

การศึกษา และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิด สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนฟิสิกส์

A Study and Synthesis the Basic Information of STEM Based Physics Instruction to Develop Innovative Creativity and Achievement

จิรพรรณ ชวาลสันตติ¹ เรขา อรุณวงศ์² กันต์ฤทัย คลังพหล³ อุษา คงทอง⁴

Jerapun Chawalsuntati¹ Rekha Arunwong² Kanreutai Klangphahol³ and Usa Kongthong⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ 2) เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานรูปแบบการสอน ได้แก่ องค์ประกอบและกระบวนการสอนของรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นครูผู้สอนฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์การสอนสะเต็มศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2 ราย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสะเต็มศึกษา จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ราย อาจารย์ด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ระดับสถาบันอุดมศึกษา จำนวน 2 ราย ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมที่มีผลต่อนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา และสังเคราะห์องค์ประกอบ กระบวนการสอนของรูปแบบการสอนโดยเชื่อมโยงข้อสรุปจากการวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็น เชื่อมโยงกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน ได้แก่ 1) ความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม 2) องค์ประกอบสำคัญ และปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม 3) ปัญหาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 4) เนื้อหาสาระที่เหมาะสม 5) กระบวนการสอนที่เหมาะสม 6) ความพร้อมของครู ในด้านความรู้ การออกแบบกิจกรรม 7) ความพร้อมของนักเรียน 8) จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตร และการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 9) แหล่งการเรียนรู้สภาพแวดล้อม และบรรยากาศที่เหมาะสม 10) การวัดประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

¹นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, Doctor of Philosophy Degree of Curriculum and Instruction, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, Assistant Professor Dr., Faculty of Education Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, Assistant Professor Dr., Deputy dean, Graduate school of Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage

⁴ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, Assistant Professor Dr., Faculty of Education Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: นางสาวจิรพรรณ ชวาลสันตติ, jerapunc@hotmail.com

รับเมื่อ 7 ธันวาคม 2562 แก้ไข 2 มีนาคม 2563 ตอบรับเมื่อ 3 มีนาคม 2563

2. การสังเคราะห์ของข้อมูลพื้นฐานขององค์ประกอบของรูปแบบการสอน คือ องค์ประกอบของรูปแบบและกระบวนการสอน โดยองค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วย 1) หลักการ แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 4) กระบวนการสอน 5) ตอบสนอง 6) ระบบสังคม 7) ระบบสนับสนุน และ 8) ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งกระบวนการสอน มี 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นออกแบบและวางแผนการทำงาน ขั้นปฏิบัติสร้างชิ้นงาน ขั้นประเมิน ทดสอบ ปรับปรุง ขั้นนำเสนอผลงาน และขั้นสรุป ประยุกต์เชื่อมโยง โดยผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC) มีค่าระหว่าง 0.71-1.00 และกระบวนการสอน มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 ทุกรายการ

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม สะเต็มศึกษา

ABSTRACT

The purpose were 1) to study basic information of physics instruction model, and 2) to synthesize basic information of physics instruction model, consisting the of element and processes of STEM based physics instruction to develop Innovative creativity and achievement. The research sample was 1) two physics teachers with experience in Stem Education, who were under the Ministry of Education 2) three experts in Stem Education from the institute for the promotion of Teaching Science and Technology 3) two teachers of innovative creativity in graduate study. It was selected from purposive sampling. The tools used for this research were interview forms. The Sample consisted of 1) physics teachers 2) STEM Education experts 3) Innovative creativity experts on innovative ideas that affect students and academic achievement. By using data to analyze content and synthesize the elements of the instruction model, teaching processes by linking the sub-conclusions from the content analysis based on the reasonable relates theories.

The research findings were as follows:

1. Basic information to develop the STEM based Physics instruction were 1) Important of developing innovative creativity, 2) the element and factor to develop innovative creativity, 3) Problem's STEM Education activity, 4) Content, 5) teaching process, 6) teach's konwed and design activity, 7) student's konwed, 8) curriculum's highlight and weaked, 9) learning's environment, 10) innovative creativity's measure and evaluation and achievement.

