ: จันนา ครั้งที่ 2

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของจันนาครั้งที่ 2 สอนเรื่อง โครงสร้างของเปลือกโลก หิน แร่ กับนักเรียนชั้น ม.2/5 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปเป็นตาราง 26 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่ 2 (กลุ่มต่ำ)

ตาราง 26 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของจันนาครั้งที่2(กลุ่มต่ำ)

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. ทบทวนความรู้และ ถามผู้เรียนเกี่ยวกับความร้อนใต้พิภพและโครงสร้างโลก เมื่อสัปดาห์ที่เรียน 2. ตั้งคำถาม “หินและแร่ต่างกันอย่างไร” เรียกแต่ละกลุ่มถาม เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน 3. แสดงข้อมูลแร่ ภาพ และใช้คำถามการนำมาใช้ประโยชน์ใกล้ตัวของแร่ เป็นเกมให้ผู้เล่นทายว่าแร่ชนิดนี้ควรจะใช้ทำอะไร โดยใช้ภาพเป็นเช่น เป็ดรูปแร่ฟลูออไรต์ และเฉลยภาพ ห ล อ ด ย า สี พื น เน้น ส่วนประกอบ ฟลูออไรต์	ตอบคำถาม พิจารณาภาพ ตอบคำถาม และ พิจารณาภาพ เป็นกิจกรรมกิจกรรมกลุ่ม ตอบคำถาม ร่วมเล่นเกมทายปริศนารูปภาพ และร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นกับครูผู้สอน	 www.solarsystemsscope.com  power point

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของจันทาครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.6.3 TCK เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจากเว็บไซต์อื่นๆแบบ data-image

จันทามีความตระหนักในการเลือกสื่อ ICT เพื่อมาประกอบการสอนที่แสดงความเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียนโดยคำนึงถึงสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตัวอย่างในการสอนที่เลือกจากเว็บไซต์เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องหินและแร่โดยตรง และเป็นตัวอย่างที่นำเสนอความแตกต่างจากหนังสือเรียน นอกจากนี้เห็นว่าจันทาใช้ simulation เข้ามาช่วยสื่อการอธิบายโครงสร้างของโลกประกอบการถามตอบ

1.6.2 TPK เลือก ICT ที่กระตุ้นความสนใจจากผู้เรียน

จากการสังเกตการณ์สอน พบว่า จันทาหยิบยกประเด็นและเรื่องราวใกล้ตัวมาเป็นตัวอย่างนำเสนอภาพผ่าน โปรแกรม power point เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและเรียนรู้จะประเด็นและสิ่งใกล้ตัว

1.6.3 ด้าน PCK มีรายละเอียด ดังนี้

1) การทบทวนและตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนด้วยคำถามและใช้สื่อกระตุ้น

มีการตรวจสอบความรู้และทบทวนเมื่อครั้งที่แล้ว ใช้คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนอธิบายความแตกต่าง เช่น “หินและแร่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร”

2) กลวิธีสอนแบบเกมดึงดูดความสนใจและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

เลือกใช้ภาพนำเสนอรูปแร่ และเล่นเกมถามตอบการใช้ประโยชน์จากแร่ โดยเลือกแร่ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ดังคำสัมภาษณ์

“ตอนที่พิจารณาจากจุดประสงค์ เราคิดว่าเด็กนักเรียนต้องรู้ว่าแร่พวกนี้ไปใช้ประโยชน์อย่างไร เลยตัดสินใจใช้เกมเข้ามาช่วย โดยเราก็เลือกแร่ที่ใช้ประโยชน์ใกล้ตัว เช่น ยาสีฟันกับแร่ฟลูออไรด์ แป้งเด็กกับทัลก์ เด็กก็สนุก แปลกใจ สนใจ ว่าแร่พวกนี้ใกล้ตัวมากขนาดนี้เลยทีเดียว ซึ่งตนเองอยากให้ผู้เรียนเรียนแล้วรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์นี้อยู่รอบตัว”

(จันทา,สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.6.4 TPACK ใช้ ICT แก้ปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เน้นการใช้คำถาม และเชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน

จันนาใช้ ICT ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นใช้ภาพ และใช้คำถามเชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน ดังคำสัมภาษณ์

“สอนเรื่องหิน เรื่องแร่ ไม่ใช่ภาพจาก ICT คงลำบากมาก เพราะว่าเรียนในหนังสือก็คงเบื่อ แต่สิ่งที่เรานำมาใช้ นอกจากจะนำเสนอข้อมูล เราเน้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็ก ๆ แยกเปลี่ยนความรู้ออกกับเรา อีกอย่างประเด็นการทดลองไม่มีทดลอง แต่ใช้มีการจำแนกตัวอย่างหินและบอกการใช้ประโยชน์ เราเลยใช้ภาพให้มากที่สุด อย่างน้อยเด็กก็คิดตามแล้วเห็นภาพได้หินและแร่ต่างกันอย่างไร แล้วหินเพื่ออะไร เพราะเน้นสอนแบบเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากที่สุด”

(จันนา, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

✓ สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

1) ใช้คำถามกระตุ้นความคิดผู้เรียน

จันนารู้สึกว่าตนเองมีความสามารถในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นการคิดของผู้เรียนมากขึ้น สังเกตจากการตอบคำถามจากผู้เรียนที่อธิบายเหตุผล แล้วลักษณะคำตอบมีหลากหลายประเด็น เป็นการสะท้อนความรู้เดิมของผู้เรียน ดังคำสัมภาษณ์

“เราตั้งคำถามวันนี้ได้ดี คำถามมีบทบาทมากในการเรียน ตนเองพยายามเลี่ยงการบรรยาย เด็ก ๆ เองก็พยายามมีปฏิสัมพันธ์กับเรามากขึ้น ยังมี ICT ยังช่วยกระตุ้น เพราะทุกคนเห็นภาพเดียวกัน แต่ถ้าใช้แค่หนังสืออาจไม่ตื่นตาตื่นใจเท่านี้ ”

(จันนา, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

2) การใช้เกมแข่งขันเป็นเทคนิคที่ใช้ได้เสมอเพื่อดึงดูดผู้เรียน

เมื่อรู้สึกว่เนื้อหาบางเรื่องสูง และไม่มีทดลอง ก็เลือกใช้เกมเพื่อดึงดูดความสนใจและความร่วมมือจากผู้เรียน ดังคำสัมภาษณ์

“คาบนี้ไม่มีอะไรให้เด็กทดลอง อุปกรณ์หรือตัวอย่างอะไรก็ไม่มี แต่เด็กก็ต้องรู้เรื่อง ไม่อยากให้นั่งง่วงนอนเลยใช้เกม เราพยายามทำ power point หารูปภาพที่เป็นผลิตภัณฑ์มาใช้ประโยชน์จากใช้เกมมาเสริมแรง”

(จันนา, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

2) การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตประจำวัน

จันนาสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตประจำวันได้ โดยเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ของสิ่งที่ผู้เรียนกำลังเรียน และเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุด ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“จุดประสงค์การเรียนรู้ ต้องอธิบายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นหน้าที่ครูคือเชื่อมโยงให้เด็กเห็นและลองยกตัวอย่างด้วยตนเอง เราก็คิดว่ารูปภาพง่ายสุด ชัดสุด แต่ตนเองก็ใส่ใจรายละเอียดกับภาพที่ใช้เป็นสื่อสอน”

(จันนา, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.6 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK ต่ำ: เกดแก้ว ครั้งที่ 1

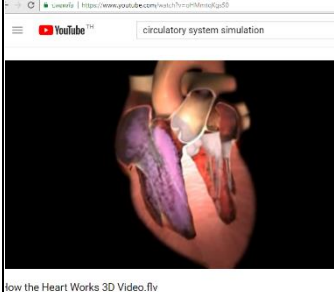
นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ปี ชั้นปีที่5 อายุ 22 ปี ประกอบการณวิชาชีพครู ณ โรงเรียนมะปรางหวาน กรุงเทพมหานคร ปฏิบัติการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 21102 ระดับชั้น ม.2 จำนวน 3 ห้อง คือ ม.2/1 นักเรียน 28 คน ม.2/2 นักเรียน 32 คน และ ม.2/5 จำนวนนักเรียน 30 คน (ติดตามเฉพาะห้อง ม.2/5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและการมองเห็น) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของเกดแก้วครั้งที่ สอนเรื่อง ระบบไหลเวียนโลหิต นักเรียนชั้น ม.2/5 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปเป็นตารางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ดังตาราง 27 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของเกดแก้วครั้งที่1(กลุ่มต่ำ)

ตาราง 27 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของเกดแก้ว

ครั้งที่ 1 ม.2/5 การปฏิบัติการสอนของเกดแก้ว

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
- ครูให้ผู้เรียนวิ่งอยู่กับที่เป็นเวลา 2 นาที แล้วให้หยุด หลังจากนั้นถามผู้เรียนว่า “นักเรียนสังเกตร่างกายตัวเอง คิดว่า ส่วนไหนในร่างกายที่ทำงานไม่เหมือนเดิมบ้าง” “ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น”	วิ่ง ตอบ หายใจแรง และเร็ว ขึ้นคะ หอบคะ หัวใจเต้นเร็วขึ้นคะ เพราะร่างกายต้องการเลือด ต้องการออกซิเจนไปช่วยในการหายใจ	ภาพหัวใจ , Power point , VDO by Youtube

- แสดงภาพบนจอ แล้วให้นักเรียนจับกลุ่มกัน เขียนเส้นทางการไหลเวียนโลหิต ครูสุ่มเลือกตัวแทนกลุ่ม ออกมาลากเส้น โดยใช้โปแกรม Power point แล้วใช้ปากกาในโปรแกรมลากเส้น แล้วนำภาพมาเปรียบเทียบ ทุกกลุ่ม - ครูเปิดคลิป VDO การไหลเวียนของเลือดในหัวใจ สรุปประเด็นร่วมกันแต่ละกลุ่ม - หลังจากนั้นครูนำรูปภาพแสดงเส้นทางการไหลเวียนของสิ่งมีชีวิตประเภทอื่นมาให้ผู้เรียนเปรียบเทียบการเดินทางของโลหิตว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร คือ รูปหัวใจปลา กับ จระเข้ สุนัข แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนบนกระดาน	มีเสียงตอบบ้าง ว่า มี 4 ห้อง ไหลไปปอด เป็นต้น ตัวแทนนักเรียนออกมาลากเส้นที่ละกลุ่ม ร่วมกันสรุปว่าเส้นทางการไหลเวียนโลหิตไปทิศทางใดบ้าง เปรียบเทียบ และเขียนสรุปลงในสมุด และส่งตัวแทนมาเขียนที่กระดาน	
--	--	---

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของเกิดแก้วครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.7.1 TCK เลือก ICT สอดคล้องกับเนื้อหา

เลือก ICT เป็น 3 มิตินำมาสอนกับเนื้อหาที่เป็นระบบซับซ้อน อย่างระบบไหลเวียนโลหิต ที่ต้องพิจารณาขับเคลื่อนแบบพลวัตในการบีบและคลายกล้ามเนื้อหัวใจ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“ในตัวชี้วัดให้เด็กรู้ เข้าใจ และอธิบายการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต เราเลือกรูปก็อาจนิ่งไป เลยเลือกแบบ VDO เห็นสีและการบีบคลายที่ชัดเจน”

(เกดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.7.2 TPK เลือก ICT ดึงดูดความสนใจผู้เรียน

เลือก ICT ดึงดูดความสนใจผู้เรียนด้วยเหตุผลของความชัดเจน และสะดวกต่อทำความเข้าใจของผู้เรียน โดยเลือก ICT สะดุดตาเข้าใจง่ายและระยะเวลาเหมาะสมต่อการใช้ในกิจกรรม ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“หลักการเลือกสื่อภาพและเสียงเสียงตัวนี้ มองว่าใช้งาน เวลาเหมาะสม ตัวเลือกหาใน Youtube มีเยอะมาก แต่สื่อนี้ชัดสุด สั้น กระชับ เข้าใจง่ายและการประโยชน์จาก power point ให้ผู้เรียนเลือกเส้นทางการไหลเวียนด้วยโปรแกรมดังกล่าว”

(เกดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.7.3 PCK มีรายละเอียด ดังนี้

1) PCK ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน และกิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิม

จากกิจกรรมที่ถามผู้เรียนมีการเปิดโอกาสเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนกว้างขวาง ขณะเดียวกันนำสู่บทเรียนได้ดี และมีกิจกรรมที่เข้าถึงสัมผัสชัดเจนกับผู้เรียน ดังตัวอย่างการกำหนดให้ผู้เรียนวิ่งเร็วอยู่กับที่ 2 นาที และให้ผู้เรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงในร่างกายตนเอง และถามผู้เรียนว่าอะไรที่เปลี่ยนแปลงและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2) PCK การประเมิน เน้นภาพรวมและชัดเจนคือการให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาลากเส้นทางการไหลเวียนโลหิต และการจำแนกความแตกต่างระหว่างหัวใจของสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งจัดเป็นหมวดระหว่างเรียนที่ตรวจสอบผู้เรียน

1.7.4 TPACK ใช้ ICT อำนวยและช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

เกดแก้วออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ที่เน้นบทบาทผู้เรียนกับสื่อที่เลือกมาใช้ โดยการให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาลากเส้นการไหลเวียนของโลหิต แล้วให้ผู้เรียนทั้งห้องพิจารณาความน่าจะเป็น และใช้การสำรวจตรวจสอบสังเกต วิเคราะห์ ภาพ เส้นทาง เพื่อหาข้อสรุปความเหมือน

และความแตกต่างของการไหลเวียนโลหิตพร้อมทั้งร่วมกันหาข้อสรุป ดังตัวอย่างกิจกรรมที่ปรากฏและบางส่วนของกำรสัมภาษณ์ ดังนี้

“เราพยายามหาช่องทางเพิ่มบทบาทให้ผู้เรียนให้แสดงออก ร่วมมือ ทำกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ ทั้งคิดร่วม วิเคราะห์ร่วม มีส่วนร่วมในการสรุป ใครไม่ทำ หรือเราสังเกตเห็นก็จะเรียนให้คนนั้นเป็นตัวแทนออกมา ทุกคนเลยพยายาม ดูแล้วมีชีวิตชีวาว่าเดิมมากกว่าที่เรามานั่งอธิบายเป็นสไลด์”

(เกิดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

✓ สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

1) มีกิจกรรมเพิ่มบทบาทการเรียนรู้เชิงรุกกับผู้เรียนเชิงรุก

จากกิจกรรมเกิดแก้วรู้สึกว่าการจัดการเรียนรู้วันนี้ได้เพิ่มบทบาทในกิจกรรมแก่ผู้เรียนมากขึ้นในรูปแบบกระบวนการกลุ่ม ให้วิเคราะห์เปรียบเทียบและลงข้อสรุปร่วมกัน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“วันนี้พยายามออกแบบกิจกรรมให้เด็กได้ลงมือทำกิจกรรมมากที่สุด เราไม่อยากให้อ่านใบงานละ วันนี้ใช้สื่อทั้งชั้นเรียน ทุกคนลุกมาดูภาพได้ มาดูที่คอมพิวเตอร์ครูได้ พอเราให้อิสระ ในการค้นหา สืบหาข้อมูล รู้สึกว่าทุกคนกระตือรือร้นมากกว่าที่เราบอกว่าให้เงียบๆฟังครูอย่างเดียว โดยใช้ประโยชน์จาก VDO มากขึ้นให้เด็กได้ตัดสินใจเลือกข้อมูลมากที่สุด”

(เกิดแก้ว, สะท้อนความรู้สึกหลังสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือ ICT ด้วยตนเอง

จากกิจกรรมเกิดแก้วให้ผู้เรียนลากเส้นทางแสดงการไหลเวียนโลหิตในคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ในการส่งตัวแทนกลุ่ม

“ด้วยความที่เรามีคอมพิวเตอร์เดียว ก็ใช้ตัวแทนกลุ่ม เด็กที่เป็นตัวแทนก็ออกมาพร้อมกระดาษที่เพื่อนช่วยหั่นลากแล้วมาเป็นตัวอย่างในการลากอีกที เด็กก็สนุก ตื่นเต้น มีส่วนร่วมกันดี มาก แล้วเราก็ไม่ได้ใช้เวลานานเกินไป พอดีค่ะ”

(เกิดแก้ว, สะท้อนความรู้สึกหลังสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

3) ลดบทบาทการบรรยายของตนเอง

เกิดการใช้วิธีการสรุปร่วมกับผู้เรียน โดยใช้คำถามถามความคิดเห็นและอนุญาตให้ผู้เรียนอธิบายร่วมกัน แต่หน้าที่ของเกิดแก้วคือจับประเด็นที่ผู้เรียนเสนอมาเป็นประเด็นสำคัญ แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“วันนี้พูดมาก แต่พูดเพราะถามเด็ก แทบไม่ค่อยได้บรรยายว่าเลือดไหลจากไหนไปไหน ข้อมูลมาจากเด็กทั้งนั้น เราเห็นอิทธิพลของคำถามและการรอคอยมากขึ้น เราขอให้เด็กคิด เด็กก็เห็นว่าครูรอพยายามพูด ผิดบ้างถูกบ้างเราก็จับประเด็นมาสรุปร่วม ก่อนให้เขียนลงสมุด”

(เกิดแก้ว, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่1)

1.8 กลุ่มความรู้ความเข้าใจ TPACK ต่ำ: เกิดแก้ว ครั้งที่ 2

ในระหว่างการติดตามเพื่อสังเกตการณ์สอนว่าด้วยพัฒนาการที่สะท้อน TPACK ของเกิดแก้วครั้งที่ สอน เรื่อง การดูดกลิ่นแสงและความร้อน กับนักเรียนชั้น ม.2/5 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปเป็นตารางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ตาราง 28 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของเกิดแก้วครั้งที่2 (กลุ่มต่ำ)

ตาราง 28 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของเกิดแก้วครั้งที่2 (กลุ่มต่ำ)

ครั้งที่ 2 ม.2/5 การปฏิบัติการสอนของเกิดแก้ว

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	บทบาท ICT
1. ตรวจสอบความรู้ผู้เรียนโดยถามว่า “เราสามารถเห็นวัตถุที่ครูนำมาให้ดูได้อย่างไร” “แล้วมีปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้เรามองเห็น” - อธิบายเรื่องแสงจากดวงอาทิตย์เกี่ยวกับการมองเห็นสีของวัตถุโดยใช้ Power point	ตอบคำถาม แสงกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าตาเรา ตอบคำถาม ดวงตา แสง ทุกคนสนใจร่วมหาคำตอบจากการทดลอง	Power point

- ให้ผู้เรียนทำภารกิจโดยกำหนดสถานการณ์มาให้เรียนหาคำตอบ - นำผู้เรียนหาคำตอบโดย การทดลอง เรื่องการดูดกลืนแสง โดยเน้นถาม และให้ตัวแทนผู้เรียนออกมาช่วยทำการทดลองตามใบงาน (อุปกรณ์ไม่พอ และเพื่อประหยัดเวลา ครูเดากกล่าว) - แต่เมื่อจัดตั้งอุปกรณ์การทดลอง เรียบร้อยแล้ว การทดลองคือ ใช้เทอร์โมมิเตอร์นำมาพันด้วยเทปกาวยาสีดำ สีขาว สีแดง สีเหลืองที่ปรอทสีแดง แล้วนำไปวางใกล้หลอดไฟที่เครื่องฉาก(แทนดวงอาทิตย์) จับเวลา 5 นาที แล้วนำมาอ่านค่า ซึ่งระหว่างนี้ครูให้ผู้เรียนทำเอง และอ่านค่าเอง - นำเสนอร่วมกัน และอภิปราย เพื่อลงข้อสรุปว่าแต่ละสีมีผลต่อการดูดกลืนของความร้อนอย่างไร - ใช้ PhET เรื่อง แสงในการอธิบายประกอบ ทั้งนี้ใช้เทคนิคการหยุดภาพเพื่อชะลอให้ผู้เรียนคิดตาม และให้ทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นรายบุคคล และรายกลุ่ม และสุ่มผู้เรียนให้ออกมาเขียนสรุปความรู้หน้ากระดาน 2 ร่วมกันอภิปรายการการดูดกลืนแสงจากวัตถุสีต่างกัน	บางคนที่ทำกิจกรรมช่วยครู บางคนตั้งใจฟังและบางคนไม่ตั้งใจ ผู้เรียนออกมาอ่านค่า แล้วบันทึกลงสมุด อภิปรายและลงข้อสรุป สังเกต รวบรวมข้อมูล อธิบาย และสรุปร่วมกัน	 PhET stimulation การดูดกลืนแสง 
---	--	--

จากการติดตามสังเกตการณ์สอนของเกดแก้วครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ในชั้นเรียน รายละเอียดดังนี้

