

การพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM
เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
The Development of Instructional Model Base on STEAM
to Enhance Technological Innovation Creativity Skills of Secondary Students

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ*

Akesit Chanintarapum

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000
Doctoral Student in Department of Curriculum and Instruction Faculty of
Education Silpakorn University, Nakhon Pathom, 73000
*Corresponding author email: akesit.ch@gmail.com

มาเรียม นิลพันธุ์

Maream Nillapan

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000
Faculty of Education, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 73000

อนิรุทธ์ สติมัน

Anirut Satimon

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000
Faculty of Education, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 73000

วิสูตร โพธิ์เงิน

Wisud PoNgern

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000
Faculty of Education, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 73000

(Received: August 22, 2020; Revised: November 20, 2020; Accepted, December 6, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพรูปแบบเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ 2.2) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบเป็นอย่างไร 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) โดยมีเครื่องมือการวิจัยได้แก่ 1) คู่มือการใช้รูปแบบ 2) หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม 4) แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และ 5) แบบสอบถามความคิดเห็น การนำรูปแบบไปทดลองใช้ (Implementation) กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test for dependent Samples ทำการปรับปรุงและนำรูปแบบไปขยายผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนมีชื่อว่า “6Ds Model” ได้แก่ (1) การระบุปัญหา (Define) (2) รวบรวมข้อมูล (Discover) (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) (4) พัฒนา (Develop) (5) การทดสอบและประเมินผล (Decision) และ (6) การนำเสนอผลลัพธ์ (Display) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/85.58 ส่วนผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบไปทดลองใช้พบว่า หลังใช้รูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 22.43$, S.D.= 2.24) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 15.60$, S.D.= 4.62) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนมีความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.65) ทุกด้าน ผลการขยายผลรูปแบบนักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 19.91$, S.D.= 0.75) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.10$, S.D.= 0.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ: STEAM, นวัตกรรมทางเทคโนโลยี, ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

Abstract

The goals of this research are as follows: 1) to develop and to seek an efficient instructional model according to the 80/80 standards; 2) to evaluate the efficiency of the instructional model development which consists of 2.1) the comparison of the technological innovation creativity skills before and after the studies 2.2) to study opinions regarding the use of an instructional model; 3) to extend the results of the instructional model. This research study implemented a Research and Development (R&D) blended with the embedded design. This research tools usage 1) manual 2) units and learning management plans 3) innovation creation notes 4) evaluation forms on innovation creativity skills and 5) opinion surveys which assess. Implementation of instructional models with 10th grade students in Room 4/1 from the Demonstration School of Silpakorn University. Moreover, Statistics using mean, standard deviation, and t-test values for dependent Samples. Expanding the model application, the technological innovation creativity skills of 10th grade students in Room 4/2 from Kasetsart University Laboratory School, Kamphaeng Saen Campus Center for Educational Research and Development. The research results indicated that 1.) the instructional 6Ds Model is consists of 6 steps which are 1. Define 2. Discover 3. Design, Distribute, 4. Develop, 5. Decision, and 6. Display. contained the efficiency value equal to 80.08/85.58; the evaluation outcomes of the implementation model's efficiency found that 2.1.) following the model application, the students gained more technological innovation creativity skills after the course studies ($\bar{X} = 22.43$, S.D.= 2.24) higher than before studies ($\bar{X} = 15.60$, S.D.= 4.62), at a significant statistical level of .05; and 2.2.) the students expressed their opinion the most on the instructional model overall opinion is at the level most agree ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.65) ; 3.) the result extension of students gaining the technological innovation creativity skills after the course studies ($\bar{X} = 19.91$, S.D.= 0.75) higher than before studies ($\bar{X} = 12.10$, S.D.= 0.56) after the course studies were higher than prior enrolling with a significant statistical implication at the level of .05

Keywords: STEAM, Technological Innovation, Creativity skills

บทนำ

ความมุ่งมั่นของประเทศไทย 4.0 คือ เปลี่ยนโมเดลเศรษฐกิจแบบ “ทำมาก ได้น้อย” เปลี่ยนเป็น “ทำน้อย ได้มาก” ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อยใน 3 มิติสำคัญ คือ 1) เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” 2) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และ 3) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้าไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น โดยการเติมเต็มด้วยวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา (สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคลสำนักงาน ก.พ., 2560; สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2560) เป้าหมายของการสร้าง