2. Synthesis of basic information, consisting the element's of physics instruction model were 1) Principle of model and basic theoretical concepts 2) The purpose of the model 3) Additional physics content 4) teaching process 5) Effects of students 6) Principles of reaction 7) Social system and 8) Support system. Teaching process comprise 7 steps: problem identification, data and concept collection, designing and planning, creating work, test assessment development, presentation process, and summary as well as application. Based on the expor'ts assessment, the result of suitability analysis of element physics instruction model showed that the Indexs of Item-Objective Congruency : (IOC) values were between 0.71 and 1.00, and teaching process had IOC values of between 0.80 and 1.00.

Keywords : Creative thinking, Innovation, STEM Education

ภูมิหลัง

จากผลการสอบ PISA ปีการศึกษา 2560 ประเทศไทย มีคะแนนสอบอยู่อันดับท้าย ๆ ของเอเชีย โดยประเทศเวียดนาม ทุกวิชา (ดิลกะ ลัทธพิพัฒน์, 2560) ซึ่งเป็นเการสะท้อนถึง ปัญหาความเหลื่อมล้ำของคุณภาพทางการศึกษา ทำให้ กระทรวงศึกษาธิการตระหนักถึงปัญหาและเร่งแก้ปัญหา อย่างเร่งด่วน โดย พ.ศ. 2559 รัฐบาลโดยพลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2557) มีนโยบายจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ในชีวิตประจำวัน และการทำงาน รวมทั้งมุ่งผลสัมฤทธิ์ด้าน วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สามารถแข่งขันได้ในระดับ นานาชาติ และสร้างผู้ประกอบการเทคโนโลยีใหม่ (Tech startup) โดยเน้นให้เด็กและเยาวชน กล้าคิด กล้าแสดงออกในทาง ที่สร้างสรรค์ เพิ่มทักษะในศตวรรษที่ 21 และปลูกฝังให้เยาวชน รู้สึกรัก การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ตั้งแต่วัยเด็ก (วิทยากร เชียงกุล, 2549)

จากสภาพปัญหาการจัดการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ของผู้วิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุวิทย์วิทยา จังหวัดสระบุรี พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนมา ต่อยอดแนวคิดและสร้างนวัตกรรมได้ มีการลอกเลียนแบบ ไม่สามารถวิเคราะห์การทำงานได้ เนื่องจากกลัวความผิดพลาด และไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนจึงไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้

ความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม คือ ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ผ่านการกระตุ้น ทำให้เกิดความคิดที่แตกต่างไปจากเดิมมีลักษณะอ่อนกนัย หลายทิศทาง คิดกว้างไกล สามารถแก้ปัญหาด้วยความคิด ใหม่ ๆ สร้างสิ่งใหม่ที่แปลกไปจากเดิมเกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ และสังคม

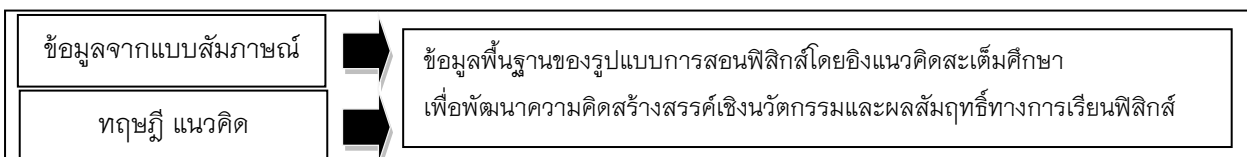
ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ จึงควรเน้น การเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ ด้วยตนเอง ให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีกระบวนการเรียนที่ หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) และฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ประเทศไทยเป็นสังคมที่มีความเจริญทางด้านนวัตกรรม และเทคโนโลยี (อารี พันธุ์มณี, 2545)

จากปัญหาและความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นพื้นฐาน ของวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างนวัตกรรมในอนาคต ผู้วิจัย จึงมีความสนใจศึกษา และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบ การสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มเพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เพื่อให้นักเรียนมีความกล้าคิด และทำ สามารถนำความรู้ไป สร้างสรรค์เชื่อมโยงความรู้กับการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา ในชีวิตจริงได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน ฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการสอนฟิสิกส์ โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ

1. ประชากร เป็นครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และผู้เชี่ยวชาญ และด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกแบบเจาะจง จากตำแหน่งทางวิชาการ ประสบการณ์ และผลงานระดับประเทศ

กลุ่มที่ 1 ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ครู คศ.3 และ คศ.4 สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มที่ 2 นักวิชาการด้านสะเต็มศึกษา ในสังกัด สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มที่ 3 อาจารย์ผู้สอนด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ระดับอุดมศึกษา

2. แหล่งข้อมูลที่เป็นเอกสาร ได้แก่ หนังสือตำราเกี่ยวกับสาระเนื้อหาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ แนวคิดทฤษฎี ความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม รูปแบบการสอน งานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์ และงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เกี่ยวกับการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบ มีจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ 1) ด้านการสอนฟิสิกส์ 2) ด้านการสอนสะเต็มศึกษา 3) ด้านหลักสูตรและการสอน

ขอบเขตเนื้อหา

ขอบเขตประเด็นในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แนวคิดสะเต็มศึกษา ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ทฤษฎีการสร้างเซาร์ปัญญาของกิลฟอร์ด แนวคิดประดิษฐ์ของเดวิด เพอร์กินส์ กระบวนการสืบเสาะ (5E) สาระเนื้อหาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ และองค์ประกอบของรูปแบบการสอน

ขอบเขตตัวแปร

ความเหมาะสมของข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของฟิสิกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์

1.1 ศึกษาทฤษฎี ข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ สาระเนื้อหาสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ทฤษฎีด้านความคิดสร้างสรรค์

เชิงนวัตกรรม แนวคิดสะเต็มศึกษา ได้ประเด็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ได้ 10 ประเด็น ดังนี้ 1) ความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม 2) องค์ประกอบสำคัญและปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม 3) ปัญหาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 4) เนื้อหาสาระที่เหมาะสม 5) กระบวนการสอนที่เหมาะสม 6) ความพร้อมของครูในด้านความรู้การออกแบบกิจกรรม 7) ความพร้อมของนักเรียน 8) จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตร และการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 9) แหล่งการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และบรรยากาศที่เหมาะสม 10) การวัดประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

1.2 นิยาม หรือให้ความหมายพฤติกรรมที่จะสัมภาษณ์ แยกเป็นรายละเอียดที่เป็นข้อความที่จะสัมภาษณ์

1.3 สร้างแบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกที่มีโครงสร้าง และข้อคำถามตามประเด็นที่กำหนด

1.4 พัฒนาโครงสร้าง และคำถามตามประเด็นที่กำหนด

1.5 ตรวจสอบแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นโดยอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา แก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.5 นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข พิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับจริง แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2. แบบวิเคราะห์เนื้อหา

3. แบบประเมินความเหมาะสมของข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการสอน มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการสร้างแบบประเมินร่างต้นแบบ และเป็นแนวทางการกำหนดกรอบการประเมินความเหมาะสมตามโครงสร้างองค์ประกอบและกระบวนการสอนของรูปแบบ

3.2 สร้างแบบประเมินรับรองข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบ ได้แก่ องค์ประกอบ และกระบวนการสอนของรูปแบบ เพื่อประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruency Index: IOC)

3.3 ตรวจสอบแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นด้านความตรงและความเหมาะสมสอดคล้อง โดยอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเอง ดำเนินการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานโดยผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และครูผู้สอนฟิสิกส์ด้านสะเต็มศึกษา โดยทำการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) ที่มีโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

1. นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ศึกษาเอกสาร โดยการจำแนกข้อมูล และพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ตามประเด็นที่กำหนด