1.8.1 TCK เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม โดยเกดแก้วเลือกใช้ PhET เป็น simulation ประกอบการอธิบายและสรุป ดังคำสัมภาษณ์

“สองเรื่องแสดง อธิบายเฉยๆ หรือวาดรูปก็คงไม่สรุป ไม่เข้าใจ เลยเลือก PhET มาช่วยให้เด็กเห็นการเดินทางของแสงการดูดกลืนแสง ชัดเจนกว่า เด็กก็สรุปได้ด้วยตนเอง”

(เกดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.8.2 TPK เลือก ICT ดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนติดตามการเรียนรู้จนจบกระบวนการเรียนรู้ จากการสังเกตเลือกจาก ICT ที่มองเห็นภาพชัดเจน มีการเคลื่อนไหว และผู้สอนควบคุม simulation ได้

1.8.3 ด้าน PCK มีรายละเอียด ดังนี้

1) PCK ผู้เรียน มีการตรวจสอบความรู้ผู้เรียนก่อนเรียน และก่อนการสำรวจตรวจสอบ แบบทดลองเพื่อหาคำตอบในสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้คำถาม ดังตัวอย่าง

“แล้วมีปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้เรามองเห็น” “การเล่นกระต่ายขาเดียวโดยไม่สวมรองเท้าบนพื้นสีต่างกันในวันที่อากาศร้อนแดดจ้า จะเลือกเล่นที่พื้นสีอะไร เพราะอะไร ลองเดาและบอกเหตุผลคร่าวๆกลุ่มละ 1 เหตุผล”

(เกดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

2) PCK ประเมิน ประเมินรายบุคคลและรายกลุ่ม เนื่องจากผู้เรียนมีจำนวนน้อย ทำให้เกดแก้วจะเลือกการประเมินระหว่างเรียนได้ทั้งรายกลุ่มรายคน โดยเขียนคะแนนการตอบคำถามบนกระดาน ใครตอบได้ หรือมีเหตุผลจะเขียนเลขที่บนกระดานไว้เพื่อให้คะแนน ซึ่งผู้เรียนให้ความร่วมมือดี ดังคำสัมภาษณ์

“มีการให้คะแนนเมื่อตอบคำถามแก่เด็กด้วย คือก่อนหน้านี้เราได้ทำข้อตกลงกันว่าเราจะให้คะแนนเมื่อตอบได้ ตอบมีเหตุผล คือบางที่ตอบผิด แต่อธิบายเหตุผลแก่เราฟัง เราก็พอจะรู้แนวคิดเด็กว่าติดอะไรอยู่ เราให้เพราะเห็นความพยายาม เดี่ยวจะเสียกำลังใจ ให้คะแนนทั้งแบบกลุ่มแบบเดี่ยว”

(เกดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

1.8.4 TPACK กำหนดสถานการณ์นำสู่การสำรวจตรวจสอบแบบทดลองตามแนว สืบเสาะ

เกิดแก่วิธีกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเรื่องราวที่ผู้เรียนกำลังเรียน เพื่อเป็นเงื่อนไขให้ผู้เรียนคิดตามและหาทางแก้ปัญหา หรือคำตอบโดยการนำข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบแบบทดลองมาตอบคำถามและตัดสินใจเลือกตามเงื่อนไข ว่าด้วยเรื่องสัมพันธ์กับความร้อน ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์

“คือตัวเองอยากกำหนดเรื่องราวเหมือนที่เคยเข้าใจก่อนหน้านี้ เลยพยายามคิดเรื่องออกมา เป็นเด็ก คนเล่นอยู่บนพื้นกลางแดด ควรเล่นที่พื้นไหน เพื่อให้ไม่ร้อนเวลาเหยียบพื้นเมื่อไม่ใส่รองเท้า เด็กนักเรียนก็จะได้คิดตาม คือตอนแรกก็ถามให้เด็กเดา ก็ตอบผิดกันบ้าง แสดงว่าเด็กก็ไม่ได้มีความรู้เดิมที่ถูกต้อง เลือกเลือกให้มีการทดลองประกอบไปกัน เพื่อให้เข้าใจ”

(เกิดแก้ว, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

✓ สรุปประเด็นจากการสะท้อนหลังการปฏิบัติการสอนของนักศึกษา

1) การกำหนดเรื่องราวช่วยดึงดูดความสนใจและนำทางเกิดกระบวนการเรียนรู้

เกิดแก้วให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อดีและความแตกต่างของการใช้เรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงสู่การหาคำตอบในบทเรียนทำให้ผู้เรียนสนใจและนำผู้เรียนสู่กระบวนการเรียนรู้ ดังคำสัมภาษณ์

“ก่อนหน้านี้ไม่เคยกำหนดเรื่องราวหาสถานการณ์ใดๆเลย ปกติถามคำถามปกติ แล้วนำสู่บทเรียน เด็กๆให้ความร่วมมือระดับหนึ่ง แต่รอบนี้รู้สึกว่าคุณก็ไปกับเรา อยากรู้ อยากรอง อยากรอบไปด้วย รู้สึกเด็กมีความกระตือรือร้นมากขึ้น พอใจมากกับการเรียนรู้วันนี้ แม้จะยังไม่ดีมาก แต่ดีขึ้นค่ะ”

(เกิดแก้ว, สะท้อนหลังสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

2) การใช้ simulation ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนเนื้อหาที่สังเกตยาก

ประโยชน์ของ simulation ช่วยทั้งทำให้สอนง่ายขึ้นและผู้เรียนเข้าใจถูกต้องในเนื้อหาที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น หรือเนื้อหาที่สังเกตยากและแยกแยะด้วยตาเปล่าไม่ได้

“ชอบ Simulation ตอบโจทย์ดีมาก เรื่องแสง เรื่องสี การดูดกลืน มีความชัดเจน น่าสนใจทั้งเด็กและครู เราเองไม่ต้องอธิบายเล่ามา เด็กเห็นในสื่อก็พอจะนึกภาพออก พอเราถามก็ตอบได้ว่าสีไหนไม่ดูดกลืน เราเลยมองเห็นอะไรแบบนี้ เราชอบค่ะ”

(เกิดแก้ว, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

3) เห็นความสำคัญกับการใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน

การใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนมีบทบาทสำคัญมากในการสอนวิทยาศาสตร์

“การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เด็กคิด ควรเป็นคำถามที่ถามเหตุผล การตัดสินใจ อย่างน้อยเด็กเราพยายามเรียบเรียงสิ่งที่มีอยู่ทั้งจากประสบการณ์ความทรงจำในหัวออกมา ก็เป็นสิ่งที่ดีมากแล้ว การสื่อสารระหว่างกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับครูกับเพื่อน ในการร่วมแสดงความคิดเห็น ทำให้การเรียนรู้มีชีวิตชีวา”

(เกิดแก้ว, สะท้อนความรู้สึกล้างสอน, สัมภาษณ์ระยะติดตามผลที่โรงเรียนครั้งที่2)

2. เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิด TPACK ของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ TPACK สูงและต่ำ

จากการติดตามนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมไปที่โรงเรียน เพื่อศึกษาการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบแผนและการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบ TPACK ในบริบทชั้นเรียนจริง ทั้งนี้ผู้วิจัยติดตามนักศึกษา 4 กรณี แบ่งเป็นความเข้าใจ TPACK กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยผู้วิจัยเปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิดของ 2 กลุ่มนี้ในการประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียนจริง รายละเอียด ดังตาราง เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียน ดังตาราง 29 เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียนระหว่างนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ระดับ TPACK สูงและต่ำ

ตาราง 29 เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียนระหว่างนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ระดับ TPACK สูงและต่ำ

องค์ประกอบ	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ
TCK	1. เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาจากเว็บไซต์ ที่เน้น scientific-database 2. เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจากโปรแกรม เฉพาะ เช่น Google earth	1. เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับเนื้อหาจากโปรแกรม interactive simulation 2. เลือก ICT สอดคล้องกับเนื้อหา แบบ 3D สำหรับเนื้อหา/ระบบซับซ้อน
TPK	1. เลือกใช้ ICT ร่วมในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน 2. เลือกใช้ ICT ร่วมกับเทคนิคใช้เกมแข่งขัน เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน 3. เลือกใช้ ICT จากเทคโนโลยีอื่นๆร่วมในการเรียนรู้	1. เลือกใช้ ICT ร่วมในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน 2. เลือก ICT ดึงดูดความสนใจผู้เรียน 3. เลือกใช้ ICT ร่วมกับเทคนิคหยุดภาพชั่วคราว ขณะสอนเพื่อติดตามความเข้าใจของผู้เรียน
PCK	1. มีการใช้คำถามปลายเปิดที่มีลักษณะ กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผลพร้อมทั้ง กำหนดประเด็นให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายแสดงความ คิดเห็นจากหลักฐาน	1. มีการใช้คำถามปลายเปิดบ้าง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน อธิบายและให้เหตุผล แต่ยังไม่มีการประเด็นนำผู้เรียนสู่ บรรยายการอภิปราย 2. มีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนด้วยการใช้ คำถามเท่านั้น แต่ส่วนเน้นทบทวนความรู้เดิมในสิ่งที่ ผู้เรียนเมื่อคาบที่แล้ว

องค์ประกอบ	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ
	2. มีการตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียนด้วยวิธีการหลากหลาย และเน้นการคิดวิเคราะห์มากกว่าการทบทวนสิ่งที่เรียน 3. ใช้วิธีการประเมินระหว่างเรียนและหลังเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ 4. ใช้กลวิธีสอนที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติผ่านการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สร้างความรู้และสร้างคำอธิบายจากภารกิจ	3. ใช้วิธีการประเมินระหว่างเรียน และหลังเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ 4. ใช้กลวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามวิธีทำที่ระบุเท่านั้น และตอบคำถามในแบบฝึกหัดหลังกิจกรรม
TPACK	1. ใช้ ICT ประกอบการอธิบายบางส่วน ขณะเดียวกันใช้คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และสื่อสารในข้อมูลร่วมกันที่แสดงผ่าน ICT 2. พยายามใช้ ICT อำนวยและช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม 3. ใช้ ICT แก้ปัญหาที่การสอนแบบเดิมอาจกระทำไม่ได้ กรณีขาดแคลนอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน พร้อมทั้งใช้กลวิธีที่ให้ผู้เรียนสำรวจ	1. ใช้ ICT ประกอบการอธิบายเป็นส่วนใหญ่ มีบางครั้งกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนอธิบายหาคำตอบ ซึ่งแนวคำถามมุ่งเน้นคำตอบที่ถูกมากกว่าการคิดวิเคราะห์ที่อธิบายเหตุผล และบางคำถามไม่เกี่ยวข้องกับสื่อ ICT ที่นำมาแสดงข้อมูล 2. พยายามใช้ ICT อำนวยและช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม

องค์ประกอบ	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ
	ตรวจสอบหาความรู้ คือ สังเกต รวบรวม และสรุปข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ 4. ใช้ ICT สร้างโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลจาก ICT โดยกำหนดให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ใช้ ICT 5. ใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยการกำหนดเรื่องราวเชื่อมโยงสู่บทเรียน และมอบหมายภารกิจให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งกำหนดหลักฐานการเรียนรู้ (outcome) เป็นผลลัพธ์ของการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง	3. ใช้ ICT ช่วยอธิบายและขยายความรู้ในเนื้อหา นอกเหนือจากบทเรียน และมีกิจกรรมการทดลองเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างง่าย ๆ 4. ใช้ ICT แก้ปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหา โดยเน้นใช้คำถามที่สื่อความโดยตรงจากเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน
ประเด็นจากการสะท้อนแนวคิดหลัง	1. คำนึงถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ควรปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับการใช้ข้อมูล ICT เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดมากขึ้น 2. คำนึงถึงบทบาทผู้เรียน ควรเน้นให้สำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1. ตระหนักถึงการลดบทบาทบรรยายของตนเองลง และเพิ่มบทบาทให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น 2. ตระหนักถึงการใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล

องค์ประกอบ	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ
การสอนของ นักศึกษาครู	3. คำนึงวิธีการประเมินที่หลากหลาย และใช้ ICT ร่วมในการประเมินตามโอกาส	3. ยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเรื่องราวแล้วใช้ ICT ร่วมในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล
	4. คำนึงถึงการตรวจสอบความรู้เดิมผู้เรียน	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นสามารถยังกำหนด
		สถานการณ์ง่าย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบและอธิบายเพิ่มเติม
		4. ตระหนักถึงลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสรุป
		5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือ ICT ด้วยตนเอง

จาก ตาราง 29 เปรียบเทียบลักษณะการนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ในบริบทชั้นเรียนระหว่างนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ TPACK สูงและต่ำ พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีความเข้าใจในแนวคิด TCK และสามารถเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาในการสอนไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มสูงสามารถนำ ICT ข้อมูลวิทยาศาสตร์ในรูปแบบ database มาใช้ในการสอนได้ เช่น แผนที่อากาศ เวลาขึ้นตกของดวงอาทิตย์ ปริมาณ CO₂ ในเขตเมือง เป็นต้น ด้าน TPK ทั้ง 2 กลุ่มมีความเข้าใจในแนวคิด TPK และสามารถเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับวิธีสอน หรือใช้ ICT ร่วมในการตรวจสอบความรู้เดิม และดึงดูดความสนใจจากผู้เรียนไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มสูงสามารถเลือกใช้ ICT ได้หลากหลายกว่า ด้าน PCK ทั้ง 2 กลุ่ม มีความเข้าใจในแนวคิด PCK และสามารถปรับใช้ความรู้ในการสอนในด้านกลวิธีสอนที่เน้นใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล แต่กลุ่มสูงมีการกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนอธิบาย แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ขณะที่กลุ่มต่ำยังไม่มีกำหนดประเด็นสู่บรรยากาศการอภิปรายระหว่างผู้เรียน ขณะที่ทั้ง 2 กลุ่มมีการตรวจสอบความรู้เดิม แต่กลุ่มสูงมีวิธีการที่หลากหลายกว่า ส่วน กลุ่มต่ำ ใช้คำถามเท่านั้น และบางครั้งเป็นการถามทวนบทเรียนเมื่อครั้งที่แล้ว ด้านกลวิธีการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสูงใช้กลวิธีสอนที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ผ่านการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายจากภารกิจ ส่วนกลุ่มต่ำใช้กลวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามวิธีทำที่ระบุเท่านั้น และตอบคำถามแบบฝึกหัด ด้านประเมินทั้ง 2 กลุ่ม มีวิธีการประเมินผู้เรียนไม่แตกต่าง ส่วนด้าน TPACK ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีความเข้าใจในแนวคิดและสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยกระดับ ในการบูรณาการการใช้ ICT ในการบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมากขึ้น กล่าวคือ ลดบทบาทการบรรยาย และเน้นปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนมากขึ้น กลุ่มสูงใช้ ICT ประกอบการอธิบายบางส่วน มีใช้คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และสื่อสารในข้อมูลร่วมกันที่แสดงผ่าน ICT แต่กลุ่มต่ำใช้ ICT ประกอบการอธิบายเป็นส่วนใหญ่ มีบางครั้งกำหนดคำถามให้ผู้เรียนหาคำตอบ ซึ่งแนวคำถามมุ่งเน้นคำตอบที่ถูกมากกว่าการคิดวิเคราะห์และบางคำถามไม่เกี่ยวข้องกับสื่อ ICT ที่นำมาแสดงข้อมูล กลุ่มสูงใช้ ICT แก้ปัญหาที่การสอนแบบเดิมอาจทำไม่ได้ กรณีขาดแคลนอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน พร้อมทั้งใช้กลวิธีที่ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบหาความรู้ คือ สังเกต รวบรวม และสรุปข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้นในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ แต่กลุ่มต่ำใช้ ICT ช่วยอธิบายเนื้อหานอกเหนือบทเรียน และมีกิจกรรมการทดลองเพื่อหาคำตอบอย่างง่าย ๆ ซึ่งใช้คำถามที่สื่อความโดยตรงจากเหตุการณ์ใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้กลุ่มสูงพยายามใช้ ICT สร้างโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลจาก ICT โดยการกำหนดให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ใช้ ICT และใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยการกำหนดเรื่องราวเชื่อมโยงสู่บทเรียน และ มอบหมายภารกิจให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งกำหนด

หลักฐานการเรียนรู้ (outcome) เป็นผลลัพธ์ของการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ขณะที่กลุ่มต่ำยังไม่สามารถกำหนดเรื่องราวและผลลัพธ์จากหลักฐานการเรียนรู้ปลายทางได้

ประเด็นจากการสะท้อนแนวคิดหลังการสอนของนักศึกษาครู พบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม สะท้อนแนวคิดตนเองหลังสอนในประเด็นคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ ดังนี้ ควรลดบทบาทบรรยายของตนเอง ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน มีเข้าใจแนวทางการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนเข้ากับชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยควรเน้นให้ผู้เรียนอธิบายการใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง จัดเป็นการต่อยอดความรู้และขยายแนวคิด พยายามสร้างสรรค์ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลมากขึ้น โดยกำหนดเรื่องราว หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนใช้การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หาข้อมูล และหลักฐาน เพื่ออธิบายคำตอบ อย่างไรก็ตามกลุ่มต่ำยังมีปัญหาในการออกแบบแผนแผนการเรียนรู้ที่กำหนดเรื่องราวและให้ผู้เรียนเสาะหาคำตอบ





บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ นำเสนอข้อสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ จากการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. คำถามวิจัย

- 1.รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ พัฒนามาอย่างไร
- 2.ผลของการใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร
- 3.เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในระดับใด
- 4.ลักษณะการนำแนวคิดไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร

2. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
4. เพื่อศึกษาลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

3. ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระยะที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี(TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์
2. ได้แนวทางการเตรียมความพร้อมด้านการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน
3. ได้แนวทางปฏิบัติในการประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถสู่การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ที่ส่งเสริมบทบาทผู้สอนให้เป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านการเรียนรู้และเตรียมพร้อมผู้เรียนให้เหมาะสมกับศตวรรษที่ 21
4. ได้ทราบข้อมูลและความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่มีต่อการพัฒนานาวิชาชีพระยะที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สู่การประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริง

4. สมมติฐานในงานวิจัย

1. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระยะที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มีคะแนนความรู้ด้านมโนทัศน์และการปฏิบัติ หลังใช้โปรแกรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกองค์ประกอบ (TPK TCK PCK และ TPACK) และมีความเข้าใจในมโนทัศน์ว่าด้วยในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT และสามารถปฏิบัติการสอนบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
2. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนานาวิชาชีพระยะที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) เห็นว่ารูปแบบโปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพระยะที่ส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนจริงที่คะแนนเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป
3. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มีความเปลี่ยนแปลงเชิงบวกใน

การประยุกต์ใช้ความรู้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียนที่มีการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5. วิธีดำเนินการวิจัย

โดยสรุปวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์พัฒนามาจาก 4 กระบวนการ ได้แก่ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา 2) สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง 3) พัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู และ 4) การนำไปใช้และศึกษาผล ซึ่งใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-methods) รูปแบบการวิจัยแบบพร้อมกัน (Convergent Parallel Design) มาใช้เป็นวิธีเพื่อตีความและสรุปผลการประเมินผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ รายละเอียด ดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ศึกษา โดยนำข้อมูลในประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องสรุปเป็นสาระสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ขั้นที่ 2 สำรวจพื้นที่ในบริบทชั้นเรียนตามสภาพจริง ลงพื้นที่สำรวจสภาพความพร้อมและเทคโนโลยีในชั้นเรียน และปัญหาการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนของนักศึกษาครู สรุปว่าเทคโนโลยีในชั้นเรียนมีจำกัด และนักศึกษาครูขาดความเข้าใจในการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ขั้นที่ 3 พัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู นำข้อมูลมาสังเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง และออกแบบรูปแบบรวมทั้งกิจกรรมในโปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ และขั้นที่ 4 การนำไปใช้และศึกษาผล

6. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

ผลการพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยพัฒนามาจากหลักการการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจในทัศน์ TPACK สำหรับนักศึกษาครูซึ่งสรุป 9 หลักการ (รายละเอียดหน้า 90) ร่วมกับการวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยในหลักสูตรของงานวิจัยต่างๆ เพื่อการพัฒนา TPACK โดยดึงจุดเด่นเข้ามาและคัดจุดด้อยออกไป จนได้ข้อสรุป 4 กระบวนการพื้นฐาน รายละเอียดหน้า 101 สรุปดังนี้ (1) จัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ตามองค์ประกอบ TPACK ที่กำหนดนิยามตามวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม (2) การสาธิตตัวอย่างเป็นรูปธรรม และมีการปฏิบัติเป็นต้นแบบชัดเจน (3) การลงมือปฏิบัติของนักศึกษาครูเพื่อพัฒนาความเข้าใจใน TPACK และ (4) การสะท้อนความรู้ อีกทั้งผู้วิจัยพิจารณาร่วมกับกลุ่มกิจกรรมเพื่อพัฒนา TPACK ทั้งหมด 14 กลุ่ม แล้วจัดกลุ่มตามลักษณะร่วมเพื่อทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนา กลายเป็น 7 กลุ่ม (รายละเอียดหน้า 106) รวมทั้งจากการศึกษาแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแนวคิดการคิดออกแบบ (Design Thinking) จากข้อสรุปหลักการและ แนวคิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการขับเคลื่อนในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาและสร้างความเข้าใจในแนวคิด TPACK แก่นักศึกษาครู (รายละเอียดหน้า 116) เพื่อนำแนวคิด TPACK สู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทชั้นเรียน

โดยรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชั้นกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน (I2CARE model) ตามกรอบแนวคิดด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) มุ่งพัฒนามโนทัศน์การออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ตามบริบทจริงของนักศึกษาครู โดยโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ I2CARE model ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่1 นำสู่มนทัศน์ (Introduction : I) หมายถึง วิทยาการนำสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิดและประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครู จากข้อความรูปภาพ สถานการณ์ วิดีโอ หรือสื่อความรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อให้นักศึกษาสังเกต พิจารณาวิเคราะห์ และสื่อสารสิ่งที่รู้ออกมา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากนักศึกษาคนอื่น และวิทยาการนำสู่ขั้นต่อไปสู่กิจกรรม

ขั้นที่2 สรรสร้างให้เข้าใจ (Comprehension : C) หมายถึง วิทยาการใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อเริ่มสร้างความเข้าใจจากกิจกรรม

ขั้นที่3 ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (Consultation and Designing : CD) ในขั้นนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ปรึกษาหารือ (Consultation) และ 2) ร่วมมือออกแบบ (Designing)

1) ปรึกษาหารือ (Consultation) หมายถึง นักศึกษาที่เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ตามระดับชั้นที่ตนเองสอน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุย ปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน จนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และหาแนวทางแก้ไขเบื้องต้นร่วมกัน กิจกรรมนี้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเองและหารือร่วมกันกับผู้ที่อยู่ในบริบทที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นขั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown. 2008)

2) ร่วมมือออกแบบ (Designing) หมายถึง วิทยาการกำหนดสถานการณ์ หรือภารกิจให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมแต่ละกลุ่มออกแบบการแก้ปัญหาหรือ ข้อผิดพลาดที่กำหนดขึ้นจากสถานการณ์ หรือข้อจำกัดบางประการที่มีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นได้

ขั้นที่4 แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์แนวทางแก้ไข และร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปในแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบจุดเหมือนและต่างสู่ และปรับวิธีแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection) หมายถึง นักศึกษาประมวลแนวคิด ความรู้ และทักษะจากการร่วมกิจกรรมของตนเองในแต่ละหน่วยกิจกรรม โดยรูปแบบการสะท้อนแนวคิดในขั้นนี้ให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมบันทึกในสมุดคู่มือการอบรมเป็นหลักฐานการเรียนรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรม

ขั้นที่ 6 การประเมินผลความรู้ (Evaluation) หมายถึง นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมทดสอบประเมินความรู้ความเข้าใจต่อองค์ความรู้ที่ได้รับจากสิ่งที่วิทยากรกำหนด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK

โปรแกรมการพัฒนานาวิชาชีพรูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ชุดกิจกรรมในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ มีระยะเวลา 4 วัน จำนวน 30 ชั่วโมง โดยใช้รูปแบบ I2DARE model ขับเคลื่อนในการดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 หน่วยกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบกิจกรรมมุ่งหวังให้นักศึกษาครูเป็นนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน (Designer for TPACK) ดังนี้

หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้พัฒนาเข้าใจในธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มวิเคราะห์จากแนวคิดหลักของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อออกแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์

หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้พิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อแนวคิดหลักและตัวชี้วัดหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการประเมิน

หน่วยกิจกรรมที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK , TPK) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้เรียนรู้ประโยชน์ หน้าที่ และข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิดจนสามารถเป็นข้อมูลตัดสินใจเลือกใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้

หน่วยกิจกรรมที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้เรียนรู้แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการปรับแผนการเรียนรู้ฉบับเดิมของผู้เข้ารับการอบรม เน้นหาข้อบกพร่องและเติมเต็มความรู้ด้านการบูรณาการ ICT ตามกรอบแนวคิด TPACK ให้แผนการจัดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

หน่วยกิจกรรมที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหา

วิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ภายในสถานการณ์ที่กำหนด

หน่วยกิจกรรมที่ 6 ขึ้นชมผลงาน (TPACK-3) สาระสำคัญกิจกรรม คือ กิจกรรมที่นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่การเชื่อมโยงและบูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีสอน และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตามบริบทจริงที่ผู้รับการอบรมจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆจากเพื่อนผู้รับการอบรมและผู้เชี่ยวชาญ

2. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และการปฏิบัติ หลังใช้โปรแกรม

เมื่อนำรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติและติดตามเพื่อประเมินความรู้ในการประยุกต์ใช้ความรู้ในการปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียน ปรากฏผลดังนี้

2.1 ระยะอบรมเชิงปฏิบัติการ สรุปว่า

1. ความรู้ความเข้าใจในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) หลังอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบ I2CARE model สูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการวิเคราะห์การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษามีความรู้ในการเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาลักษณะเนื้อหาที่จัดเป็นความรู้ด้าน TCK การเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับกลวิธีสอนหรือดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจ จัดเป็นความรู้ TPK มีความเข้าใจในการออกแบบกิจกรรมที่แสดงปฏิสัมพันธ์แบบสำรวจตรวจสอบข้อมูลหรือการสำรวจตรวจสอบแบบทดลองตามตัวชี้วัด จัดเป็นความรู้ส่วนหนึ่งด้าน PCK และมีความรู้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ระบุกิจกรรมชัดเจนให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความรู้ตามแนวทางที่ส่งเสริมการสืบเสาะร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก ICT จัดเป็นความรู้ด้าน TPACK

3. จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจที่สามารถอธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน โดยเพิ่มบทบาทผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความรู้ตามแนวทางที่ส่งเสริมการสืบเสาะร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก ICT จัดเป็นการสะท้อนความรู้ด้าน TPACK

2.2 ระยะติดตามหลังการอบรม สรุปว่า

4.. นักศึกษาครูส่วนใหญ่ลดบทบาทการบรรยายข้อมูลแก่ผู้เรียน ใช้คำถามกระตุ้น และเน้นการใช้เครื่องมือ ICT ทั้งนี้ นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ตามหัวข้อ

5. จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบตามแนวทางการสืบเสาะ และการนำ ICT จากโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูมาใช้ในชั้นเรียน พบว่า นักศึกษาครูออกแบบจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลจากการใช้ ICT โดยเพิ่มบทบาทที่เน้นผู้เรียนฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบทบาทผู้เรียนเน้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปจากข้อมูล อภิปราย และสื่อสารข้อมูลร่วมกันในชั้นเรียน โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สำรวจตรวจสอบจากการสังเกต (Observation investigation) และสำรวจตรวจสอบการทดลอง (Experiment investigation) และ พบว่า นักศึกษานำ ICT จากการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบ I2CARE ที่เป็นรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริม TPACK สำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์มาใช้ในชั้นเรียน

6. จากการประเมินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) ของนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ หลังจากเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการตามรูปแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู I2CARE model แล้วกลับปฏิบัติการสอนที่โรงเรียน พบว่า TCK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 84.00 และ PCK ด้านการกำหนดเป้าหมาย/วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย 90.00 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ดี” เป็นระดับความเข้าใจสูงสุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบ TPACK อื่นๆ ส่วนความรู้ TPK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 66.00 ระดับความเข้าใจ “ปานกลาง” และ PCK ด้านประเมิน มีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย 70.00 ส่วนความรู้ TPACK จัดอยู่ระดับค่อนข้างดี ที่ร้อยละคะแนนเฉลี่ย 74.44 ซึ่งทุกระดับมีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 60 เป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย

7. จากการประเมินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (TPACK-Action) พบว่า ร้อยละคะแนนเฉลี่ย TPK และ PCK ด้านการกำหนดเป้าหมาย/วัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีค่า 75.00 และ 80.00 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ระดับความสามารถ “ค่อนข้างดี” ส่วน ด้านอื่นๆทุกองค์ประกอบ TPACK จัดอยู่ในระดับความสามารถ “ปานกลาง” ซึ่งร้อยละคะแนนเฉลี่ย TCK 65.00 PCK ด้านกลวิธีสอน 61.67 PCK ด้านผู้เรียน และ PCK ด้านประเมิน มีค่า 66.67 และ TPACK มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 62.67 ตามลำดับ ซึ่งทุกระดับมีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 60 เป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย

ดังนั้น รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK ที่ขับเคลื่อนด้วยรูปแบบ I2CARE model มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาความรู้และความเข้าใจ ตลอดจนพัฒนาแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามกรอบแนวคิด TPACK

3. ความคิดเห็นของนักศึกษาครูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

การประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK สำหรับ นักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ ทุกรายการมีคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไปทุกรายการ และผลการประเมินจัดอยู่ในระดับมากทุกรายการ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ระบุว่าระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพต้องมีระดับคะแนนเฉลี่ยทุกรายการ 3.5 ขึ้นไป นอกจากนี้ เมื่อสรุประดับความคิดเห็นที่มีคะแนนสูงสุด 3 อันดับแรก พบว่า นักศึกษามีความเห็นว่ารูปแบบโครงการที่ตนเองร่วมอบรมครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครูด้านการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างที่เราคาดหวังไว้ ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ตนเองมีความเข้าใจและสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างสอดคล้องกับบริบทนักเรียนและความพร้อมของตนเอง และสามารถทำให้การบูรณาการเทคโนโลยีของตนเองมีความน่าสนใจมากขึ้น

ดังนั้น สรุปว่า นักศึกษาครูมีความคิดเห็นว่ารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพส่งผลต่อการพัฒนาวิชาชีพครูของนักศึกษาครูในอนาคตด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ตามกรอบแนวคิด TPACK และเห็นว่าแนวคิดนี้ความสามารถพัฒนาต่อยอดในวิชาชีพครูของตนเองในอนาคต

4. ลักษณะการนำแนวคิดไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร

นักศึกษาที่มีคะแนน TPACK กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมีความเข้าใจใน TCK ซึ่งสามารถเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับเนื้อหาในการสอน และมีความเข้าใจในแนวคิด TPK ซึ่งสามารถเลือกใช้ ICT สอดคล้องกับวิธีสอน มีแนวคิดการประยุกต์ใช้ในทิศทางเดียวกัน ไม่พบความต่างในประเด็นใหญ่ ส่วนความเข้าใจในแนวคิด PCK และสามารถปรับใช้ความรู้ในการสอนในด้านกลวิธีสอนที่เน้นใช้คำถาม

ปลายเปิด กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผล พบว่า กลุ่มสูงมีการกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนอธิบายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ขณะที่กลุ่มส่วนใหญ่เลือกใช้คำถามที่ไม่กระตุ้นและส่งเสริมการคิดขั้นสูงของผู้เรียนมากนัก นอกจากนี้กลุ่มสูงใช้กลวิธีสอนที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ผ่านการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายจากภารกิจ ส่วนกลุ่มต่ำใช้กลวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามวิธีทำที่ระบุเท่านั้น ด้านประเมินทั้ง 2 กลุ่ม มีวิธีการประเมินผู้เรียนไม่แตกต่าง ส่วนด้าน TPACK ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีความเข้าใจในแนวคิดและสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยกระดับ ในการบูรณาการการใช้ ICT ในการบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมากขึ้น ในรายละเอียดสรุปว่า กลุ่มสูงใช้ ICT ประกอบการอธิบายบางส่วน มีใช้คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และสื่อสารในข้อมูลร่วมกันที่แสดงผ่าน ICT แต่กลุ่มต่ำใช้ ICT ประกอบการอธิบายเป็นส่วนใหญ่แนวคำถามมุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสูงใช้ ICT แก้ปัญหาที่การสอนแบบเดิมอาจกระทำไม่ได้ กรณีขาดแคลนอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน พร้อมทั้งใช้กลวิธีที่ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบหาความรู้ คือ สังเกต รวบรวม และสรุปข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้กลุ่มสูงพยายามใช้ ICT สร้างโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลจาก ICT โดยการกำหนดให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ใช้ ICT และใช้ ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยการกำหนดเรื่องราวเชื่อมโยงสู่บทเรียน และ มอบหมายภารกิจให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งกำหนดหลักฐานการเรียนรู้เป็นผลลัพธ์(Outcome)ของการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ขณะที่กลุ่มต่ำยังไม่สามารถกำหนดเรื่องราวและผลลัพธ์จากหลักฐานการเรียนรู้ปลายทางได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ดำเนินการออกแบบและพัฒนาเพื่อปรับปรุงให้ได้ซึ่งรูปแบบอย่างเป็นระบบ มุ่งหวังให้แต่ละขั้นตอน ของรูปแบบส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ TPACK แก่นักศึกษาครูในเชิงแนวคิดและความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียน และเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้สู่การปฏิบัติจริง นักศึกษา ครูซึ่งเป็นผู้เข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นเรียนที่ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องต่อการออกแบบการบูรณาการ ICT ในแต่ละคาบเรียนให้ เกิดประสิทธิภาพส่งผลต่อกระบวนการคิดขั้นสูงและเพื่อเตรียมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 แก่ผู้เรียนต่อไป โดยผู้วิจัยศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับ TPACK พร้อมวิเคราะห์หลักการพัฒนา TPACK เป็น 9 ลักษณะที่กล่าวรายละเอียดในบทที่ 4 ร่วมกับแนวคิดตามทฤษฎีการสร้าง ความรู้ตนเองที่เน้น ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivist) และแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ทั้ง 3 แนวคิดหลักเหล่านี้ นำสู่การกำหนดเป็นขั้นตอนเพื่อขับเคลื่อนให้เสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิด TPACK ใน 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 นำสู่มนทัศน์ (Introduction : I) ซึ่งในขั้นนี้ภูมิหลังพัฒนาจาก รากฐานตามแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ตนเองที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มาจากกลุ่มพื้นฐานของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) (Fosnot. 1996 : 23) กล่าวคือ การรับและซึมซับข้อมูลใหม่ๆ เพื่อการสร้าง ความเข้าใจและการพัฒนา ส่วนบุคคล มีความพันธ์เกี่ยวข้องับประสบการณ์เดิม วัฒนธรรมและสังคมรอบตัวที่ติดมากับบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัฒนาทางปัญญาความรู้ (Cognitive) และกระบวนการคิด (เพียร์ทิพย์ โธณ ปุญญา. 2555 : 107 ; ทิศนา แหมมณี. 2555 : 91) สอดคล้องกับ TPACK ซึ่งจัดเป็นความรู้ในการ ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการคิดทางปัญญาที่ต้องเข้าใจเป็นฐานก่อนนำสู่การ ประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติ (Alayyar ; Fisser ; & Voogt. 2012 , Kafyulilo. 2012 , Jang ; & Chen. 2010) ดังนั้น ขั้นนำสู่มนทัศน์จึงต้องนำนักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมสู่บรรยากาศสำรวจแนวคิด และ ประสบการณ์เดิมที่ติดตัวของนักศึกษาครู โดยการสำรวจความรู้เดิมของนักศึกษาครูและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกันทั้งผู้เข้าร่วมอบรมและผู้จัดอบรม จึงเป็นจุดเริ่มต้นสู่การพัฒนาและกระตุ้น

ความรู้ TPACK ขั้นที่ 2 เสริมสร้างความเข้าใจ (Comprehension : C) ซึ่งในขั้นนี้มาจากหลักการการพัฒนา TPACK โดยการอธิบายยกตัวอย่าง สาธิตตัวอย่าง แสดงข้อมูล นำเสนอ และให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมร่วมปฏิบัติ ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการพัฒนา TPACK (Jimoyiannis. 2010 : 605 ; Kafyulilo. 2012 : 100 ; Niess. 2005 : 519 ; So & Kim. 2009 : 113 ; Hechter et.al. 2012 : 140 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1302) สอดคล้องกับ เคย์ (Kay. 2006 : 387-390) ที่อธิบายว่าแนวทางหรือกลวิธีที่รวมผสานหลายๆตัวอย่างเพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกัน (Combination of strategies) มีผลต่อการยกระดับความรู้และทักษะของผู้อบรม ซึ่งในขั้นนี้มีการใช้กิจกรรมและวิธีการต่างๆ ในการยกตัวอย่าง แสดง นำเสนอ สื่อให้เห็นภาพและลักษณะจำเพาะ เพื่อให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรม และเรียนรู้กิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสการรับรู้เพื่อประมวลความเข้าใจ จึงเหมาะเพื่อช่วยให้นักศึกษาครูผู้ซึ่งมีข้อจำกัดด้านประสบการณ์ และความเข้าใจต้นแบบปฏิบัติที่ชัดเจน (Modeling Best Practice) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างการบูรณาการ ICT ที่เหมาะสม ขั้นที่ 3 เสวนาและออกแบบ (Conversation and Designing : CD) มี 2 ขั้นตอนย่อย คือ (1) เสวนาปัญหา (Conversation) เป็นขั้นที่ผู้เข้าร่วมอบรมพูดคุยถึงปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกิดจากผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียน ซึ่ง เวสต์ และ เกรแฮม (West ; & Graham .2007) อธิบายว่าการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแบ่งปันข้อมูลระหว่างบุคคลที่มีช่วงประสบการณ์เดียวกันและจัดอยู่ในบริบทรูปแบบคล้ายคลึงกัน จะทำให้ผู้ฟังจินตนาการภาพในหัวชัดเจนกว่า สามารถที่จะเข้าอกเข้าใจ และอาจนำประเด็นเหล่านี้ไปปรับใช้ในสถานการณ์ตนเอง ซึ่งนักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมเป็นกลุ่มนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์และกำลังอยู่ระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่โรงเรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จัดเป็นช่วงประสบการณ์และบริบทเดียวกัน นอกจากนี้กิจกรรมรูปแบบนี้ยังกระตุ้นกระบวนการคิด ซึ่งพบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นกับบุคคลในการมองสถานการณ์ต่างๆ เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการออกแบบการคิด (Design Thinking Process) และมีการร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Brown. 2008) ในขณะที่ รัชชวศ์ และชุต (Razzouk ; and Shute. 2012 : 330-340) ซึ่งรวบรวมงานวิจัยฉบับเต็มและเอกสารวิชาการที่นำเสนอในหัวข้อเกี่ยวกับการคิดออกแบบ ไว้ทั้งหมด 150 ฉบับ แต่จำแนกที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาโดยตรงทั้งสิ้น 45 ฉบับ สรุปธรรมชาติของการคิดออกแบบ (Nature of Design Thinking) มีหลักสำคัญของการคิดออกแบบนั้นอยู่ที่ว่า “ผู้ออกแบบเห็นอย่างไร (How designers see)” และ “ผู้ออกแบบคิดอย่างไร”(Liu.1996 อ้างอิงใน Razzouk ; and Shute. 2012 : 334) ซึ่งการพูดคุยและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาเป็นการสะท้อนสิ่งที่นักศึกษาคิดแก้ปัญหาและเข้าใจปัญหานั้นๆอย่างไร นำสู่การถ่ายโอนการคิดนามธรรมสู่การ