ทรัพยากรมนุษย์ที่จะรองรับทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของประเทศไทยขึ้นอยู่กับคุณภาพการศึกษาโดยเฉพาะความสามารถพื้นฐานทางด้าน “คณิตศาสตร์” “วิทยาศาสตร์” “เทคโนโลยี” ซึ่งเป็นภาษาสากลที่เข้าใจกันทั่วโลกเป็นจุดเชื่อมต่อ สำหรับการเรียน การค้นหาและการคิดเชิงวิพากษ์ และนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีการแก้ปัญหาการทำงานร่วมกันและทำงานผ่านกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ เป็นผู้สร้างนวัตกรรม โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับ

สะเต็มศึกษา ส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2014) เน้นที่การประกอบอาชีพ เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและเป็นผู้ที่มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมที่มีการแข่งขันสูง อีกทั้งมีทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิด STEAM พัฒนามาจาก STEM Education เริ่มจากประเทศสหรัฐอเมริกา ในสมัยของประธานาธิบดีบารัค โอบามา มีนโยบาย Computer Science For All เป็นโครงการส่งเสริมให้นักเรียนชาวอเมริกันทุกคนมีโอกาสเรียนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะการเป็น “ผู้สร้าง” ในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แทนการเป็นผู้บริโภคแต่เพียงฝ่ายเดียว ต่อมา Yakman, (2008) ได้เสนอกรอบแนวคิด STEAM ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S:Science) เทคโนโลยี (T:Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E:Engineering) คณิตศาสตร์ (M:Mathematics) และเพิ่มศิลป์ (A:Arts) ศาสตร์ทางศิลปศาสตร์ที่เกี่ยวกับความเป็นมนุษย์เข้าไป โดยเป็นการมุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) มีการคิดนอกกรอบ มีมุมมองใหม่ มีความคิดการแก้ปัญหา ทำให้ผลลัพธ์ดีขึ้น ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีการเรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Sooraksa, Sakomtanant, Jansri, & Klomkam, 2016; Yakman, 2008) นอกจากนี้ Kim & Chae. (2016) และวิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ยังเพิ่มเติมว่า STEAM เป็นสิ่งจำเป็นที่จะหล่อเลี้ยงความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มความสามารถในการทำงานของคนของวันนี้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาในอนาคตทั้งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งหัตถ์ภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล (2560) ยังเพิ่มเติมว่าการเพิ่มศิลปะเข้าไปจะช่วยให้ส่งเสริมให้เด็กได้แสดงความคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์ โดย Park et al. (2016) ได้เพิ่มเติมให้กรอบแนวคิด STEAM มีจุดมุ่งหมาย 3 ส่วนคือ 1) การออกแบบที่สร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่ครอบคลุมโดยที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ ประสิทธิภาพและความรู้สึกทางเศรษฐกิจและสุนทรียศาสตร์ ในแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงแนวคิดด้านวิศวกรรม เทคโนโลยี

การออกแบบและทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์สำหรับใช้ร่วมกันของมนุษย์ 2) การสัมผัสทางอารมณ์หมายถึง ประสบการณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนรู้สึก ว่ามีความสนใจ ความเชื่อมั่นทางปัญญาความพึงพอใจ และความรู้สึกของความสำเร็จ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงระหว่างเรียนกับผู้เรียน มองว่าเรื่องนี้เป็นเป้าหมายส่วนตัวที่อยู่ติดต่อด้านอารมณ์นี้ องค์ประกอบที่มักถูกทอดทิ้งในด้านการศึกษาและ 3) การบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริง ในมุมมองแบบองค์รวม