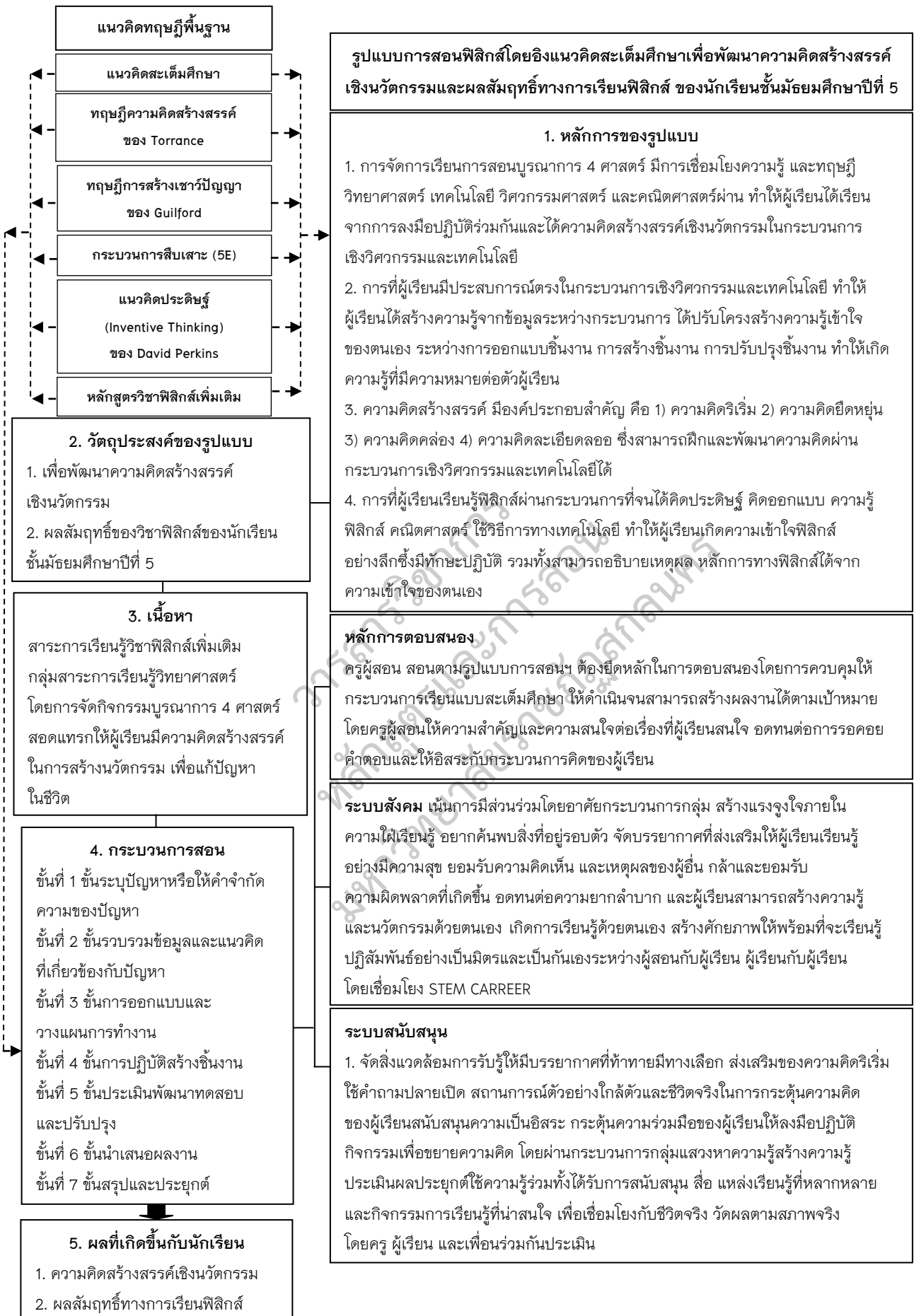
2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จำแนกข้อมูลตามหมวดหมู่ และความเชื่อมโยงระหว่างหมวดหมู่ที่กำหนด
3. สังเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบของรูปแบบการสอน
4. วิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิดการสอน และสังเคราะห์กระบวนการสอนของรูปแบบ
5. วิเคราะห์ค่า IOC ขององค์ประกอบการสอนและกระบวนการสอนของรูปแบบโดยมีเกณฑ์ (IOC) มากกว่า 0.5 จัดว่ามีความเหมาะสมสอดคล้อง