ปฏิบัติ ขั้นตอนย่อยที่(2) นำพาออกแบบ (Designing) จากสถานการณ์หรือภารกิจที่กำหนดขึ้นจากข้อจำกัด และมีบริบทคล้ายคลึงกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นำมาให้นักศึกษาออกแบบแนวทางหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นได้ โดยการออกแบบเป็นวิถีปฏิบัติที่เชื่อมโยงความรู้ในความคิดสู่ในการปฏิบัติเป็นหลักฐานรูปธรรม (Jimoyiannis. 2010 ; Kafyulilo. 2012 ; Niess. 2005 : 519 ; Jang & Chen. 2010 : 562 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Alayyar & Voogt. 2012 : 1303 ; Angeli ; & Valanides.2009 : 160) นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้บุคคลมีโอกาสได้ทดลอง และออกแบบแล้วติดตามผลตอบรับ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ (Razzouk; & Sute.2012 : 330) นอกจากนี้ ฟาร์ยท์และคณะ(Fierst; & et al.2011 : 3) อธิบายว่า การออกแบบเริ่มจากความเข้าใจในความต้องการและแรงจูงใจของผู้เรียน และครู ผสานการร่วมมือ (Collaborative) การพูดคุยปรึกษาหารือเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดและหาทางออกได้ เพราะได้เห็นปัญหาและความต้องการในมุมที่กว้างขึ้นสู่แนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนาความรู้ TPACK ทำให้นักศึกษาครูได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติ โดยการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้กับผู้เรียนในชั้นเรียนตามบริบทจริง เพื่อลำดับแนวคิดอย่างต่อเนื่องในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน ที่คำนึงถึงข้อจำกัดทรัพยากรเทคโนโลยี ระดับชั้นผู้เรียนและความพร้อมของโรงเรียน (Kafyulilo. 2012 : 99 ; Niess. 2005 : 519 ; Mishra.2005 : 134 ; Niess. 2008 : 248 ; So & Kim. 2009 : 111 ; Hechter et.al. 2012 : 148) ในขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนร่วมวิเคราะห์ (Analysis) กระตุ้นให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมวิเคราะห์ เปรียบเทียบเหตุผลของแนวทางแก้ไขและร่วมอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อเป็นข้อสรุปของกลุ่มตน และแบ่งปันข้อสรุปนั้นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม หากจุดเหมือนและต่าง และสรุปหาวิธีการแก้ไขที่ดีที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ โดยขั้นที่ 3 และ 4 นี้ มีภูมิหลังมาจากการเรียนรู้แบบร่วมมือแฝงอยู่ ซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มที่มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ไตร่ตรอง อภิปราย ค้นหาข้อมูล แสดงความคิดเห็น และหาข้อสรุปร่วมกัน ซึ่งความรู้จะถูกสร้างขึ้นร่วมกันและแบ่งปันซึ่งกันและกัน (ทีศนา เขมมณี. 2555 : 98 ; Iqbal ; Kousar ;& Ajmal.2011 : 608 ; National School Reform Faculty.2006 : 12 ; Gokhale. 1995 : 22) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวทางการออกแบบของเพื่อนในมุมบริบทเดียวกัน TPACK ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection) กระตุ้นให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมเกิดการประมวลแนวคิดจากการร่วมในแต่ละกิจกรรม และสะท้อนแนวคิดในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งทั้งนี้กิจกรรมการสะท้อนความคิด(Reflection) เป็นการกลั่นกรององค์ความรู้เฉพาะบุคคลที่ได้รับประสบการณ์ (Niess. 2005 : 513 ; Jang & Chen. 2010 : 556 ; So & Kim. 2009 : 112) ทำให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้ตะกอนแห่งความคิดที่ตกผลึกพร้อมต่อยอดได้ สอดคล้องกับ บริงเกิลและแฮชเชอร์ (Bringle ; & Hatcher. 1999)

ที่อธิบายว่าการสะท้อนคิดเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับเข้าสู่แทรกแซง และซึมซับในส่วนประสบการณ์เดิมที่มีได้เพื่อช่วยให้เข้าใจในเชิงลึกสู่การนำไปใช้ และขั้นที่ 6 ประเมินผลความรู้ (Evaluation) เป็นขั้นให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมนำข้อมูลความรู้ที่เกิดขึ้นในตนเองมาตัดสินและประเมินความรู้ตอบสนองสถานการณ์นั้นๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจตามองค์ประกอบ TPACK ซึ่งการประเมินเป็นวิธีการที่ให้ผู้คลรรวบรวม วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลในตนเองค้นหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายและเป็นการตรวจสอบคุณภาพความเข้าใจของตนเองอีกด้วย และยังเป็น การติดตามความเข้าใจของตนเองด้วย (Metz. 2007 , Jabbarifar.2009) ซึ่งจากเหตุผลของแต่ละขั้นของรูปแบบ I2CARE model ผู้วิจัยได้นำรูปแบบพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ไปศึกษานำร่อง เพื่อนำมาปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้

2. ผลของการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และการปฏิบัติ หลังใช้โปรแกรม

จากผลการใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ที่พบว่า โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK ที่ขับเคลื่อนด้วยรูปแบบ I2CARE model มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ประกอบ TPACK ทุกองค์ประกอบ ทั้งด้านมโนทัศน์และการปฏิบัติการสอน อาจสืบเนื่องมาจากว่า ภายในโปรแกรมมีกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งในทุกหน่วยกิจกรรมต้องการให้นักศึกษาได้สร้างความเข้าใจในความหมายของแต่ละองค์ประกอบ TPACK โดยในโปรแกรมมีการนำเสนอตัวอย่าง และสาธิตประกอบซึ่งเป็นวิธีที่นักศึกษารับทราบข้อมูล ขณะเดียวกันในทุกขั้นตอนเปิดโอกาสให้นักศึกษามีประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติและเรียนรู้แบบเชิงรุกไปด้วย (Teclehaimanot ; & Lamb.2005) ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์ของตนและต่อยอดสู่การออกแบบการปฏิบัติการสอนโดยง่าย สอดคล้องกับ ไชร์เนอร์และคณะ (Shriner ; et al. 2009 : 132เสนอบทวิเคราะห์โปรแกรมที่ประสบความสำเร็จในการอบรมพัฒนาวิชาชีพครูควรประกอบด้วยกิจกรรมที่ให้ความสำคัญกับการกระตุ้นเชิงรุกและไม่ละเลยที่จะให้ข้อมูลหรืออธิบายความรู้แก่ผู้อบรมด้วย นอกจากนี้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูมีหน่วยกิจกรรมแรกคือ วิเคราะห์แนวคิดหลัก(Big Ideas) เพื่อการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติขององค์ความรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นมโนทัศน์ กฎ และทฤษฎี เพื่อวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาเข้าใจธรรมชาติใน

เนื้อหาที่ต้องจัดการเรียนรู้ รวมถึงได้นำเสนอแลกเปลี่ยนข้อมูลใหม่ๆ และวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหาที่ยากต่อความเข้าใจผู้เรียนและการสอนของผู้สอน ให้สามารถออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Angeli ; & Valanids. 2009) สอดคล้องกับ กูเซอร์ (Guzey ; Roehring. 2009) ซึ่งแนะนำการพัฒนา TPACK ควรเริ่มที่การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ก่อนเพื่อหาอุปสรรคด้านเนื้อหาและปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองใหม่ๆ ให้ทันสมัยเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับ นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (Niwat Srisawasdi. 2012 : 3235 -3243) ศึกษาบทบาทของ TPACK ในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ : กรณีศึกษาของนักศึกษาครุสาขาฟิสิกส์ การศึกษาวิจัย รูปแบบการเรียนรู้ Case-based ICT ยึดหลักและขั้นตอนการพิจารณาบริบทในการปฏิบัติเพื่อพัฒนา TPACK ที่ต้องจำแนกหัวข้อเนื้อหาที่จะสอนให้เหมาะสมกับที่ใช้เทคโนโลยี เป็นอันดับแรก พบว่า หลักสูตรรายวิชานี้ส่งเสริมและช่วยพัฒนาความสามารถ TPACK ของนักศึกษาครุสาขาฟิสิกส์

อีกเหตุผลประการสำคัญที่ทำให้ระดับความเข้าใจในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และการความสามารถในการปฏิบัติการสอนมีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 60 ทั้ง 2 ส่วน อาจเป็นเพราะวางแผนคิดในการพัฒนารูปแบบและโปรแกรมส่งเสริมความรู้ TPACK เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาคูเป็นนักออกแบบการเรียนรู้ “Designer” ที่ใช้แนวคิดการออกแบบ (Design thinking) มาเป็น 1 ในขั้นตอนของ I2CARE การคิดออกแบบเป็นการวาดภาพทางความคิดที่ตอบสนองความต้องการของตัวผู้ออกแบบให้สามารถแก้ปัญหาหรือการพัฒนาบางอย่างให้ดีขึ้น ภาพทางความคิดที่สร้างขึ้นมาจากความต้องการของมนุษย์เป็นสำคัญ และคำนึงถึงบริบทที่เกี่ยวข้อง แล้วสร้างภาพในความคิดออกมาเป็นสื่อที่ผู้ร่วมงานกันรับรู้เข้าใจได้ ซึ่งเป็นขั้นในรูปแบบพัฒนาวิชาชีพเสมือนให้นักศึกษาได้คุ้นเคยกับความคิดเพื่อปฏิบัติการกิจที่ได้รับมอบหมายที่คล้ายคลึงกับวิถีปฏิบัติของครูฝึกสอน (Thompson et al.2003 , Sahin.2003)สอดคล้องกับ โคห์เลอร์และมิชรา(Koehler ; and Mishra. 2008 : 3-20) ที่อธิบายถึงธรรมชาติกรอบแนวคิด TPACK มีความยืดหยุ่นสร้างสรรค์ครูให้เป็นนักออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้ “ Curriculum designers ” ในที่นี้คำว่าหลักสูตร (Curriculum) เป็นการสื่อถึงการจัดการเรียนรู้และประสบการณ์ที่จัดในห้องเรียนสู่ผู้เรียนก็ได้

นอกจากนี้ในขั้นการสะท้อนความคิด (Reflection) หรือขั้น “R” อาจมีส่วนทำให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมแนวคิดประมวลความรู้และตกผลึกแนวคิดซึ่งจะปรากฏรูปธรรมในการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ TPACK (Tearle ; & Golder.2008) สอดคล้องกับ คอสต้า (Costa.2001) อธิบายการสะท้อนคิดเป็นแนวทางของการรู้คิด (Metacognition)ซึ่งเป็นแนวคิดที่กำลังเติบโตกว้างขวางในวงการการศึกษา ทั่วไปแล้วการรู้คิดว่าด้วย การคิดเกี่ยวกับการคิด เป็นการทำ

บุคคลได้คิดว่าตนเองรู้อะไรและอะไรที่ตนเองต้องการรู้อีกเสมือนเป็นการทบทวนเชิงลึกในความคิดตนเองต่อประสบการณ์ที่ได้รับรู้

อีกหน่วยกิจกรรมที่ 2 ที่พัฒนา PCK ในหน่วยนี้กิจกรรมเป็นการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของตนเองโดยนักศึกษาคู่มือเข้าอบรม ซึ่งกำหนดให้นำแผนมาด้วย มาวิเคราะห์การเขียนแผนและการปรับแผนตามกรอบแนวคิด TPACK โดยเฉพาะเริ่มจากการวิเคราะห์การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตอบตัวชี้วัดในหลักสูตรที่เน้นการเขียนจุดประสงค์ที่สามารถวัดประเมินได้ และครบ 3 ด้าน คือความรู้ ทักษะ และเจตคติ ทั้งนี้ในด้านความรู้พยายามปรับการเขียนหรือกำหนดจุดประสงค์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงตามแนวคิดของ Bloom และควรเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สู่การออกแบบกิจกรรม และกำหนดหลักฐานการเรียนรู้เพื่อประเมิน ทั้งนี้ทั้งนี้กิจกรรมนี้ขับเคลื่อนด้วย I2CARE ซึ่งจากกิจกรรมนี้อาจมีส่วนทำให้คะแนนจากการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (TPACK-Concept) ของ PCK ด้านกำหนดวัตถุประสงค์มีค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยสูงถึง 90.00 ในช่วงระยะติดตามครั้งที่ 1 จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์แผนเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ICT แก้ปัญหาและยกระดับการสืบเสาะ สอดคล้องกับหลักการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK) ที่ เป็นความรู้ในการปรับเปลี่ยนข้อมูลเนื้อหาสู่ผู้เรียนที่ยอมรับในการประเมินและวิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ อันเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการออกแบบแผนการเรียนรู้ (Cochran et al., 1993; Gess-Newsome, 1999) และสอดคล้องกับ กอททัส (Goktas et al. 2008) และแอนเจลี และ วาแลนิเดส (Angeli ; & Valanides.2009) ที่สรุปว่า การวิเคราะห์แผนเป็น 1 ในการปฏิบัติที่สะท้อนความรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติตามแนวการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาคู่มือ

อีกประเด็นที่อาจส่งผลต่อการพัฒนา TPACK-concept และ TPACK-Action คือ การสอนเป็นแบบอย่าง “ Role model” ซึ่งผู้วิจัยทำการสอนทำหน้าที่เป็นผู้สอน โดยนักศึกษาคู่มือเข้าอบรมมีบทบาทเป็นนักเรียนปฏิบัติและร่วมกิจกรรมตามที่ได้ดำเนินการในชั้นตามที่คุณวิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด TPACK ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมเห็นภาพลักษณะตัวอย่างการสอนตามแนวคิด TPACK (Jang.2008) สอดคล้องกับ แอนเจลี และ วาแลนิเดส (Angeli ; & Valanides.2009) ที่ใช้แนวทางเพื่อเตรียมนักศึกษาคู่มือในการพัฒนาความสามารถด้าน TPACK โดยการให้ครูประจำการเป็นแบบอย่างการสอน (Role models) เพื่อส่งเสริมและช่วยให้นักศึกษาคู่มือไม่มีประสบการณ์หรือมีประสบการณ์สอนน้อยได้เห็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเป้าหมาย

นอกจากนี้ในการกำหนดตัวชี้วัด TPACK ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ที่ต้องการแนวคิดเพื่อปรับใช้ความรู้ได้ในบริบท และเป็นการพัฒนา แบบยั่งยืนในวิชาชีพ (Matherson ; Wilson ; & Wright. 2014 : 45) ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมในโปรแกรม I2CARE ตามบริบทความพร้อมด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีที่มีอยู่จริง ในชั้นเรียน ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ฉากรับภาพ 1 เครื่อง และเครื่องฉายภาพ 1 เครื่อง ในชั้นเรียน บทบาทของผู้สอน คือ เตรียมการเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน และปฏิบัติการสอน (Enact in classroom) สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั้นเรียนพร้อมกัน ซึ่งผู้สอนใช้ ICT ในลักษณะซอฟต์แวร์เป็นฐาน แสดงข้อมูลวิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องฉาย (data projector)และเน้นการขับเคลื่อนและสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญ ให้เกิดแก่ผู้เรียน ซึ่งบริบทความพร้อมด้านเทคโนโลยีของผู้เข้าร่วมอบรมมีข้อจำกัดเทคโนโลยีในชั้นเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ โอดแฮม (Oldham.2003 : 55-60) (Jimoyiannis.2010 : 603) สรุปแนวสำหรับการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนที่มีเงื่อนไขด้านอุปกรณ์เทคโนโลยี ผู้สอนต้องปฏิบัติและเตรียมการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน (Enact in classroom) และตระหนักถึงการใช้ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ต้องเน้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดของ บลูและเบล (Bull ; & Bell. 2008) เน้นแนวทางลักษณะการใช้ ICT ที่เทคโนโลยีจำกัดให้ เน้นใช้เทคโนโลยีด้านข้อมูลมาเปลี่ยนรูปเพื่อให้เห็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และเน้นกิจกรรมกระตุ้นการคิดขั้นสูงและเตรียมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ด้วยเหตุผลของแนวคิด และที่มาของรูปแบบและกิจกรรมในโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้าน TPACK จึงอาจทำให้ผลการใช้รูปแบบและโปรแกรมทำให้องค์ประกอบความรู้ของ TPACK เพิ่มขึ้นและอยู่ในระดับที่สมมติฐานยอมรับ และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทั้งด้านความรู้ในมนทัศน์และการปฏิบัติ

3. . ความคิดเห็นของนักศึกษาคูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

จากผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาคูต่อรูปแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) จากผลวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาคูต่อรูปแบบและโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนจริงที่คะแนนเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป อาจเป็นเพราะรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพประกอบด้วยกิจกรรมหลากหลาย กระตุ้นและดึงดูดนักศึกษา

ด้วยกลวิธีที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Jones. 2008 : 65 ; McDonald. 2010 : 23 ตามที่เคย์ (Kay. 2006 : 389) ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงจุดเด่นการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีความคล้ายคลึงกับบริบทในวิชาชีพ และเป็นประโยชน์ต่อยอดสามารถช่วยให้นักศึกษาครูและคณะได้ร่วมทำกิจกรรมในขอบเขตที่กำหนดให้บรรลุเป้าหมาย นอกจากนี้กิจกรรมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพส่งเสริมให้นักศึกษามีโอกาสแลกเปลี่ยน พูดคุยความคิดเห็นและแบ่งปันประสบการณ์จากการปฏิบัติการระหว่างนักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมทำให้เกิดความคุ้นเคยไว้วางใจ (Hu ; & Fyfe. 2010 ; Koh; & Divaharan. 2011) สอดคล้องกับ จางและเชน (Jang ; & Chen. 2010) ออกแบบหลักสูตรอบรมช่วงระยะและขั้นตอนให้แบ่งปันข้อมูล และประสบการณ์ที่ปะสบผู้อื่นในการอบรมด้วยเช่นกัน

4. ลักษณะการนำแนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ของนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

พบว่า นักศึกษาทั้งกลุ่ม TPACK สูงและต่ำ มีข้อบ่งชี้ที่แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดและพัฒนาทั้งความรู้และความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ICT ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ในภาพรวม อาจเป็นเพราะในระหว่างที่มีการติดตามการปฏิบัติสอนนักศึกษา ณ โรงเรียนเป็นการพบเป็นปฏิสัมพันธ์กันต่อคนโดยตรง แต่ละคนมีโอกาสได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมในรายละเอียดที่เฉพาะกับชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่แนะนำ (Guide) เสริมต่อความเข้าใจเมื่อนักศึกษาเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามหัวข้อที่ต้องสอนในชั้นเรียน ทำให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นและขยายความรู้ตามลำดับอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นโอกาสให้ผู้วิจัยตรวจสอบความคิดของนักศึกษาด้วย (Crawford. 2000) สอดคล้องกับ (Barak ; Nissim ; & Ben-Zvi. 2011) ที่อธิบายเทียบเคียงบทบาทผู้ติดตามดูการปฏิบัติการสอนเมื่อนบพบาทครู กล่าวคือขณะอยู่ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยการและต้องการความชัดเจนหรือโต้ตอบทันถ่วงทีในบทสนทนา ผู้สอนมีโอกาสแนะนำและเสริมต่อความรู้แก่ผู้เรียน คำแนะนำจากผู้สอนช่วยนำพาผู้เรียนข้ามผ่านเขตพื้นที่รอยต่อการเรียนรู้อันเป็นอุปสรรคของผู้เรียนได้เฉกเช่นเดียวกับนักศึกษาครูที่ได้รับคำแนะนำตรงประเด็นและช่วยให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น นอกจากนี้หลังจากการระบอบรมเมื่อมาปฏิบัติการสอนที่โรงเรียนนักศึกษาสามารถใช้คู่มือการอบรม ซึ่งภายในบรรจุแนวทาง กลวิธีการสอน การใช้ ICT การประเมิน และกลวิธีเรียกร้อง นำเข้าสู่บทเรียนต่างๆมากมาย ควบคุมการออกแบบและจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอยู่แล้ว ทำให้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ICT มีความก้าวหน้า เสมือนว่าเป็นเครื่องมือช่วยเสริมต่อความรู้ (Scaffold tools) (Alibali. 2006) สอดคล้อง

กับบริษั และคณะ (Brush et al. 2003) ที่อธิบายว่าการมีเครื่องมือเสริมต่อความรู้ช่วยนักศึกษาครูในการประยุกต์ใช้ความรู้เทคโนโลยีในสภาพจริงได้

นอกจากนี้สืบเนื่องมาจากผลจากการอบรมเชิงปฏิบัติการที่แนะนำเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อันเป็นธรรมชาติในการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนอยู่แล้ว โดยการเพิ่มบทบาทให้ผู้เรียนมีกลวิธีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ICT และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Science practice) ส่งเสริมการคิดขั้นสูง (Cavanagh ; & Koehler.2013 : 135) สอดคล้องกับ แม่อง และคณะ (Maeng ; & et al.2013) ศึกษารายละเอียดเพื่ออธิบายลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ยกระดับการใช้เทคโนโลยีและการพัฒนา TPACK ของนักศึกษาครู ที่พบว่า นักศึกษาใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้สอน ดังนี้ 1. ใช้เทคโนโลยีส่งเสริมการสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน และ 2. แสดงให้เห็นถึงการพัฒนา TPACK โดยการยกระดับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูลหลากหลาย สังเกตการณ์สอน แผนการจัดการเรียนรู้ สัมภาษณ์ และการสะท้อน พบลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของนักศึกษาครูในการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในการสืบเสาะหาความรู้