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ เป็นความสามารถในการกระทำ การลงมือทำหรือการปฏิบัติ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ความคิดหรือประสบการณ์เป็นพื้นฐานในการกระทำ และเมื่อกระทำแล้วเกิดความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปเมื่อลงมือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง วิธีการจะระบุขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำ และลงมือทำตามวิธีการหรือขั้นตอนนั้น เกิดเป็นความชำนาญ เกิดเป็นทักษะในระดับต่างๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) โดยใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) และความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง หรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง การให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ ได้ลงมือกระทำและการคิด นักเรียนได้สืบค้นรวบรวมความรู้ จากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ สร้างกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อน นำไปสู่การได้คำตอบที่มีทฤษฎีความรู้รองรับ เกิดจินตนาการสร้างกระบวนการพัฒนางานที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตนและคนในสังคม วางแผนการทำงาน สืบค้นข้อมูล สร้างขั้นตอนและกระบวนการตามการอ้างอิงของทฤษฎีความรู้ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนา (2562) ที่ได้ระบุไว้ในลักษณะนี้เช่นกัน

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากระบบการศึกษาที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นยุคที่โลกใช้เชื่อมโยงกันยุคแห่งเทคโนโลยีและยุคที่เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรม เชื่อมโยงกันทุกวิชาเข้าด้วยกันมีความคิดแบบองค์รวม คิดนอกกรอบ มีมุมมองใหม่ มีความคิดการแก้ปัญหาใหม่ๆ ทำให้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการ ผู้เรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง การวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์และความสวยงามเพิ่มขึ้น และการเรียนรู้ร่วมกัน เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม การสร้างความรู้ นวัตกรรม ซึ่งจะสามารถพัฒนาศักยภาพส่งเสริมในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการฝึกฝนแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในสังคม ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิกฤติให้เป็นโอกาส เครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ๆ ที่ทำขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตที่ได้จากนวัตกรรมสามารถผลิตเป็นรูปธรรมได้ เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการ

สร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน 2.2) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
3. เพื่อขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ด้วยการสุ่มวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน

กลุ่มขยายผลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นแบบประเมินลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการที่ใช้วิเคราะห์ อยู่ในระดับ ($\bar{X} = 4.33$, S.D.= 1.03) ถึง ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.53)

2. แบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม มีลักษณะเป็นการบันทึกเชิงคุณภาพแบบพรรณนาความ (Journal Writing)

3. แบบสอบถามความคิดเห็น มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับ ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.84) ถึง ($\bar{X} = 4.83$, S.D.= 0.41)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ก่อนการจัดการเรียนการสอน และหลังการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรโดยใช้การทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent)

2. ศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพแบบบันทึกการสร้างนวัตกรรม ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาจัดจำแนกออกเป็นองค์ประกอบ และกลุ่มของแนวความคิดที่สอดคล้องกัน และนำเสนอแบบพรรณนาความ

3. ศึกษาความคิดเห็นโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาด้วยการวิจัยผสมผสานวิธี Creswell & Plano Clark (2011) โดยใช้แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ช่วงแรกเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และต่อด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เป็นขั้นตอนดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอน การจัดกิจกรรม วิธีสอน และการประเมินผลโดยผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษาที่ จัด STEM/STEAM จำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชาเทคโนโลยีจำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชาศิลปะจำนวน 2 คน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษานานาชาติจำนวน 2 คน และนักเรียนที่เคยผ่านการเรียนวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ด้วยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 10 คน นำข้อมูลที่ได้ร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) สังเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ผลที่ได้จากการศึกษานำมาใช้กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Design and Development : D&D) เป็นขั้นตอนพัฒนา หากคุณภาพ และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน พัฒนาเป็นโครงร่างรูปแบบ “6 Ds Model” จัดสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion : FGD) จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของรูปแบบ แล้วนำข้อมูลกรอบแนวคิดการวิจัย เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้เป็นข้อมูลมาสังเคราะห์เป็นเครื่องมือที่ใช้ โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อประเมินความสอดคล้อง เมื่อผ่านผู้เชี่ยวชาญนำมาปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้ (Field Tryout) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นระยะเวลา 12 คาบ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอน

ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Implementation : I) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาตามลำดับขั้นของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ไปทดลองใช้ในสภาพจริงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร ภาครเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน วิชา ว 31103 การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ 1 ใช้แผนการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ 3 สร้างสรรค์ Interactive with Computer การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Design) การดำเนินการทดลอง 2 ระยะคือก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นระยะเวลา 12 คาบ