ตาราง 1 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

แนวคิด			องค์ประกอบของรูปแบบ
Joyce and Weil	Arend	ทีตินา แชมมณี	
1. ความสัมพันธ์ของรูปแบบ	1. หลักการตามทฤษฎีที่เป็นแนวคิดพื้นฐาน	1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการแนวคิดหรือความเชื่อ	1. หลักการของรูปแบบ
2. โครงสร้างของรูปแบบ		2. การจัดระบบ	2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ
3. ระบบสังคม		3. การบรรยาย และอธิบาย	3. ระบบสังคม
4. หลักการตอบสนอง		สภาพ ลักษณะการจัดการเรียนการสอน	4. หลักการตอบสนอง
5. ระบบสนับสนุน	2. สิ่งแวดล้อมในการสอนนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ		5. ระบบสนับสนุน
6. การนำรูปแบบการสอนไปใช้			6. เนื้อหา
	3. วิธีการสอนที่ทำให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์	4. วิธีการสอนและเทคนิคการสอน	7. กระบวนการสอน
7. ผลทางตรงและทางอ้อม	4. ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ		8. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

ตาราง 2 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ กระบวนการสอนของรูปแบบการสอนฟิลิกส์โดยอิงแนวคิดสะสมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์

ขั้นตอนการสอนตามแนวคิดต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐาน					กระบวนการสอนที่สังเคราะห์ขึ้น
Stem Education	Guilford	Torrance	Perkins	กระบวนการสืบเสาะ (5E)	
1. ชั้นระบุปัญหา	1. ชั้นเตรียมการรับรู้ปัญหา	1. พบความจริง 2. ค้นพบปัญหา		1. สร้างความสนใจ	1. ชั้นระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา
2. ชั้นรวบรวมข้อมูล	2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา	3. ตั้งสมมติฐาน			2. ชั้นรวบรวมความรู้เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการดำเนินงาน
3. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	3. ชั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหา	4. ค้นพบคำตอบ	1. จุดประสงค์ 2. โครงสร้าง	2. สืบเสาะและค้นหา	3. ชั้นออกแบบและวางแผนการทำงาน
4. ชั้นวางแผนการดำเนินงาน			3. สร้างรูปแบบจำลอง 4. มีเหตุผลโต้แย้ง	3. อธิบายและลงข้อสรุป	4. ชั้นปฏิบัติสร้างชิ้นงาน
5. ชั้นการทดสอบประเมินผลปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา	4. ชั้นตรวจสอบผล		5. ชั้นพัฒนาและปรับปรุง	4. ประเมินผล	5. ชั้นประเมิน ทดสอบและปรับปรุง
6. ชั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา		5. ยอมรับผล การค้นพบ		5. ขยายความรู้	6. ชั้นนำเสนอผลงาน
	5. ชั้นประยุกต์ใหม่				7. ชั้นสรุปและประยุกต์เชื่อมโยง



ภาพประกอบ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาองค์ประกอบของรูปแบบการสอนฟิลิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย ความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม องค์ประกอบสำคัญ และปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ปัญหาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เนื้อหาที่เหมาะสม กระบวนการสอนที่เหมาะสม ความพร้อมของครู ในด้านความรู้ การออกแบบกิจกรรม ความพร้อมของนักเรียนจุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตร และการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แหล่งการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และบรรยากาศที่เหมาะสม การวัดประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์

2. ผลการสังเคราะห์กระบวนการสอนฟิลิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม แสดงดังแผนภาพที่ 2 พบว่า

2.1 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฟิลิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิลิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 1) หลักการของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการสอนโดยมีการเรียงลำดับขั้นตอน และมีส่วนประกอบ ได้แก่ 4.1) หลักการตอบสนอง 4.2) ระบบสังคม 4.3) ระบบสนับสนุน 5) ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