แต่เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมรายละเอียด พบว่า กลุ่มคะแนน TPACK ต่ำยังไม่ถึงขั้นการยกระดับการขยายความรู้ที่กำหนดเรื่องราว อาจเป็นเพราะกลุ่มคะแนนต่ำ มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการจัดกิจกรรมตามแนวการสืบเสาะอย่างจำกัด เทียบเคียงกับเฮมอร์ วันเอก และคณะ(2556) ที่พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้การกำหนดปัญหาในการสำรวจตรวจสอบขาดประเด็นสำคัญ และไม่เชื่อมโยงราบรื่นตามลักษณะการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงมักใช้ ICT ประกอบการอธิบายให้เห็นภาพซึ่งทำได้ง่ายกว่า เทียบเคียงกับงานวิจัยของบารักและคณะ (Barak ,Nissim & Ben-Zvi, 2011 : 318-319) ที่ตรวจสอบการรับรู้ครูและบทบาทครูในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าครูส่วนใหญ่ใช้ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้กลวิธีสอนแบบการมองภาพแทน เพราะใช้ง่ายและอธิบายจากครูสู่ผู้เรียนโดยตรง และมีครูเพียงส่วนน้อยใช้กลวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน (Inquiry-based Learning) ด้วยเพราะเข้าใจการสืบเสาะคลาดเคลื่อน และอีกประการหนึ่งคือ นักศึกษาคะแนน TPACK กลุ่มต่ำไม่ถนัดในการใช้เทคโนโลยีเท่าใดนักทำให้การออกแบบการจัดการเรียนรู้อยู่ในวงจำกัด ซึ่งความรู้เทคโนโลยีมีส่วนต่อนำเอา ICT มาใช้ในรูปแบบต่างๆในการสอนด้วย ตามที่ อเลียร์ ยาร์ และวูกต์ (Alayyar and Voogt. 2012 : 1298 – 1316) รายงานว่า ความรู้ในด้านเทคโนโลยีสัมพันธ์กับการนำICT ที่ใช้มาเป็นเครื่องมือเพื่อการสอนและสร้างสื่อการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการนำไปใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ด้าน TPACK เน้นเสริมสร้างความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ตามแนวทางการสืบเสาะที่เน้นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สำหรับสถาบันการผลิตครูที่ต้องการจะใช้รูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาคำรู้ความเข้าใจระดับแนวคิดและยกระดับความสามารถในการบูรณาการ ICT ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียน ทางหน่วยงานจะต้องศึกษาหลักการและบริบทเงื่อนไขเกี่ยวกับความพร้อมด้านอุปกรณ์เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการออกแบบการบูรณาการ ICT เสียก่อน

1.2 การกำหนดนิยามและระบุขอบเขตองค์ประกอบ TPACK ตามบริบทสภาพจริงอย่างชัดเจน เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมินความรู้และความสามารถ TPACK ของนักศึกษาครูให้สอดคล้องและสามารถวัดประเมินผลได้

1.3 การนำรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปใช้ ควรศึกษาธรรมชาติการเรียนรู้และตรวจสอบความรู้เดิมด้านการบูรณาการเทคโนโลยีของนักศึกษาครูก่อน หากพบว่าองค์ประกอบของ TPACK ในความรู้เชิงเดียว เช่น TK หรือ CK มีปัญหาต้องการแก้ไขเร่งด่วน สามารถกำหนดหน่วยกิจกรรมฝึกอบรมเพื่อแก้ไขความรู้เชิงเดียวนี้เพิ่มเติมได้และขับเคลื่อนด้วย I2CARE model ตามปกติ

1.4 ในหน่วยกิจกรรมที่ 2 PCK-2 กำหนดให้มีการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาครูเคยออกแบบไว้ ควรระบุให้นักศึกษานำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับเนื้อหาตามธรรมชาติ ชับซ้อน หรือไม่สามารถสังเกตได้ง่ายจึงจำเป็นต้องใช้ ICT

1.5 ในหน่วยกิจกรรมการฝึกอบรมที่ 5-6 การขับเคลื่อนกระบวนการ I2CARE model ควรเชิญผู้เชี่ยวชาญการสอนและมีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาร่วมแสดงความคิดเห็นชี้แนะ และให้คำแนะนำเพื่อการปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนในช่วงที่นักศึกษาครูสอน จุลภาคในแผนการจัดการเรียนที่ออกแบบ เพื่อให้นักศึกษาครูได้มีโอกาสเห็นมุมมองที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

1.6 ระหว่างการใช้รูปแบบและโปรแกรมเพื่อการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู ผู้จัดอบรมควรเปิดให้มีช่องทาง ในการสื่อสาร เช่น facebook google-classroom เป็นต้น เพื่อนำเสนอ แบ่งปัน และรายงานความเคลื่อนไหวต่างๆ โดยเฉพาะข้อมูลด้าน ICT เทคนิค/วิธีสอน และ วิธีการประเมินใหม่ๆ เพื่อเป็นเสมือนคลังให้นักศึกษาผู้เข้าร่วมอบรมได้มีแหล่งเรียนรู้และเป็นการสร้างสังคมการเรียนรู้ยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริม แนะนำ และสอนวิธีการสร้างเรื่องราว หรือกำหนดสถานการณ์ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพราะจากผลการศึกษาพบว่า หลายครั้งนักศึกษาสะท้อนหลังการสอนว่าไม่สามารถออกแบบเรื่องราว และกำหนดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และICT ในชั้นเรียนได้ โดยอาจใช้การเรียนรู้จากสถานการณ์ หรือ Situation Learning เข้ามาปรับใช้ด้วย

2.2 ควรเพิ่มกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาทักษะการตั้งคำถามขั้นสูง เพื่อให้นักศึกษาครูได้ พัฒนาการสร้างคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายและให้เหตุผลได้ ซึ่งคำถามที่เชื่อมโยงระหว่าง เหตุการณ์และข้อมูลจาก ICT ควรเป็นคำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูงทั้งคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าในผู้เรียน

2.3 ควรเพิ่มแนวคิดการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบย้อนกลับ (Backward Design) เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Learning Goals) หรือเริ่มจากการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcome) ที่ต้องการ อาจทำให้นักศึกษาครูเกิดความเข้าใจแนวคิด TPACK สู่การ ประยุกต์ใช้ยิ่งขึ้น เพราะจากการศึกษาเชิงลึกกับนักศึกษา TPACK กลุ่มสูง พบว่า กลุ่มนี้สามารถ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลการเรียนรู้ได้ตรงประเด็นมุ่งสู่ผลลัพธ์ที่ เกิดจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และใช้ข้อมูลจาก ICT อย่างมีความหมายในกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 ควรศึกษาการนำรูปแบบและโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความรู้ด้าน TPACK ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ ICT ในชั้นเรียน ไปใช้กับผู้เข้าร่วมอบรมซึ่งมี ทั้งนักศึกษาครูและครูพี่เลี้ยงร่วมกิจกรรมด้วยกัน เพื่อศึกษาแนวคิดและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้ง กรณีผู้มีประสบการณ์สอนอย่างครูพี่เลี้ยง และผู้ไม่มีประสบการณ์สอนมาก่อนอย่างนักศึกษาครู

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ศรีรักษา. (2553). *Reflection and Reflective Practice* ในการเรียนการสอนนักศึกษาแพทย์. ขอนแก่นเวชสาร. ปีที่ 34 กันยายน-ธันวาคม. หน้า 3-5
- กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2560). ATCI สนับสนุนความรู้ความเข้าใจด้านดิจิทัลแก่บุคลากร อบท. ร่วมสร้าง Smart City ท้องถิ่น. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2560. จาก <http://www.mdes.go.th/view/1/ข่าวกระทรวงฯ/ข่าวกระทรวง>
- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554). *กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 – 2563 ของประเทศไทย*. ฉบับได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี 22 มีนาคม 2554. กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2557, จาก <http://math.ipst.ac.th/wp-content/uploads/2015/PDF/Curriculum%202551.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2560, จาก [http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123\(2\).pdf](http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123(2).pdf)
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ ;และ วรณทิพา รอดแรงคำ.(2546?). *แนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ : การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน*. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 20(2).น.31-48
- ชาติรี ฝ่ายคำตา.(2555). *ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนครูวิทยาศาสตร์ : ประเด็นปัจจุบันที่ครูของครูวิทยาศาสตร์ควรทราบ*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 23(2). 2-17
- .(2551). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ Inquiry-Based Teaching and Learning*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน.33-43
- ชูศรี วงศ์รัตนะ.(2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 9.กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์

ดรักเกอร์ ,เอฟ. ปีเตอร์. (2554).*การจัดการความรู้*. แปลโดย ณัฐยา สิ้นตระการผล. กรุงเทพฯ : ส
เอเชียเพรส.

ทิตนา แหมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.
ครั้งที่ 16. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ และคณะ. (2544). *ความรู้สื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนา
หนังสือ. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

บุญชม ศรีสะอาด.(2540).*การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

ประพิณ ขอดแก้ว; แม้นมาศ ลีลสัตยกุล; และ วิภารัตน์ แสงจันทร์. (2012). "การ พัฒนา ครู
วิทยาศาสตร์ โดยใช้ รูป แบบ Prepare, Observe and Evaluate, and Product-Presentation
(POP)." *วารสาร ศึกษา ศาสตร์ มหาวิทยาลัย ทักษิณ (Journal of Education Thaksin
University) 12(2): 126-141.*

ผจญ โกจารย์ศรี.(2545).*การพัฒนาวิชาชีพครูโดยการร่วมมือกันจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*.
วิทยานิพนธ์ปริญญา กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน).ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย :
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัชรี ปิยภักดิ์. (2555). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. *วารสารครุศาสตร์สาร คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*. 6(2). 3

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. ปีที่ 33. ฉบับที่
2. เมษายน-มิถุนายน. น.49-55

เพียรทิพย์ ไรจนบุญญา. (2555). *โครงการสอนวิชาประวัติศาสตร์ไทยและวิชาพระพุทธศาสนา โดยใช้
ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)*. *วารสารครุศาสตร์สาร คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*. 6(2). 107

ลักขณา สิริวัฒน์.(2548).*การศึกษารายกรณี*.กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง.แฮ้าส์

ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก

วัฒนพร พัฒนภักดี.(2552).*การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสามัคคีธรรมด้านวิชาการสอนของ
คณาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยา
ศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วิริยะ ฤกษ์พาณิชย์. (2551). เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทำให้วิถีชีวิตคนในโลกเปลี่ยนแปลงไปมากมาย.

สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2556, จาก <http://blog.eduzones.com/wiriya/12548>

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. มูลนิธิ
สดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). ทฤษฎีการประเมิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรชัย พิศาลบุตร. (2556). การวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : PISA Thailand. (2552). ผลการประเมิน PISA
2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. 1-22

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2560, จาก
<http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/science.pdf>

สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น: สสวท. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2560, จาก
<http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf>

สิทธิศักดิ์ จินดาวงษ์. (2556). การศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนา การรับรู้
และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. ศรีนครินทรวิโรฒวิจัย
และพัฒนา. 5(9). 150

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2575. สำนักงานสภา
การศึกษา. กรุงเทพฯ.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). ตัวชี้วัดและ
สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กระทรวงศึกษาธิการ. 42-62

สำนักกิจการระหว่างประเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร , กระทรวง
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2550). แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
อาเซียน ปี 2558. พิมพ์ครั้งที่ 2

- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ.(2553). *การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล Digital
Literacy World-Class Standard School*.ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
กรุงเทพมหานคร. Pp 25-29
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อ
การศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2554-2556*.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2556). *การวิจัยและ
พัฒนาตัวชี้วัด ICT เพื่อการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2558). *รายงานผลการศึกษา สถานภาพการผลิตและพัฒนาครู
ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ.(2553). *เครื่องชี้การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศ
ไทยฉบับที่ 7*. กรุงเทพฯ : สำนักสถิติพยากรณ์
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2553). *การเปลี่ยนแปลงของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และพัฒนาสู่ “ครูมือ
อาชีพ”* สมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย.
สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
- สุพรรณิ ชาญประชุม. (2556). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21.ปีที่
42 ฉบับที่ 185. พฤศจิกายน-ธันวาคม.น.10-13*
- สุภาพ ทับทิมไทย.(2552).*ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ Andragogical Model* กับการปรับประยุกต์ใช้
ในองค์กร *ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ Andragogical Model* กับการปรับประยุกต์ใช้ในองค์กร.
สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2556. จาก
<http://coolworld2010.blogspot.com/2009/11/andragogical-model.html>
- สุวัฒน์ วัฒนวงษ์. (2547). *จิตวิทยาเพื่อการฝึกอบรมผู้ใหญ่*. (พิมพ์ครั้งที่ 2).กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553).
*การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล Digital Literacy World-Class Standard
School*. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพนักศึกษา สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.(2551). *กิจกรรม
นักศึกษากับการพัฒนาคุณภาพนิสิต*.กรุงเทพมหานคร

- ไสว พักขาวและคณะ .(2554). รายงานการวิจัย การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการติดตามสภาวะการใช้บัณฑิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- อมรา เขียวรักษา.(2548).การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เรื่องการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน สำหรับครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- อรรถัย ศักดิ์สูง. (2555). ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ของมัลคัม โนลส์. เข้าถึง 16 ตุลาคม 2556. จาก http://www.baanjommyut.com/library/theory_of_malcolm_knowles/
- อรรถพรณ์ โขมะสรานนท์. (2554). การจัดการฝึกอบรมและการสัมมนา. ภาควิชาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. พีเอส ปริ้นต์. หน้า 1- 127
- อุบล เลี้ยววาริณ. (2549). หลักสูตร ฝึกอบรมการวิจัยขั้นสูงแบบบูรณาการทางจิตพฤติกรรมศาสตร์ เล่ม 1 บทที่ 3. โครงการวิจัยแม่บท : การวิจัยและพัฒนาระบบพฤติกรรมไทย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 66 – 75
- เอมอร วันเอก, นฤมล ยุตาคม และธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์. (2556). ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์, 34(3), 456-470.
- Avalos, B. (2010). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over years. *Teaching and Teacher Education*. 27 :10-20
- Aaron. (-).Keynote , Seminar or Workshop ? *What's The Difference*. สื่ บ คั น จ า ก www.wakinguptolife.com เมื่อวันที่ 10 กันยายน 2556
- Abbitt,J.T.(2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education : A Review of Current Methods and Instruments. *Journal of Research on Technology in Education*. 43(4). Pp.281-300
- AFT. (2008). *Principles for Professional Development*. The United State of America. AFL-CIO
- Alayyar,G.M.,Fisser,P.;&Voogt,J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers : Support from blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*. 28(8) : 1298-1316

- Alsofyani. M.M. ; et al. (2012). A Preliminary Evaluation of Short Blended Online Training Workshop For TPACK Development Using Technology Acceptance Model. *TOJET : The Turkish Online Journal of Educational Technology* . 11(3). Pp. 20 – 32
- Anderson,R.D. (2002). Reforming science teaching? What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*. 13(1). pp. 1-12
- Angeli,C;&Valanides.(2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization,development, and assessment of ICT-TPCK : Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computer & Education*.52. : 154-168
- Ashe, D. ; & Bibi, S. (2011). *Unpacking TPACK and students' approaches to learning : Applying knowledge in pieces to Higher Education teaching and learning*. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, B. Cleland (Eds.) *Changing Demands. Changing Directions*. Proceeding ascilite Hobart 2011. pp 128-132
- Baran, E. , Chuang, H.H. and Thompson, A. (2011). TPACK : An Emerging Research and Development Tool for Teacher Educators. *TOJET : The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 10(4 October 2011) : 370-377
- Barak,M. ; Nissim,Y. ; & Ben-Zvi,D. (2011). *Aptness between Teaching Roles and Teaching Strategies in ICT-Integrated Science Lessons*. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*. IJELLO special series of Chais Conference 2011 best papers. 7. Pp.1-18
- Beebe, S.A. ; Mottet, T.P. ; and Roach, K.D. (2004). *Training and Development : Enhancing Communication and Leadership Skills*. *Pearson Education, Inc. Boston. United States of America*
- Bell,S.J. (2008).Design Thinking.american libraries. January-February.pp.44-49

- Bell,R.L.; Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30.
- Bingimlas, K.A. (2009). Barriers to the Successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments : A Review of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 5(3) : 235-245
- Bell,R.L. (2009). *Teaching the Nature of Science : Three Critical Questions*. Best Practices in Science Education. National Geographic
- Blazer, C. (2005). *Literature review on professional development for teachers*. Miami, FL : Miami-Dade County Public Schools.
- Bond,T. (2011). (Slide). Cbu Online. Blackboard.Inc.
- Botha,M.L. (2012). *Science Education in South Africa for The 21st century : Mutualism between knowledge domains*. SAJHE. 26(2). Pp. 1265-1279
- Brandesign.com.(2005).Design Thinking. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2556. จาก www.brandesign.com 609.490.9700
- Brindley,J.E. ; Walti,C.; & Blaschke,L.M. (2009). *Creating Effective Collaborative Learning Groups in an Online Environment*. International Review of Research in Open and Distance Learning. 10(3).pp.1-18
- Bringle, R. G., & Hatcher, J. A. (1996). Implementing service learning in higher education. *The Journal of Higher Education*, 67(2), 221-239.
- Brantley-Dias,L. ; & Ertmer,P.A. (2013). Goldilocks and TPACK : Is the Construct “ Just Right ? ”. *Journal of Research on Technology in Education*. 42(2). Pp. 103-128
- Brown,T.(2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*. June2008 . 85
- Bofil,L. (2013). *Constructivism and Collaboration Using Web 2.0 Technology*. *Journal of APPLIED LEARNING TECHNOLOGY*. 3(2).pp 31-37
- Bondi, J.C. and Wiles,J.W. (2011). *Curriculum Development : A Guide to Practice*. 8th Edition. Pearson Education. New Jersey.

- Bonk,C.J. ; & Cunningham, D.J. (2002?). *Searching for Learner-Centered, Constructivist, and Sociocultural Components of Collaborative Educational Learning Tools*.pp.25-50
- Bull,G. ; & Bell, L. (2009). TPACK : A Framework for the CITE Journal. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9(1) : 1-3
- Bunterm.T; et al. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937-1959.
- Byrne, E. ; C& Brodie, M. (2012). *Cross curricular teaching and learning in the secondary school*. New York: Routledge.
- Carmen, C.R. ; Gracia, A.O.R. ; and Barbara, U. (2003). *Organising and Running Workshops A practical guide for trainers. Cali. Colombia*.
- Campbell,T ; & Abd-Hamid,N.H. (2013). *Technology Use in Science Instruction (TUSI) : Aligning the Integration of Technology in Science Instruction I Ways Supportive of Science education Reform*. J Sci Educ Technol. 22. Pp. 572-588
- Cavanagh,R.F.; & Koehler,M.J. (2013). A Turn toward Specifying Validity Criteria in the Measurement of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*. 46(2). Pp. 129 – 148
- Cennamo,K.S. ; Ross, J.D. ; and Ertmer, P.A. (2010). *Technology Integration for Meaningful Classroom Use : A Standards-Based Approach*. Wadsworth Cengage Learning. The United States of America.
- Chen, C.H. (2008). Why do teachers not practice what they believe regarding technology integration ?. *Journal of educational research*. Vol.102. pp. 65-75
- Cheng, H.J. ; and Zhan, H.(2012). Examining Pre-service Teachers' Instructional Strategies for Technological Pedagogical Content Knowledge via Video-conferencing. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. 5(2).57-76
- Choate, J.S. , Enright, B.E. , Miller,L.J. , Poteet,J.A. , and Rakes, T.A. (1992).*Curriculum-Based Assessment and Programming*.2nd Edition. United States of America.