2.2 กระบวนการสอนซึ่งมีขั้นตอนการสอนในกระบวนการจัดการเรียนการสอน มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชั้นระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ชั้นการวางแผนการทำงาน 4) ชั้นการออกแบบและปฏิบัติสร้างชิ้นงาน 5) ชั้นการประเมินพัฒนาทดสอบ ปรับปรุง 6) ชั้นนำเสนอผลงาน 7) ชั้นสรุปและประยุกต์ เชื่อมโยง

2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruency Index: IOC) ขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าระหว่าง 0.71-1.00 ทุกรายการ

2.4 ผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruency Index: IOC) ของขั้นตอนการสอนฟิลิกส์โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 ทุกรายการ

อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าแยกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พบว่าข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วย ความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม องค์ประกอบสำคัญและปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ปัญหาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เนื้อหาที่เหมาะสม และกระบวนการสอนที่เหมาะสม ความพร้อมของครู ในด้านความรู้การออกแบบกิจกรรม ความพร้อมของนักเรียน จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตรและการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แหล่งการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และบรรยากาศที่เหมาะสม การวัดผลประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ มีความสำคัญ และเพียงพอในการพัฒนาองค์ประกอบรูปแบบการสอน เนื่องจากครอบคลุมในด้านการสอนฟิลิกส์ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิลิกส์ ความพร้อมของครู รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ และแหล่งเรียนรู้

จุดเด่น จุดด้อยของการสอนสะเต็มศึกษาถูกนำมาใช้ในการพัฒนาการกระบวนการสอนของรูปแบบการสอน โดยนำมากำหนดเป็นขั้นตอนของกระบวนการสอนตามรูปแบบการสอนนี้ คือ การออกแบบ และวางแผนการทำงาน การปฏิบัติสร้างชิ้นงาน ช่วยให้เกิดการทำงานเป็นกลุ่ม มีการบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้สู่การทำงานในชีวิตจริง ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ด้วยความสนุก พร้อมทั้งได้ตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้ ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนได้มีความรู้ด้านศิลปะ ภาษา สังคมศาสตร์ และอื่น ๆ ร่วมด้วย กระบวนการเรียนรู้ยังกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกัน เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อแก้ไขปัญหาสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมใหม่ ๆ (สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ (วัฒนาพร ระบุบุษย์, 2541) ซึ่งกล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนว่าเป็น

แนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการทางปัญญา กระบวนการทางสังคม และให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์มีส่วนร่วมในการเรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้โดยผู้สอน มีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดประสบการณ์ การเรียนรู้ให้ผู้เรียนซึ่งการเรียนการสอนต้องจัดให้สอดคล้องกับ ความสนใจ ความสามารถและความถนัด เน้นการบูรณาการ ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เกิดจากการใช้แนวคิดประดิษฐ์ของเดวิด เพอร์กินส์ ผสมผสาน กับความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ สามารถนำไปใช้ในการกำหนดกรอบความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการบูรณาการสองแนวคิดนี้ ถูกนำมากำหนด เป็นขั้นตอนของกระบวนการสอนตามรูปแบบ คือ การออกแบบ การปฏิบัติสร้างชิ้นงาน และขั้นประเมิน พัฒนา ทดสอบ ปรับปรุงชิ้นงาน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ ในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะ การคิด ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และคุณลักษณะ การทำงาน เป็นกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ช่วยพัฒนากำลังคน ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นวัตกรรมและองค์ความรู้รูปแบบ ใหม่ ๆ เพื่อรองรับการเข้าสู่ตลาดแรงงานและการประกอบ อาชีพในอนาคต และช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ของประเทศในเวทีโลกต่อไป

2. จากการสังเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบของรูปแบบ การสอน พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการสอนพิสิกส์ โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิสิกส์ มี 8 องค์ประกอบ ซึ่งเกิดจากการรวมแนวคิดของ Joyce and Weil, Arend และทิตนา แชมมณี โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบ การสอนพิสิกส์ ซึ่งเป็นรูปแบบในกลุ่มที่เน้นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมของผู้เรียนของ Joyce and Weil และรูปแบบที่เน้น การบูรณาการของทิตนา แชมมณี เนื่องจากวิชาพิสิกส์เป็น วิชาที่ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้จากการบูรณาการความรู้ ทั้งทางด้านเนื้อหา วิธีการ ทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม โดยครูผู้สอนต้องใช้ สิ่งเร้า และการตอบสนองเพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

ด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม จากการสังเคราะห์ รูปแบบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง

จากการสังเคราะห์รูปแบบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แนวคิด ทำให้ได้องค์ประกอบของรูปแบบ 8 องค์ประกอบ ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการสังเคราะห์กระบวนการ สอนได้ 7 ขั้นตอน ซึ่งมีความแตกต่างจากกระบวนการสอน ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ในขั้นตอนปฏิบัติสร้างชิ้นงาน และขั้นสรุปและ ประยุกต์เชื่อมโยง เนื่องจากรูปแบบการสอนนี้มุ่งเน้นให้นักเรียน สามารถนำความรู้มาประยุกต์สร้างชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ ไปจากเดิม และสามารถนำมาใช้งานเพื่อแก้ปัญหาได้จริง และ หลังจากสร้างนวัตกรรมแล้ว นักเรียนต้องสามารถสรุปความรู้ จากการสร้างนวัตกรรมเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้จุดหมายของการ เรียน อันจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาพิสิกส์ ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการออกแบบกิจกรรมการสอน ควรคำนึงถึง ความแตกต่างพื้นฐานของผู้เรียน ความสอดคล้องของกิจกรรม เนื้อหาสาระ ตัวชี้วัด และบริบทของท้องถิ่นที่ผู้เรียนควรได้รับ เนื่องจากแต่ละท้องถิ่นมีบริบททางสังคมที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในกิจกรรมที่จัดควรเป็น ดังนี้ 1) สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ควรหา ได้ภายในท้องถิ่น 2) กิจกรรมควรเป็นปัญหาที่พบในชีวิตจริง ของผู้เรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของบทเรียนและ นำไปใช้ในชีวิตจริงได้ 3) สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และตัวชี้วัด ของบทเรียน ซึ่งอาจมีเนื้อหาอื่นเข้ามาสอดแทรกได้ ไม่ยึดติด กับเฉพาะเรื่องที่สอน หรือ 4) ศาสตร์เท่านั้น เพื่อให้นักเรียน เห็นความเชื่อมโยง 4) ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็น ยอมรับการตัดสินใจกลุ่ม ยอมรับ ความผิดพลาดของกลุ่ม เพื่อสร้างทักษะการทำงาน และไม่ยึดติด กับตัวบุคคล จึงควรจัดกลุ่มที่หลากหลาย ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจ ความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของเพื่อน 3 ระดับ ได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 โดยหัวหน้าจะเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง และให้นักเรียนกลุ่มเก่ง จับฉลากเพื่อกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในอัตรา 1 : 2 : 1 โดย 1 กลุ่มจะประกอบด้วย คนเก่ง 1 คน คนปานกลาง 2 คน

และคนอ่อน 1 คน ซึ่งในแต่ละกิจกรรม จะมีการประเมินความสามารถ และแบ่งกลุ่มใหม่ทุกครั้ง

2. บทบาทครู ครูเป็นเพียงผู้สนับสนุน และเสนอแนะทางการเรียนเท่านั้นไม่ใช่ผู้รู้ ครูต้องสอนวิธีการแสวงหาความรู้ การใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง และกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดที่ต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน และควรมีปฏิสัมพันธ์การสื่อสารที่ดีทั้งใน และนอกชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ (Koraneekit, et al., 2014) การใช้เทคโนโลยีเครือข่ายสังคม (Social Network) มาใช้ในการออกแบบกิจกรรม และเป็นช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนด้วยกัน ได้สื่อสาร แสดงความคิดเห็นร่วมกัน สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ และมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น ในระหว่างการทำงานครูต้องอยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนอย่างทั่วถึงทุกกลุ่ม ซึ่งสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ การทำงานของนักเรียนให้มีพัฒนาการกระบวนการทำงานดีขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที ซึ่งการที่นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน แบ่งปันความรู้กับเพื่อนมีโอกาสได้ซักถาม หรือขอคำชี้แนะจากครู สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Udom (2011, pp. 317-330) การใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีเจตคติที่ดี และมีความคงทนในการเรียน และยังพัฒนาความรับผิดชอบต่อสังคมและการเรียน