- CTAHR. (2012).An introduction to Design Thinking. *CTTAHR Aquaculture/Aquaponic Conference*.October 13, Windward Community College, Hale Akoakoa.
- Crawford,B.A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In *Handbook of research on science education. Volume II*. Lederman, N., & Abell, Sandra K. Pp.515-541. London: Routledge.
- Cross,K.P. (1981). *Adults as learners : Increasing participation and facilitating learning*. San Francisco : Jossey-Bass.
- Collins,H. (2013). *Design Thinking is Concerned With How Something May Be Rather Than Proving Something Must Be Or Showing How Something Actually is*. Feature Can Design Thinking Still Add Value?. DMI Summer. Pp. 35-39
- Costa, A. L. (Ed.) (2001). *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cochran, Kathryn F., James A. DeRuiter, and Richard A. King. "Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation." *Journal of teacher education* 44.4 (1993): 263-272.
- Cox,S.; & Graham,C.R.(2009). Diagramming TPACK in Practice : Using an Elaborated Model of TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge.*TechTrend*.September.53(5). 60-69
- Dass,P.M. ; & Yager,R.E. (2009). *Professional Development of Science Teachers : History of Reform and Contributions of the STS-Based Iowa Chautauqua Program*. Science Education Review. 8(3).pp.99-111
- Department of Economic and Social Affairs. (2011). *The Global Social Crisis Report on the World Social Situation 2011*. United Nations, New York.
- Diaz,V. ; Brown,M.; & Salmons,J. (2010).Unit 5: *Collaborative Teaching and Learning Strategies*. EDUCAUSE. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.pp.1-4

- Dillenbourg,P. (1999). *What do you mean by 'Collaborative Learning' ?*. In P. Dillenbourg (Ed) Collaborative-learning : Cognitive and Computational Approaches. Elsevier. Pp.1-16
- Doering,A. ; et al. (2009). *Using the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge Framework to Design Online Learning Environments and Professional Development*. 41(3). pp.319-346
- Dolasinski, M.J. (2004). *Training the trainer : performance-based training for today's workplace*. Pearson Education, Inc., *Upper Saddle River, New Jersey*. United States of America
- Dooly, M. (2008). *Constructing knowledge together. Exatract from Telecollaborative Language Learning*. A guidebook to moderating intercultural collaboration online. Pp.21-45
- Dorst,K. (2011?). *The nature of Design Thinking*. Interpreting Design Thinking. 131
- Doyle, H., & Reading, C., (2012). Building teacher educator TPACK : Developing leaders as a catalyst for change in ICT Education. In M. Brown, M. Hartnett & T. Stewart (Eds.), *Future challenges, sustainable futures. Proceedings ascillite Wellington 2012*. pp.272-282
- Edmunds, C. ; & et al. (1999). *The Ultimate Educator*. Excerpton from the NVAA specialized offering.
- Edward,F. (2013). *Quality Assessment by Science Teachers : Five Focus Areas*. Science Education International. 24(2). Pp.212-226
- Farrell,K. ; Devllin,M. ; & James, R. (2007). *Nine Principles Guiding Teaching and Learning*. *University of Melbourne*.
- Florida Center for Instructional Technology.(2011). *Technology Integration Matrix or TIM*. Retrieved May 30, 2015, from <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>
- Fierst,K. ; & et al.(2011). *Design Thinking for Educators*.1.pp.1-20

- Fosnot, C.T. (1996). Constructivism : A psychological theory of learning. In C. T. Fosnot (Ed),
Constructivism : Theory,perspectives, and practice. New York : Teachers
College Press.pp. 8-33
- Furjanic, S.W. ; and Trotman, L.A. (2000). Turning Training Into Learning How to Design
and Deliver Programs That Get Result. *AMACOM*. The United States of America
- Gajski, D. D., Abdi, S., Gerstlauer, A., & Schirner, G. (2009). *Embedded system design:
modeling, synthesis and verification*. Springer Science & Business Media.
- Gardner,A.L. and ; Gess-Newsome,J. (2011). *A PCK Rubric to Measure Teacher's
Knowledge of Inquiry-Based Instruction Using Three Data Sources*. NARST
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation.
In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3-17). Springer,
Dordrecht.Graham, C.R. (2011). Theoretical Considerations for understanding
technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computer &
Education*. 57(2011) : 1953-1960
- Gokhale,A.A. (1995). *Collaborative Learning Enhances Critical Thinking*. Journal of
Technology Education. 7(1).pp.22-30
- Gupta, A. ; & Kashiri, R. (2007). *Professional Development Workshops in Science Education
for Teacher Capacity Building*. Electronic Journal of Through Science. 6(1).
Pp.3-25
- Guzman,M.A. ; & Nussbaum,M. (2009). Teaching Competencies for Technology Integration
in the Classroom. *Journal of Computer Assisted Learning*. 25. Pp.453-469
- Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2009). Teaching science with technology: case studies of
science teachers' development of technology, pedagogy, and content
knowledge. *Contemp Issues Technol Teach Educ* 9 (1).
- Hakverdi-Can,M. ; & Dana,T.M. (2012). Exemplary Science Teachers' Use of Technology.
The Turkish Online Journal of Educational Technology.11(1).pp.94-112.

- Harris,J.; & Hofer,M. (2009). Instructional planning Activity Types as Vehicles for Curriculum-Based TPACK Development. *Research highlights in technology and teachers education*. : 99-108
- Harris, J., Mishra, P. and Koehler, M. (2009). Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. *Journal of Research on Technology in Education*. 41(4) : 393-416
- Hennessy,S. ; & et.al. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computer & Education*. 48.pp. 137-152
- Hong, J.C. ; Yu,K.C. ; & Chen, M.Y. (2011). *Collaborative Learning in technological project design*. Int J Tehnolo Des Educ. 21.pp.335-347
- Hu, C. and Fyfe, V. (2010). Impact of a new curriculum on pre-service teachers' Technical, Pedagogical and Content Knowledge. In C.H. Steel, M.J. Keppell, P. Gerbic & S.Housego (Eds.), *Curriculum, technology & transformation for an unknown future. Proceedings ascilite Sydney 2010* :185-189
- Hughes, P. (2004). Community-Based Academic Development for Academic Communities of Practice, paper presented at *SEDA Spring Conference* , Cardiff , March 29-31
- Iqbal, M.J. ; Kousar,N. ; & Ajmal, M. (2011). *Collaborative Learning : MYTH for Distance Learning ?*. International Journal of Academic Research. 3(4). Pp. 605-608
- Jabbarifar T. (2009). Ignorance of total quality management in higher education in the 21st century. *International Journal of Management & Information Systems* 13(2), 49-58.
- Jang, S.J. and Chen, K.C. (2010). From PCK to TPACK : Developing a Transformative Model for Pre-Service Science Teachers. *Journal Science Education Technology*. 19 : 553-564
- Jimoyannis, A. (2010) . Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computer & Education*.55(2011) : 1259-1269

Jimoyiannis, A. (2010). Developing a Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Science Education : Implications of a Teacher Trainers' Preparation Program. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)* : 597 – 607

Johansson,U. ; and Woodilla,J. (2009). Towards an Epistemological Merger of Design Thinking. In: 8th European Academy of Design Conference. 1-3 April 2009, The Robert Gordon University, Aberdeen, Scotland.

Jonathan, A. (2004). Integrating ICT and Other Technologies in Teacher Education : Trends, Issues and Guiding Principles. *Infotech Trends* : 33-35

Jones,A. ; & Moreland,A. (2003). Considering Pedagogical Content Knowledge in The Context of Research on Teaching : An Example From Technology. *Waikato Journal of Education*. 9. Pp 77- 89

Jones, M.M. (2008). Collaborative Partnerships : A model for Science Teacher Education and Professional Development. *Australian Journal of Teacher Education*. 33(3).pp.61-76

Jones,M.G.; and Leagon,M. (2014). Science Teacher Attitudes and Beliefs. In *Handbook of research on science education. Volume II*. Lederman, N., & Abell, Sandra K. Pp.830-847. London: Routledge.

Kafyulilo, A.C. (2012). The Relevance of Authentic Learning Activities in Developing Competency and Competency and Confidence of Integrating Technology in Teaching among Pre-Service Teachers in Tanzania. *The African Symposium : An online journal of the African Educational Research Network*. 12(1 June 2012) : 99-109

Katherine,S. ; John,D. ; & Peggy,A.E.(2010). *Technology Integration for Meaningful Classroom Use A Standards-Based Approach*. Wadsworth, Cengage Learning. USA .

Kainan, C.C.L. ; & Yang, C.C. (2010). *Evolution of Constructivism*. Contemporary Issues In Education Research. 3(4). Pp.63-66

- Kay, R.H. (2006). Evaluating Strategies Used To Incorporate Technology Into Preservice Education : A Review Of the Literature. *Journal of Research on Technology in Education* : Summer 2006.34 (4)
- Kayama,M.; & Okamoto,T. (2004). *Platform and Functional Model for Collaborative Learning*. Proceedings of the IASRTED International Conference WEB-BASED EDUCATION. Pp.6-11
- Kereluik, K., Mishra, P. & Koehler, M.J. (2011). On Learning to Subvert Signs : Literacy, Technology and the TPACK Framework. *The California Reader*.44(2) : 12-18
- Kim, M.C. ; & Hanafin, M.J. (2011). *Scaffolding problem solving in technology- enhanced learning environments(TELEs)* . Bridging research and theory with practice. Pp.403-417
- Kim, M.C. ; & Freemyer, S. (2011) .Technology Integration in Science Classrooms : Framework, Principles, and Example. *Educational Technology*. 51(1). pp 25-29
- Kim,M. ; Hannafin,M.J. ; & Bryan,L.A. (2007). *Technology-Enhanced Inquiry Tools in Science Education : An Emerging Pedagogical Framework for Classroom Practice*. Science Education. DOI 10. 1002/sce. Pp. 1010-1030
- Kimbell, L. (2009). Design Practices in Design Thinking. A version of this paper was accepted at the European Academy of Management, Liverpool. P.1-14
- Kindle,K.J. ; & Schmidt, M.C. (2011). *Developing Preservice-Teachers : A self-study of Instructor Scaffolding*. Reading Improvement is the property of Project Innovation. pp. 83-99
- King,K.(2000). The adult ESL experience : Facilitating perspective transformation in the classroom. *Adult Basic Education*. 10(2). Pp.69-89.
- Klingner, J.K. (2004). The Science of Professional Development. *Journal of Learning Disabilities*. 37(3).pp.248-255.
- Koehler, M.J. and Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge ?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9(1) : 60-70

- Koehler, M.J. ; and Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. In Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators. *The AACTE Committee on Innovation and Technology*. pp. 3–29. New York, NY : Routledge.
- Koh, J.H.L. and Sing, C.C. (2011). Modeling pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) perceptions : The influence of demographic factors and TPACK constructs. In G. Williams, P. Statham, N. Brown , B. Cleland (Eds.), *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011*. pp.735-746
- Koh, J.H.L. (2013). A rubric for assessing teachers' lesson activities with respect to TPACK for meaningful learning with ICT. *Australasian journal of Educational Technology*. 29(6).pp. 887-900
- Krajcik, J. (2002). The Value and Challenges of Using Learning Technologies to Support Students in Learning Science. *Research in Science Education*, 32(4), 411-414.
- Krajcik, J.S. ; and Mun, K. (2014). Promise and Challenges of Using Learning Technologies to Promote Student Learning of Science. In *Handbook of research on science education. Volume II*. Lederman, N., & Abell, Sandra K. Pp.337-360. London: Routledge.
- Lamb, A., & Teclehaimanot, B. (2005). A decade of WebQuests: A retrospective. *Educational media and technology yearbook*, 30, 81-101.
- Laugwitz, B. (2012). Design Thinking : Theory and Practice. *EUSSET Symposium*, 27-29 February. (Slide)
- Lee, Y.C. (2011). Enhancing pedagogical content Knowledge in a collaborative school-based professional development program for inquiry-based science teaching. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 12(2).
- Li, G., and Ni, X. (2010). Elementary In-Service Teachers' Beliefs and Uses of Technology in China : A Survey Study. *International Journal of Technology in Teaching & Learning*. 6(2) : 116-132

Lindberg,T ; Noweski,C ; and Meinel,C.(2010). Evolving discourses on design thinking: how design cognition inspires meta-disciplinary creative collaboration. *Technoetic Arts. A Journal of Speculative Research*. 8(1). Pp.31-37

Lin,T.C. ; & et al. (2013). *Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)*. *Journal Science Education Technology*. 22. Pp.325-336. DOI 10.1007/s10956-012-9396-6

Loucks-Horsley,S. ; & et.al. (2003). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. The 2nd Edition. California. The United States of America.

Lovell, R.B. (1984). *Adult Learning New Patterns of Learning*. Croom Helm

Luft,J.A.; and Hewson,P.W. (2014). Research on Teacher Professional Development Programs in Science. In *Handbook of research on science education. Volume II*. Lederman, N., & Abell, Sandra K. pp.889-909. London: Routledge.

Luka,I. (2014). Design Thinking in Pedagogy. *Journal of Education Culture and Society*. (2). Pp.63-74

Lux,N.J. ; & Whittier,D.B. (2011). The Development of an Instrument to Assess Preservice Teacher's Technological Pedagogical Content Knowledge. *J.Educational Computing Research*. 45(4).pp. 415-431

Marcelo,C. (2009). *Professional Development of teacher : past and future*. Sisifo. Educational Science Journal. 08. pp.5-20

Marsh, C.J. (1997). *Perspectives : Key Concepts for Understanding Curriculum 1. Great Britain*.

Mbodila , M. ; Kikunga , M. ; & Serote , M. (2014). *Factors Contributing to the Successful Implementation of Information and Communications technology in the Classroom*. The Asian Conference on Technology in the Classroom 2014. Official Conference Proceeding. Pp.67-75

- McCullagh, K. ; et al. (2010). Beyond Design Thinking : Pointers on stepping-up to a more strategic role. (Slide)
- Mecoli, S. (2013). *The Influence of the Pedagogical Content Knowledge Theoretical Framework on Research on Preservice Teacher Education*. Journal of Education. 193(3). Pp.21-27
- McDonald, S. P. (2008). Seeing the Science : Professional Pedagogical Vision for Instructional Leaders. *Catalyst for Change*. 35(2). Pp.12-18
- . (2010). *Using Video Analysis to Develop Beginning Teachers' Pedagogical Expertise in Science*. Invited Talk. University of Leeds, England
- Messina, L. ; & Tabone, S. (2012). Integrating technology into instructional practices focusing on teacher knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 46.pp. 1015-1027
- Metz, A. J. (2007). Why conduct a program evaluation? Five reasons why evaluation can help an out-of-school time program. *Retrieved March, 29, 2008*.
- Mikra, F. (2011). The Roles of Information Communication Technologies in Education Review Article with Emphasis to the Computer and Internet. *Ethiop. Journal Education & Science*. 6(2) : 1-16
- Ministry of Education. (2007). MOE Announcement : ICT Policies and Standards. Bangkok : *Office of MOE Secretary General*.
- Mishra , P. and Koehler , M. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge : A Framework for Teacher knowledge*. Teachers College Record 108(6) : 1029
- Mishra, P. ; Koehler, M. ; & Kereluik, K. (2009). *The Song Remains the Same : Looking Back to the Future of Education Technology*. TechTrends-Semtember/October. 53(5). pp.48-53
- Mizell, H. (2010). *Why professional development matters*. The United States of America.
- Mondy, R.W. ; Noe, R.M. ; and Premeaux, S.R. (1999). Human Resource Management. 7th Edition. *The United States of America*. Pp.256-294

- Mor,Y. ; & Mogilevsky,O. (2013). *The Learning design studio : collaborative design inquiry as teachers' professional development*. Researchin Learning Technology. V.21.pp.1-16
- Mosenson, A.B. ; and Johnson, J.M. (2008). Instructional Strategies and Resources : Exploring the Use of Technology. *Journal of Family Consumer Science Education*. 26 (*National Teacher Standards 3*) : 17-35
- Muller,R.M. ; & Thoring,K. (2011). *Understanding Design Thinking :A Process Model Based on Method Engineering*. International Conference on Engineering and Product Design Education. City University, London, UK. 8&9 September.pp.1-6
- National School Reform Faculty.(2006).*Guiding Principle 4 : Learning is a collaborative responsibility*.Wisconsin's Guiding Principles for Teaching and Learning.pp.12-15
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education : Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press, Washington
- Niess,M.L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology : Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education* 21. Pp 509 - 523
- Niess, M.L. (2011). Investigating TPACK : Knowledge Growth in Teacher with Techology. *Journal Educational Computing Research*. 44(3). pp.299-317
- Niess, M.L. ; Zee, E.H.V. ; & Gillow-Wiles, H. (2010). Knowledge Growth in Teaching Mathematics/Science with Speadsheets : Moving PCK to TPACK through Online Professional Development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. 27(2) . pp. 42-52
- Niwat Srisawasdi. (2012). The role of TPACK in physics classroom : case studies of preservice physics teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 46. Pp. 3235 -3243
- Noe, R.A. (2005). Employee Training and Development. 3rd Edition. *McGraw-Hill/Irwin*. New York. United States of America

- NSTA. (2012). *Professional Development, NSTA Standards for Science Teacher Preparation*. Retrieved September 28, 2013, from www.nsta.org/preservice
- Razzouk,R. and Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important ? *Review of Educational Research*. 82(3). Pp .330-340
- Reiser,B.J. (2004). Scaffolding Complex Learning : The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work. *The Journal of The Learning Science*. 13(3).pp. 273-304
- Reynold,K.E. ; and Barba, R.H. (1996). *Technology For The Teaching And Learning Of Science*. Allyn & Bacon. The United States of America.
- OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments*. OECD publications
- OECD/UNESCO. (2016). *Education in Thailand : An OECD-UNESCO Perspective, Reviews of National Policies for Education*. OECD Publishing. Paris
- Oldham,V. (2003). *Effective use of ICT in secondary science : guidelines and case studies*. *School Science Review*. June. 84(309). Pp : 53-60
- Ornstein, A.C. ; and Hunkins, F.P. (2013).*Curriculum Foundations, Principles , and Issues*. 6th Edition. Edwards Brothers. Pearson Education. United States of America.
- Osborne,J. (2014). Scientific Practices and inquiry in the Science Classroom. In *Handbook of research on science education. Volume II*. Lederman, N., & Abell, Sandra K. Pp.579-599. London: Routledge.
- Ozgun-Koca, S.A. , Meagher, M. and Edward, M.T. (2009). Preservice Teachers' Emerging TPACK in a Technology-Rich Methods Class. *The Mathematics Educator*. 19(2) : 10-20
- Papert,S. (1996). *Children , Computer , and Powerful Ideas*. 2nd. New York : Harper Collins Publishers.
- Park,S. ; & Oliver,J.S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK) : PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Res Sci Educ*. 38. pp.261-284

Passmore,C. ; Stewart,J. ; & Cartier,J. (2009). Model-Based Inquiry and School Science:
Creating Connections. *School Science and Mathematics*. 109 (7). Pp. 394-402

Piaget,J.(1972).Intellectual Evolution from adolescence to adulthood. *Human development*.
15 :1-12

Posey,L. ; & Lyons. (2011). *The Instructional Design of Online Collaborative Learning*.
Journal of Education Reseach. 5(3/4).pp.367-376

Ray, B. (2012). Design Thinking : Lessons for the Classroom. Retrieved from : [http : //](http://www.edutopia.org/blog/design-thinking-betty-ray)
www.edutopia.org/blog/design-thinking-betty-ray

Razzouk, R. ; and Shute,V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important ?.
Review of Educational Research. 82(3). Pp 330-348

Roberts, T.S. (2005). *Computer-supported collaborative learning in higher education*.
Information Management. 18(1/2). Pp.1-11

Sahin,M.C.(2009). *Instructional design principles for 21st century learning skills*. *Procedia*
Social and Behavioral Science. 1. pp.1464-1468

Santagata,R. ; Zannoni,C. ; & Stigler,J.W. (2007).The role of lesson analysis in pre-service
teacher education : an empirical investigation of teacher learning from a virtual
video-based field experience. *J Math Teacher Edu*. 10. 123-140

Shing'C.L. ; Saat,R.M. ; & Loke,H.L. (2015). *The Knowledge of Teaching--Pedagogical*
Content Knowledge (PCK). *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*. 3.(3).
Pp : 40-55

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational*
researcher, 15(2), 4-14.

Shulman, L. (1986). The Paradigms and Research Programs in the Study of
Teaching. *Handbook of research on teaching*, 3-36.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching : Foundations of the new reform. *Harvard*
Educational Review. 57(1). Pp.1-22.

Shute,V. ;& Razzouk,R. (2012).What is Design Thinking and Why is it important ? . Review of
Education Research.82(3).pp.330-348

- Silberman, M. ; and Auerbach, C. (1998). *Active Training A Handbook of Techniques , Designs , Case Examples , and Tips*. 2nd Edition. The United States of America.
- Silver-Pacuilla,H.(2003). Transgressing transformation theory.52nd *National Reading Conference Yearbook*. 256-368
- So, H.J. and Kim, B. (2009). Learning about problem based learning : Student teachers integrating technology,pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of Education Technology*. 25(1) : 101-116
- Sparhawk, S. (1995). *Identifying Targeted Training Needs*. *The United States of America*.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development Theory and Practice*. Harcourt, Brace & World. United States of America.
- Taber,K.S. (2011). *Constructivism as Educational Theory : Contingency in Learning and Optimally Guided Instruction*. Nova Science Publish Inc. pp39-61
- Tan,C. ; and Wong, Y.L. (2012). Promoting Spiritual Ideals Through Design Thinking in Public Schools. *International Journal of Children's Spirituality*. 17(1). Pp.25-37
- Tai,C.C. ; & Chai,C.S. (2012). The “third” –order barrier for technology-integration instruction : Implication for teacher education. *Australasian Journal of Educational Technology*.28(Special issue 6).pp.1057-1060
- Tasar,M.F. ; and Timur, B. (-). Developing Technological Pedagogical Content Knowledge in Pre-service Teachers Through Microteaching Via Inquiry Based Interactive Physics Computer Animations. *This study was financed by 7th Framework of European Union Research Projects EC contract GA 234870 S-TEAM (Science Teacher Education Adavanced Methods)*.
- Taylor,E.(2000). Analyzing research on transformative learning theory.In J.Mezirow & Associates. *Learning s transformation*.285-328. San Francisco : Jossey-bass
- Thanompom Laohajaratsang. (-). *e-Education in Thailand : Equity , Quality and Sensitivity for Learners and Teachers*.
- Thompson, Ann D. (2008). *Breaking News : TPCK Become TPACK!*. *Journal of Computing in Teacher Education*. 24(2) .38.

- The Metiri Group.(2009). *The Impact of Collaborative , Scaffolded Learning in K-12 Schools : A Meta-Analysis*.Cisco Systems. Inc. pp.1-19
- Trautmann, N.M. ; & MaKinster, J.G. (2010). Flexibly Adaptive Professional Development in Support of Techning Science with Geospatial Technolgy. *Journal Science Teacher Education*. 21. pp.351-370
- Tomei,L.A. (2005). *Taxonomy For The Technology Domain*. Idea Group Inc. United States of America.
- Tondeur,J. ; et al. (2011). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education : A Synthesis of qualitative evidence. *Computer & Education*. : 1-11
- Turiman,P. el al. (2012). *Fostering the 21st Century skills through Scientific Literacy and Science Process Skills*. Procedia-Social and Behavioral Science 59.pp.110-116
- UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.(2004). Integrating ICTs into Education : Lessonslarned (A Collective Case Study of Six Asian Counties : Indonesia , Malaysia , Philipines , Singapore , South Korea , Thailand). *UNESCO Asia and Pacific Regional Bureau for Education*. 1-128
- UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.(2008). *ICT in Teacher Education : Case Studies from the Asia-Pacific Region*. 1-130
- University Teaching Service.(1997). *Collaborative Learning Activities. The University of Manitoba*. Winnipeg,MB.pp.1-4
- Waitayangkoon,T. (2007).ICT for Professional Development of Teachers in Thailand: The Lead-Teacher Model. In *ICT in Teacher Education : Case Studies from Asia-Pacific Region*. UNESCO Bangkok. p.110
- Wellington, J., & Ireson, Gren. (2012). *Science learning, science teaching* (3rd Ed.). Milton Park, Abingdon, Oxon; New York: Routledge.
- Weimer,G. ; Hall, T. (2009). *TPCK : A Revision of the Technology Course for Teachers*. ASCUE Proceeding. pp.162-168

- West, R. E., & Graham, C. R. (2007). Benefits and challenges of using live modeling to help preservice teachers transfer technology integration principles. *Journal of Computing in Teacher Education*, 23(4), 131-141.
- Wetzel, K. ; and Marshall, S. (2011). TPACK Goes to Sixth Grade : Lesson From a Middle School Teacher in a High-Technology-Access Classroom. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. 28(2). pp. 73 - 81
- Wilde,V.L. ; and Mattila, A.V. (1995). *How to design and carry out participatory training workshops*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations .
- Wood, D. ; Bruner,J. ; & Ross, G. (1976). *The role of tutoring in problem solving*. *Journal of child Psychology and Psychiatry*. 17(2) : 89 -100
- Xiao,L. (2013). *The effect of a shared free from rationale space in collaborative learning activities*. *The Journal of System and Software*. 86. Pp.1727-1737
- Yeh, Y.F. ; & et al. (2015). *Science Teachers' Proficiency Levels and Patterns of TPACK in a Practical Context*. *Journal Science Education Technology*. 24. Pp : 78-90
- Yurdakul, I.K. ; et al.(2012). The development, validity and reliability of TPACK-deep : A technological pedagogical content knowledge scale. *Computer & Education*. 58. pp 964-977
- Zais, R.S. (1976). *Curriculum Principles and Foundation*. New York. The United States of America
- Ziden, A.A. ; et al. (2011).*The Effects of ICT Use in Teaching and Learning on Students' Achievement in Science Subject in a Primary School in Malaysia*. *Malaysia Journal of Distance Education* 13(2). Pp. 19—32
- Zinyahs, M.Z. (2012). ICT Integration in Science Education in The 21st Century : Obstacles and Advantages. *Global Voice of Educators*. 1(1 June 2012) : 1-6

ภาคผนวก



ภาค ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ รศ.ดร. สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ รศ.ดร. ชาทรี ฝ่ายคำตา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ ดร.สุทธิดา จำรัส
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน คือ ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านหรรษณาการเทคโนโลยีในการจัดการศึกษา คือ ผศ.ชาตรี เกิดธรรม
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
6. ผู้เชี่ยวชาญด้านนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ คือ ดร. สมปราวณ วงษ์บุญหนัก
คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

- ตาราง ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง ผลความสอดคล้องโปรแกรมการประเมินความสอดคล้องของแผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการกับรูปแบบการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง แสดงคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจความเข้าใจ Concept of TPACK ก่อนและหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ

ตาราง ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 1 PCK--1		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินกิจกรรม	1	1	1	0	0	0.6	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินกิจกรรม	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 2 PCK-2		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินกิจกรรม	1	1	1	0	0	0.6	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินกิจกรรม	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 3 TCK,TPK		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	0	1	1	0.6	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	1	1	1	0	0	0.6	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 4 TPACK-1		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	1	1	1	0	0	0.6	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 5 TPACK-2		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	1	1	1	0	0	0.6	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ประเด็นประเมิน :		ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
แผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 6 TPACK-3		1	2	3	4	5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของแผน	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
5	การวัดการประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
6	การวัดการประเมินผลสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
7	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6	สอดคล้อง
8	กระบวนการดำเนินการกิจกรรมสอดคล้องกับนักศึกษาครู	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินการกิจกรรม		1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตาราง ผลความสอดคล้องโปรแกรมการประเมินความสอดคล้องของแผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการกับรูปแบบการพัฒนา TPACK สำหรับนักศึกษาครู โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	ประเด็นประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1	แนวคิดของกิจกรรมเชิงปฏิบัติการสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนา TPACK	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	เนื้อหาแผนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนา TPACK	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	กระบวนการการดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนา TPACK	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
4	การวัดการประเมินสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนา TPACK	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
5	สื่อ / อุปกรณ์ / ใบความรู้ / ใบกิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนา TPACK	1	0	1	0	1	0.8	สอดคล้อง

ตาราง คะแนนจากแบบวัดความเข้าใจความเข้าใจ Concept of TPACK ก่อนและหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair1 pretest TCK	1.9000	10	.99443	.31447
posttest TCK	3.7000	10	.48305	.15275
Pair2 pretest TPK	2.0000	10	1.3333	.42164
posttest TPK	3.1000	10	.87560	.27689
Pair3 pretest PCK	6.0000	10	2.66667	.84327
posttest PCK	10.6000	10	1.71270	.54160
Pair4 pretest TPACK	7.4000	10	2.11870	.66999
posttest TPACK	10.9000	10	3.34830	1.05883

Paired Samples Test

	Paired Difference							
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 pretest TCK-posttest TCK	-1.80000	.91894	.29059	-2.45737	-1.14263	-6.194	9	.000
Pair 2 pretest TPK-posttest TPK	-1.10000	1.19722	.37859	-1.95644	-.24356	-2.905	9	.017
Pair 3 pretest PCK-posttest PCK	-4.60000	1.83787	.58119	-5.91474	-3.28526	-7.915	9	.000
Pair 4 pretest TPACK-posttest TPACK	-3.50000	1.58114	.50000	-4.63108	-2.36892	-7.000	9	.000

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือสำหรับงานวิจัย

และ

ภาพบรรยากาศบางส่วนของกิจกรรมในโปรแกรมการการอบรมเชิงปฏิบัติการและการ
สอนในชั้นเรียนของนักศึกษาครู

ตารางกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ

โปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการด้านความรู้ความสามารถวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์

ระยะเวลา 4 วัน จำนวน 30 ชั่วโมง

วันที่ 1

เวลา	กิจกรรม
08.00 - 08.15 น.	ลงทะเบียน
08.15 - 08.30 น.	เปิดงาน กล่าวต้อนรับ และชี้แจงรายละเอียดที่มาของโปรแกรมฯ และประโยชน์ของการร่วมโปรแกรม โดย น.ส. ศิริประภา ศรีสุพรรณ ผู้ดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
08.30 - 09.30 น.	ทำแบบทดสอบวัด TPACK ก่อนการฝึกอบรม
09.30 - 12.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1)
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 16.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 1 รู้แนวเนื้อหา(PCK-1) (ต่อ)
16.00 - 17.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2)
17.00	เดินทางกลับ

วันที่ 2

เวลา	กิจกรรม
08.30 - 12.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 2 สรรหาจัดวาง (PCK-2) (ต่อ)
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 16.30 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 3 รู้ทางเทคโนโลยี (TCK , TPK)
16.30	เดินทางกลับ

วันที่ 3

เวลา	กิจกรรม
09.00 – 12.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 4 วิธีปรับแผน (TPACK-1)
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 16.30 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 5 ออกแบบฝึกฝน (TPACK-2)
16.30 น.	เดินทางกลับ

วันที่ 4

เวลา	กิจกรรม
08.30 – 12.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 6 ขึ้นชมผลงาน (TPACK-3)
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.00 น.	หน่วยกิจกรรมที่ 6 ขึ้นชมผลงาน (TPACK-3) (ต่อ)
15.00 - 16.00 น	ทำแบบทดสอบวัด TPACK ก่อนการฝึกอบรม
16.00 น	เดินทางกลับ

กระบวนการฝึกอบรมตามโปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

โปรแกรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีหลักการ ดังนี้

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมที่ส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทำกิจกรรมกลุ่ม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
3. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้นำความรู้ไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

โปรแกรมการฝึกอบรม

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อส่งเสริมและพัฒนาวิชาชีพครูด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ในมโนทัศน์ (TPACK-Concept) และการปฏิบัติ

(TPACK– Action) เป็นแนวทางปฏิบัติในการนำความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่ได้ไปออกแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม รู้จักเลือกใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ ให้เป็นผู้อำนวยความสะดวก ด้านการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยการนำไปปฏิบัติให้ได้จริงในวิชาชีพครู ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ ในการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้และสร้างโอกาสที่ดีแก่นักเรียนต่อไป ทั้งนี้การบูรณาการเทคโนโลยี ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ต้องจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเองของผู้เรียนโดยมีเทคโนโลยีที่ทำหน้าที่กระตุ้น (Engage) ยกระดับ (Enhance) และขยาย (Extend) การเรียนรู้ คำนึงถึงความพร้อมด้านอุปกรณ์ตามบริบทห้องเรียนจริง ขณะเดียวกันผู้เรียนก็ทำ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ให้ความสนใจและมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม และผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สู่ ชีวิตประจำวัน ซึ่งโปรแกรมนี้มีแนวคิดสนับสนุนครูผู้สอน เป็นนักออกแบบหลักสูตรเพื่อจัดการเรียนรู้ (Curriculum Designers) (Koehler & Mishra.2008 : 3) กรอบแนวคิดนี้ เหมาะกับครูที่จำเป็นต้องสอน ตามเนื้อหาของหลักสูตร โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาเน้นความรู้ในเนื้อหา หลักการและทฤษฎี และ ต้องการบูรณาการทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชา วิธีการสอน และไอซีทีเข้าด้วยกันอย่างลงตัว ภายใต้บริบท เดียวกัน จึงเป็นที่มาของกิจกรรมในโปรแกรมการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาครูเป็นนักออกแบบการ จัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (Designer for TPACK) โดยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. อธิบายความหมายความรู้-ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
2. อธิบายลักษณะองค์ประกอบความรู้-ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี
4. ตระหนักถึงองค์ประกอบในการออกแบบกิจกรรมและจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการ เทคโนโลยีในชั้นเรียนอย่างเหมาะสม

กิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 1 (Unit1: PCK-1) รู้แนวแพชชั่น...รู้แนวเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1. ชื่อกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ “ รู้แนวแพชชั่น...รู้แนวเนื้อหาวิทยาศาสตร์”
2. ระยะเวลา
3. แนวคิดกิจกรรม

กิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ 1 “ รู้แนวแพชชั่น...รู้แนวเนื้อหาวิทยาศาสตร์” เป็นกิจกรรมเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจในลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นแนวทางช่วยให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ โปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติการนี้มีแกนหลัก(Theme) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นนักออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (Designer for TPACK)

4. เนื้อหา

- 4.1 มโนทัศน์ตามธรรมชาติ (Naturalistic concept)
- 4.2 กฎ (Law)
- 4.3 ทฤษฎี (Theory)

5. จุดประสงค์

- 5.1 วิเคราะห์ลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์
- 5.2 อธิบายแนวความคิดการจัดกิจกรรมตามลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์

6. กระบวนการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบ I2CARE

6.1 นำเข้าสู่มนทัศน์ (Introduction)

- 1.) วิทยากรสำรวจความรู้เดิมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยการยกตัวอย่างหัวเรื่องจากหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พร้อมทั้งระบุนายละเอียดของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ 1.1) สิ่งมีชีวิต 1.2) แรงที่กระทำต่อวัตถุ และ 1.3) ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ
- 2.) ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเขียนอธิบายแนวความคิดจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 เรื่องลงในกิจกรรม สิ่งที่ทำนรู้ ณ ตอนนี ในคู่มือการฝึกอบรม ใหเวลาในการเขียน 15 นาที

- 3.) วิทยากรสัมภาษณ์ผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแนวความคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 เรื่อง โดยสอบถามแนวความคิดจัดกิจกรรมทีละ 1 เรื่อง พร้อมทั้งรับฟังแนวคิดที่แตกต่างจากผู้เข้ารับการอบรมท่านอื่น ให้ได้ข้อสรุปในประเด็นแต่ละเรื่อง ตามลำดับจนครบทั้ง 3 เรื่อง
- 4.) วิทยากรแนะนำให้เห็นว่าแนวความคิดจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาเดียวกันก็มีความแตกต่างกันในแต่ละคน แล้วการสอนหรือกิจกรรมแบบใดเหมาะกับเนื้อหาแบบใด ก่อนนำเข้าสู่กิจกรรมตรวจสอบเนื้อหาเพื่อให้เข้าใจลักษณะธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และในฐานะครูผู้สอนจะออกแบบแนวกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์

6.2 สร้างให้เข้าใจ (Comprehension)

- 1) ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มๆละ 3-4 คน
- 2) แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมชุด “เนื้อหาแบบนี้จะสอนแบบไหน” ซึ่งรายละเอียดในกิจกรรมจะข้อความอธิบายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3 เรื่อง ได้แก่ 1.1 พิสูจน์สารใหม่ ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมี 1.2 ทวิพิสัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาเรื่องบรรยากาศ 1.3 เอสเอ็มอี อีเอ็มเอส ซึ่งเป็นส่วนเนื้อหาเรื่องปฏิสัมพันธ์ของ โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ มีอุปกรณ์การทดลองให้
- 3) แต่ละกลุ่มเติมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมลงในกระดานที่จัดเตรียมไว้
- 4) วิทยากรสัมภาษณ์แต่ละกลุ่ม ในคำถาม 3 ข้อ คือ
 - 3.1) ลักษณะเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่ในแต่ละเรื่องเป็นอย่างไร
 - 3.2) กิจกรรมแต่ละเรื่องศึกษาอะไร และมีลักษณะกิจกรรมเป็นอย่างไร
 - 3.3) ท่านจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดเพื่อการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์แต่ละเรื่อง เพราะเหตุใด
- 4) วิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรมร่วมกันสรุปลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์

6.3 ปรึกษาหารือและร่วมมือออกแบบ (CD : Consultation and Designing)

6.3.1 ปรึกษาหารือ (C : Consultation)

- 1) ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ โดยแบ่งกลุ่มตามระดับชั้นที่ตนเองสอน คือ กลุ่มที่สอน ม.1 ม.2 และ ม.3 ตามลำดับ แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันปรึกษาหารือถึงปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เคยประสบในด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจ จนทำให้การเรียนรู้ไม่ราบรื่นและล่าช้า หรือนักเรียนเกิดความย่อท้อในการเรียนจัดเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ อีกทั้งส่งผลต่อคะแนนสอบและคะแนนจากแบบฝึกหัดต่างๆ แล้วเขียนสรุป ดังนี้

1.1 หัวข้อหรือเรื่องในเนื้อหาที่เป็นปัญหา

1.2 ลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ณ ขณะนั้น

1.4 แนวทางการแก้ปัญหา ณ ขณะนั้น

2) แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปจากการเสวนาตามหัวข้อ

6.3.2 ร่วมมือออกแบบ (D : Designing)

- 1) ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งกลุ่มใหม่ให้สมาชิกในกลุ่มมีผู้สอนในระดับ ม.1-3 ในกลุ่มเดียวกัน จำนวน 4 กลุ่ม ทำใบกิจกรรมชุด “เมื่อเข้าใจ...นำไปออกแบบ” ..โดยวิทยากรกำหนดเรื่อง สารการเรียนรู้ และเงื่อนไข จำนวน 2 เรื่อง
- 2) แต่ละกลุ่มได้รับทราบรายละเอียดในใบกิจกรรม แล้วร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นและเขียนแนวทางในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาลงในใบกิจกรรม “ตอนที่ 1 ออกแบบ...เมื่อเห็นเรื่องราว” ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกอบรมยังไม่ได้เห็นอุปกรณ์ที่กำหนดให้ออกแบบ ดังนี้

- เรื่องที่ 1

- ชื่อเรื่อง : เอลนีโญลานีญา (ลมฟ้าอากาศ)
- สารการเรียนรู้ : สภาพลมฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงบนโลกทำให้เกิดพายุปรากฏการณ์เอลนีโญลานีญา ซึ่งส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- ตัวชี้วัด : นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดและผลของเอลนีโญลานีญาต่อลมฟ้าอากาศได้
- เงื่อนไข : ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด

- เรื่องที่ 2

- ชื่อเรื่อง : แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา (แรงและการเคลื่อนที่)
- สารการเรียนรู้ : วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ทุกแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาไปใช้อธิบาย เช่น การชักเย่อ การจุดธนูไฟ

- ตัวชี้วัด : ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- เงื่อนไข : ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด

- 3) วิทยากรให้อุปกรณ์ประกอบการออกแบบกิจกรรมแก่ทุกกลุ่ม และให้เวลาแต่ละกลุ่มออกแบบกิจกรรมตามอุปกรณ์ที่มีให้ และเขียนการออกแบบกิจกรรมลงในใบกิจกรรม “ตอนที่ 2 ออกแบบ...เมื่อกำหนดอุปกรณ์มาให้”

6.4 แลกเปลี่ยนเรียนวิเคราะห์ (Analysis : A)

- 1) ให้ผู้เข้ารับการอบรมทั้ง 4 กลุ่ม จับคู่กันจะได้ 2 กลุ่มใหญ่ สมาชิกทั้ง 2 กลุ่มระดมสมองร่วมกันวิเคราะห์จุดเหมือนและจุดต่างๆ ของกิจกรรมที่ออกแบบ เพื่อเป็นข้อสรุปร่วมกันในการปรับหรือแก้ไขให้การออกแบบมาจากข้อคิดเห็นที่ร่วมกันของทั้ง 2 กลุ่ม และเขียนข้อสรุปให้ชัดเจนบนกระดาษพู่กันในแต่ละประเด็นที่ปรับแก้ สุดท้ายจะได้เป็นผลงานการออกแบบร่วมกันของทั้ง 2 กลุ่ม
- 2) นำเสนอผลการออกแบบ ซึ่งในขั้นนี้จะมีการนำเสนอ 2 กลุ่ม ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มอื่นและวิทยากรรับฟังการนำเสนอ และร่วมแสดงความคิดเห็นต่อการออกแบบในครั้งนี้
- 3) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวิทยากรร่วมกันสรุปแนวคิดใน 2 ประเด็นหลัก คือ
 - 3.1 เรื่องที่ 1 และ 2 มีลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาอย่างไร
 - 3.2 ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาอย่างไร
 - 3.3 ประเด็นอื่นที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบกิจกรรม

6.5 สะท้อนคิดพินิจตน (Reflection : R)

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละท่านทบทวนกิจกรรมทุกอย่างที่เกิดขึ้น โดยตอบคำถามต่อไปนี้กับตนเอง แล้วเขียนเป็นบรรยายลงในคู่มือกิจกรรมการอบรม ซึ่งคำถาม ดังต่อไปนี้