3. ครูต้องมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมโดย 1) วิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เหมาะสม สามารถบูรณาการกับกระบวนการเชิงวิศวกรรม กระบวนการทางเทคโนโลยี และเป็นปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริงในห้องเรียน ได้แก่ เนื้อหาด้านกลศาสตร์ พลังงานไฟฟ้า ของไหล และคลื่น ซึ่งสามารถจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติ และสร้างนวัตกรรมได้ 2) ครูต้องเตรียมอุปกรณ์การทำงานให้พร้อม และเพียงพอ ซึ่งอุปกรณ์บางอย่างไม่มีในห้องทดลอง จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่หาง่ายในห้องเรียนทดแทน 3) กระบวนการสอนขั้นรวบรวมข้อมูล

ครูควรมีความสามารถในการผลิตสื่อ นำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนศึกษาก่อนเรียนนอกเวลา การใช้เทคโนโลยีติดต่อสื่อสารทางระบบออนไลน์ เพื่อช่วยลดเวลาในการสืบค้นข้อมูลในห้องเรียน เพิ่มโอกาสทางการเรียน และช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ Kim, et al. (2014, pp. 37-50) สื่อวีดิทัศน์ สามารถช่วยให้ผู้เรียนคุ้นเคย และสะดวกต่อการเข้าถึง และ Enfield (2013, pp. 14-27) สื่อวีดิทัศน์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคย มีส่วนช่วยในการเรียนรู้มาก ช่วยให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้นก่อนเข้าร่วมกิจกรรมที่จัดขึ้นในชั้นเรียน และในการสืบค้นข้อมูลด้วยการศึกษาก่อนเรียนนอกเวลาแล้วในห้องเรียนครูควรร่วมกันสรุปความรู้ร่วมกับผู้เรียน เพื่อป้องกันการเกิดผังงมโนทัศน์ผิดพลาดและเป็นการปรับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน หากความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอครูควรแนะนำสื่อและแหล่งการเรียนรู้ในการการสืบค้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำข้อมูลพื้นฐานจากงานวิจัย ไปพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในระดับชั้นอื่น ๆ รวมทั้งศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เช่น ลักษณะการใช้สื่อนำเสนอเนื้อหา การใช้เทคโนโลยี

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบการนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ไปใช้โรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน หรือโรงเรียนต่างภูมิภาคกัน

3. ควรศึกษาเปรียบเทียบการนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เอกสารอ้างอิง

ดิลกะ ลัทธพิพัฒน์. (2560). *ความเหลื่อมล้ำของคุณภาพโรงเรียน นัยต่อผลสัมฤทธิ์ที่วัดโดยคะแนน PISA 2015*.

เข้าถึงได้จาก https://www.pier.or.th/wp-content/uploads/2017/01/aBRIDGEd_2017_002.pdf 10 มกราคม 2562.

พระเทพรัตนราชสุตาฯ สยามบรมราชกุมารี, สมเด็จพระ. (2559). เปิดมุมมองการขับเคลื่อน STEM EDUCATION. *The knowledge*. 2(9), 12.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.

วิทยากร เชียงกูล. (2549). *สภาวะการศึกษาไทย ปี 2547-2548 รากเหง้าของปัญหาและแนวทางแก้ไข*. กรุงเทพฯ: วี ที ซี คอมมิวนิเคชั่น.

สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. (2557). *รายงานการพิจารณาศึกษาข้อเสนอเชิงนโยบายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สภานิติบัญญัติแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.

Enfiled, J. (2013). Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. *TechTrends*, 57(6), 14–27.

Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: an exploration of design principles. *Internet and Higher Education*, 22, 37–50.

Koraneekit, P., Songkram, N., & Khaisang, J. (2014). *Education technology and communications: Blended learning innovation*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Udom, P. (2011). Active teaching and learning approaches in science (ATLAS). *Journal of Education Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 22(3), 317–330.