- 1) กิจกรรมใดที่ท่านเคยมีประสบการณ์มาแล้วบ้าง
- 2) ข้อความที่ท่านได้รับ และคาดว่าจะนำไปใช้พัฒนาวิชาชีพครูในอนาคต มีหรือไม่อย่างไร
- 3) ความคิดเห็นท่านที่มีต่อกิจกรรมอย่างไร

6.6 ประเมินการเรียนรู้ (Evaluation : E)

ตอบคำถามต่อไปนี้ โดยการเขียนอธิบายให้ละเอียดลงในกระดาษคำตอบ

“ การเข้าใจลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญหรือไม่ และส่งผลต่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของท่านอย่างไร ”

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. วิเคราะห์ ลักษณะ ธรรมชาติของ เนื้อหา วิทยาศาสตร์	ใบกิจกรรม “ตอนที่ 1 ออกแบบ... เมื่อเห็นเรื่องราว” “ตอนที่ 2 ออกแบบ... เมื่อกำหนดอุปกรณ์มา ให้”	ตอนที่ 1 1 = ระบุจุดประสงค์ รายละเอียดกิจกรรม ไม่สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติเนื้อหา 2 = ระบุจุดประสงค์ รายละเอียดกิจกรรม สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติเนื้อหา ตอนที่ 2 1 = ออกแบบใช้อุปกรณ์ในกิจกรรม ตาราง บันทึกผล 2 = ออกแบบใช้อุปกรณ์ในกิจกรรม ตาราง บันทึก และมีคำถามตรวจสอบความเข้าใจ
2. อธิบายแนวคิด การจัดกิจกรรม ตามลักษณะ ธรรมชาติของ เนื้อหา วิทยาศาสตร์	กระดาษคำตอบจาก คำถาม “ การเข้าใจลักษณะ ธรรมชาติของเนื้อหา วิทยาศาสตร์ มี ความสำคัญและส่งผล ต่อการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ใน ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ของท่านอย่างไร”	0 = ไม่ตอบ 1= ตอบไม่ครบคำถาม 2= คำตอบ มี หรือ ไม่มีความสำคัญ แสดง รายละเอียดที่แบ่งลักษณะธรรมชาติของ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ และเขียนอธิบาย ลักษณะเนื้อหาส่งผลต่อการออกแบบถูกต้อง

8. สื่อ เอกสารเพิ่มเติม

- 1) เอกสารประกอบ หัวเรื่องจากหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) ชุดกิจกรรมชุด “เนื้อหาแบบนี้จะสอนแบบไหน”
- 3) ชุดกิจกรรม “เมื่อรู้เนื้อหา...ต้องรู้แนวสอน”

ตัวอย่าง

แบบประเมินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ TPACK (TPACK-Concept)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		บทวิเคราะห์
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	
TCK (5ข้อ)			
1. เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับธรรมชาติเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี ที่มีลักษณะนามธรรม/วัฏจักร/ซับซ้อน)			
2. เลือกใช้ ICT สอดคล้องกับจุดประสงค์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร			
3. เลือกใช้ ICT ที่ผ่านการจัดกระทำข้อมูลเป็นระบบ เช่น ฐานข้อมูล กราฟ แบบจำลอง ภาพเคลื่อนไหว มีความหมาย เชื่อมโยงกับหัวข้อเนื้อหาวิทยาศาสตร์			
4. เลือกใช้ ICT จากหลากหลายแหล่งที่มาเข้ากับเนื้อหา วิทยาศาสตร์			
5. เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องและแสดงข้อมูลในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ แปลกใหม่เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน			
TPK (5ข้อ)			
1. เลือกใช้ ICT ที่ดึงดูดและกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียน			
2. เลือกใช้ ICT ร่วมกับวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความ คิดเห็น อภิปราย และสื่อสารระหว่างกัน			
3. เลือกใช้ ICT ที่สอดคล้องกับกลวิธีสอน			
4. เลือกใช้ ICT นำมาปรับเปลี่ยนวิธีนำเสนอให้เหมาะกับผู้เรียน			
5. เลือกใช้ ICT ที่ช่วยการประเมินผู้เรียน			
PCK องค์ประกอบ 1 ความรู้เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร (3ข้อ)			

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		บทวิเคราะห์
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	
1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์			
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ครบทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ ในหัวข้อเนื้อหาวิทยาศาสตร์			
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถวัดประเมินได้			
PCK องค์ประกอบ 2 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนที่นำเสนอหัวข้อเนื้อหา (5ข้อ)			
1. ออกแบบกิจกรรมที่กำหนดสถานการณ์/เหตุการณ์/เรื่องราว/ ภารกิจ ที่ระบุคำถามสำคัญสู่การเรียนรู้ในเนื้อหา			
2. ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูล จำแนก/ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และหาข้อสรุปคำตอบในสถานการณ์ ที่กำหนด			
3. ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการอธิบายเหตุผล			
4. ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียน แสดงความคิดเห็น อภิปราย และสื่อสารร่วมกันในความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์			
5. ออกแบบกิจกรรมที่จัดเตรียมอย่างหลากหลายในการ นำเสนอ เช่น อุปมาอุปไมย ยกตัวอย่าง สาธิต เป็นต้น			
PCK องค์ประกอบที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน (3ข้อ)			
1. มีกิจกรรมที่ตรวจสอบความรู้เดิมในแนวคิดหลักตามหัวข้อ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการใช้คำถามระดับชั้น พื้นฐานทบทวนประสบการณ์ เช่น เคย/ไม่เคย ถูก/ผิด ใช่/ไม่ใช่			

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		บทวิเคราะห์
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	
2. มีกิจกรรมที่ค้นหา/ตรวจสอบความรู้เดิมและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดหลักตามหัวข้อเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยกำหนดเป็นประเด็น/สถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบอธิบาย			
3. มีกิจกรรมที่ค้นหา/ตรวจสอบความรู้เดิมและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดหลักตามหัวข้อเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยกำหนดเป็นประเด็น/สถานการณ์/ข้อโต้แย้งเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและ อธิบายเหตุผล			
PCK องค์ประกอบที่ 4 ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน (3ข้อ)			
1. ใช้วิธีประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์			
2. วิธีประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ทั้งผู้เรียนรายกลุ่ม/รายคน			
3. วิธีประเมินสอดคล้องกับหลักฐานและมีระบุเกณฑ์			
TPACK ลักษณะที่ 1 : ICT นำสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Context : Cx) (3ข้อ)			
1. ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามตรงไปตรงมา (ไม่มีเรื่องราว)			
2. ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดประเด็น/เรื่องราว/สถานการณ์สมมติใกล้เคียงชีวิตประจำวัน และมีคำถามเชื่อมสู่บริบทเนื้อหา			
3. ใช้ ICT นำข้อมูลสู่บริบทในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เหตุการณ์จริง/สถานการณ์จริง/ สถานที่จริง และมีคำถามเชื่อมสู่บริบทเนื้อหา			
TPACK ลักษณะที่ 2 : ใช้ ICT ยกระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry : IN) (5ข้อ)			

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		บทวิเคราะห์
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	
1. ใช้ ICT กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น กลายเป็นคำถาม/ข้อสงสัยของผู้เรียน ก่อนการค้นหาคำตอบในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหา			
2. ตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงซับซ้อน(วิเคราะห์ ประเมินค่าหาเหตุผล)ให้ผู้เรียนนำสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนใช้ ICT ร่วมเพื่อหาคำตอบในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหา			
3. ใช้ ICT อำนวยให้เกิดการปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนมีบทบาท เก็บรวบรวมข้อมูล (สำรวจข้อมูล วิเคราะห์ และตีความข้อมูล และอธิบายเหตุผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ a. *สามารถเป็นได้ทั้งกรณีสำรวจตรวจสอบโดยการสังเกตและทดลองก็ได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้			
4. ใช้ ICT อำนวยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสื่อสารหาข้อสรุปจากหลักฐาน			
5. ใช้ ICT เสริมต่อการรู้คิดที่ช่วยติดตามกระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้เรียนในหัวข้อวิทยาศาสตร์			
TPACK ลักษณะที่ 3 : ใช้ ICT ส่งเสริมการขยายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept : SC) (5ข้อ)			
1. ใช้ ICT ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์			
2. ใช้ ICT นำเสนอเชื่อมโยงจากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบสู่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน			
3. ใช้ ICT แก้ปัญหาที่การสอนแบบเดิมกระทำไม่ได้ และมีส่วนร่วมในการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เลือกพิจารณาหัวข้อเนื้อหา ดังนี้ กรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน วัฏจักร หรือนามธรรม เลือกใช้ Visualization techniques ใช้ Simulation ใช้ขยายความเข้าใจ			

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		บทวิเคราะห์
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	
เนื้อหาเชิงกายภาพ ใช้ข้อมูลที่เป็น Real-time data เพื่อการวิเคราะห์กราฟ เช่น เครื่องตรวจจับต่างๆ และเลือกใช้ Interactive software ตรวจสอบและอธิบายเพิ่มเติมสู่ปรากฏการณ์ธรรมชาติ			
4. ใช้ ICT หลากหลายทั้งในกลุ่มวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ในการตีความร่วมกันเพื่อให้เห็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี			
5. ใช้ประโยชน์ของ ICT จากจินตภาพและการมองเห็น ICT (Imagery and Visualization) เช่น ภาพ แบบจำลอง และโปรแกรมกราฟิกอื่นๆที่สร้างขึ้นมาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์นำมาเป็นประเด็นอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อสนับสนุนความเข้าใจปรากฏการณ์ในธรรมชาตินอกเหนือจากบทเรียนของผู้เรียน			
TPACK ลักษณะที่ 4 : ใช้ ICT ร่วมในการวัดและประเมินความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Assessment : As) (3ข้อ)			
1. ใช้ ICT เพื่อการประเมินการเรียนรู้ โดยสร้างแบบฝึกหัด คำถาม เกม หรือแบบทดสอบแก่ผู้เรียนระหว่างเรียน			
2. ใช้ ICT ที่หลากหลายช่วยวัด/ประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน			
3. ใช้ ICT ในรูปแบบโปรแกรมซอฟต์แวร์เฉพาะในการวัด/ประเมินความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน			
TPACK ลักษณะที่ 5 : ใช้ ICT สนับสนุนการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Co) (3ข้อ)			
1. ใช้ ICT เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน			

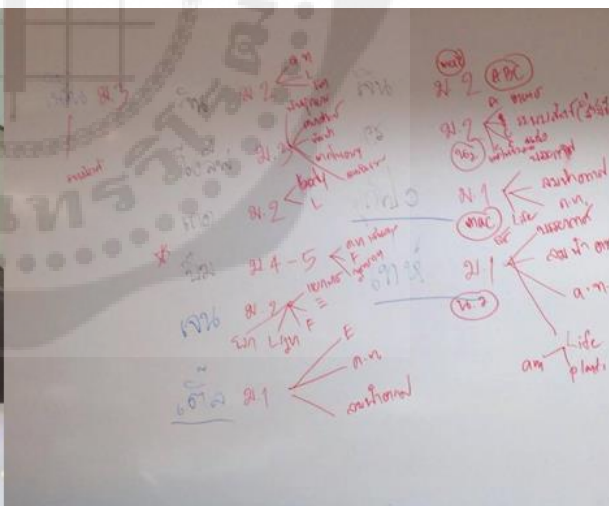
ภาคผนวก ง

ภาพบรรยากาศบางส่วนของกิจกรรมในโปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติ
และการสอนในชั้นเรียนของนักศึกษาครู

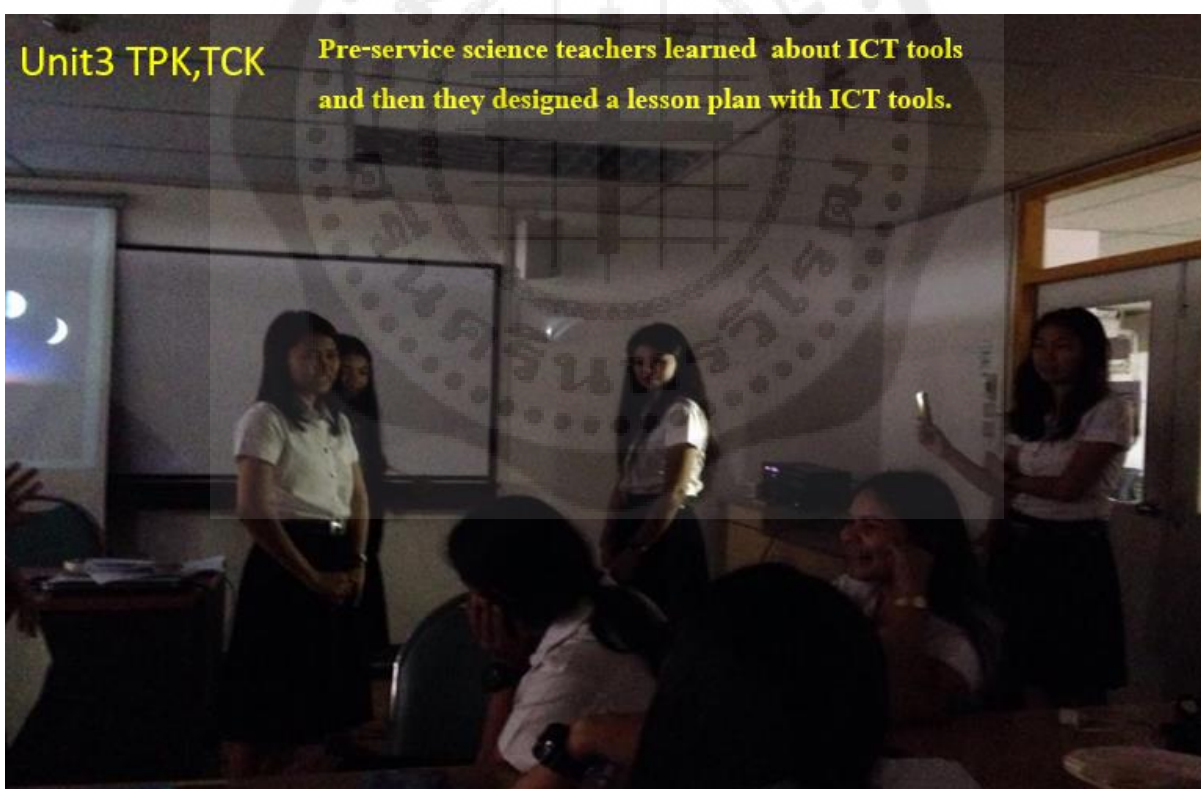
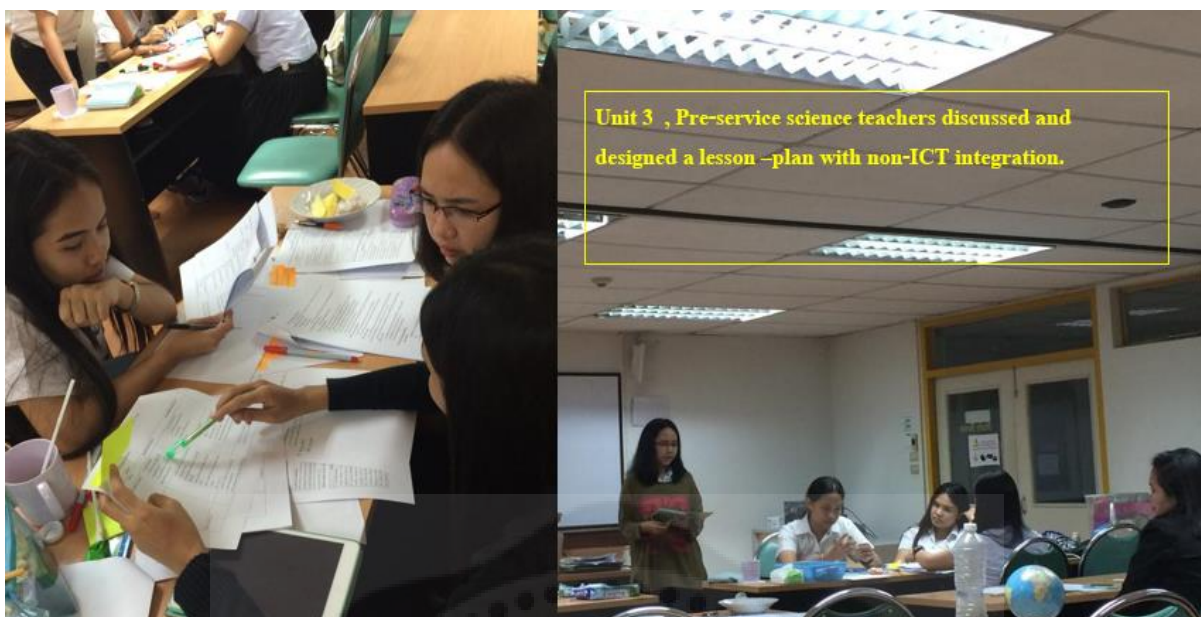


ภาพบรรยากาศบางส่วนของกิจกรรมในโปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติ
และการสอนในชั้นเรียนของนักศึกษาครู

The overview of the training activities



Pre-service science teachers currently analyzed science content knowledge characteristics in Unit 1 : PCK-1



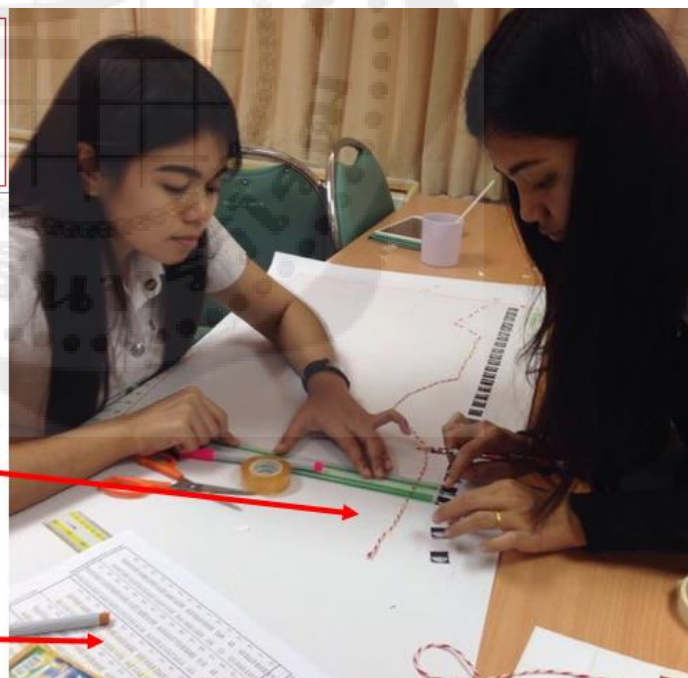
In Unit 4 TPACK-1, the pre-service science teachers were taught by instructor as an example of using TPACK concept to their teaching.



Integration ICT with science teaching and learning through inquiry-learning activity focusing on a difficult science-content topic for student.

Teacher students are using the moon image. And rope lines to determine maximum and minimum water tide. Combined with the use of the web

The database (TK) is used tide data from the Hydrographic Department.

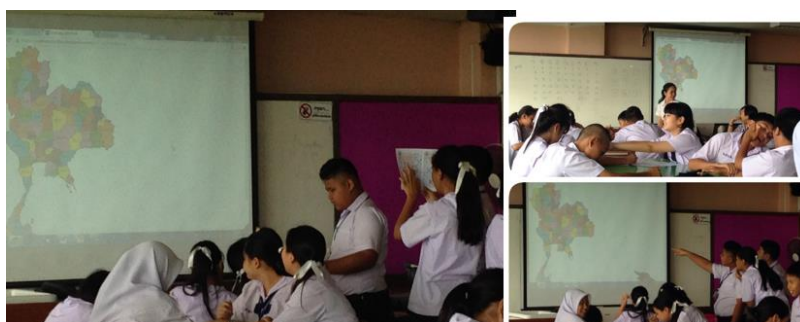




Unit 5 TPACK-2 : Pre-service science teachers designed learning activities. And presented the activity.



Pre-service science teachers used the TPACK learning framework designed in Unit 6, during their training to teach in their own classroom.



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาว ศิริประภา ศรีสุพรรณ
วันเดือนปีเกิด วันพฤหัสบดี ที่ 9 ตุลาคม 2529
ภูมิลำเนา อำเภอโพธารมณ์ จังหวัดหนองคาย
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา ที่โรงเรียนอนุบาลชุมพลโพธารมณ์
 พ.ศ. 2548 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ที่โรงเรียนชุมพลโพธารมณ์
 พ.ศ. 2553 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษาศาสตรบัณฑิต (กศ.บ.)
 สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยบูรพา
 พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.)
 สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