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D₂) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (Evaluation : E) เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ไปขยายผลกลุ่มเป้าหมาย การดำเนินการทดลอง 2 ระยะคือก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการชี้แจงและแนะนำข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ง 31102 การงานอาชีพและเทคโนโลยี 2 ร่วมกับวิชา ว 31222 เคมี 2 วิชา ค 31108 คณิตศาสตร์ และวิชา ศ 31102 ศิลปะ 2 โดยจัดการเรียนเป็นระยะเวลา 12 คาบ ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาครเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย การสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม และแบบสอบถามมาวิเคราะห์และสร้าง

องค์ความรู้ใหม่ ร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) การวิเคราะห์ผลการวิจัยนี้ใช้แบบการวิเคราะห์ตามหลักทฤษฎี ปรากฏผลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลสังเคราะห์งานวิจัยพบว่ามีองค์ประกอบของรูปแบบมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ การส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ ใช้แนวทางการแก้ปัญหา โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ที่ตนมีกับสมาชิกในกลุ่ม ด้วยการสอนแบบบูรณาการ ผ่านการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ร่วมกัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Define) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรมให้ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหา ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Discover) คือ ศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา จากสื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Distribute) กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ขั้นที่ 4 พัฒนา (Develop) คือ การเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายเพื่อ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือก ให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามีวิธีการอย่างไร ออกแบบชิ้นงานของตนเอง ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผล (Decision) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และขั้นที่ 6 นำเสนอผลลัพธ์ (Display) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น 4) ปัจจัยสนับสนุน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสอน มีการร่วมมือกัน มีจุดมุ่งหมายการสอนร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดนอกกรอบ โดยใช้องค์ความรู้ที่ผ่านการเรียนมาจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์ และ 5) การวัดและประเมินผลเป็นส่วนของการประเมินประสิทธิผล

ของรูปแบบการเรียนการสอนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มี 5 ทักษะ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา (Identify) ที่ เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม ระบุ และระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่มีการปฏิบัติจริงในการสร้างนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ ระบุแนวคิดให้มีความหลากหลาย ค้นหาแหล่งข้อมูล 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น เปิดใจกว้าง และยอมรับมุมมอง แสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน สร้างวิฤตติให้เป็นโอกาส 4) สร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Develop) การนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็น

ที่ยอมรับของชุมชน ให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ประเมินและทดสอบแนวคิดวิเคราะห์และประเมินแนวคิดจากทางเลือกที่มีเพื่อให้ ลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม นำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติจริง ดึงแผนภาพที่ 2 แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพของรูปแบบภาคสนาม (Field Tryout) มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยหาค่า E_1 จากคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุด และหาค่า E_2 จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาหลังเรียน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/85.58



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา “6Ds Model”

**ตอนที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิผลของการพัฒนา
รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา**

การสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยยอมรับกับสมมติฐาน
การวิจัยข้อ 2.1 มีผลการวิเคราะห์ดังตาราง 1

**1. ผลเปรียบเทียบประสิทธิผลการใช้รูปแบบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน ในภาพรวมพบว่าทักษะ**

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ก่อนเรียน
และหลังเรียน (n=40)

รายการ	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		t-test	Sig. (2-tailed)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1. การระบุปัญหา	5	3.80	4.47	0.99	0.54	4.83	.000
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	5	3.00	4.50	1.11	0.38	9.51	.000
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	5	3.00	4.43	1.01	0.56	9.94	.000
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	5	2.80	4.58	0.88	0.40	12.88	.000
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	5	3.00	4.35	0.91	0.55	10.75	.000
รวม	25	15.60	22.34	4.62	2.24	10.62	.000

จากตารางที่ 1 โดยภาพรวมพบว่านักเรียน
มีความสามารถด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม
ทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 22.43, S.D. = 2.24$) สูงกว่า
ก่อนเรียน ($\bar{X} = 15.60, S.D. = 4.62$) อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าทักษะการสร้างสรรค์
นวัตกรรมทางเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลทำให้นักเรียนมีความรู
เพิ่มมากขึ้น

2. ความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบ
ในภาพรวมจากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียน
มีความคิดเห็นต่อรูปแบบการสอนตามมีความคิดเห็น
ในระดับเห็นด้วยมาก จากผลการวิจัยยอมรับสมมติฐาน
การวิจัยข้อ 2.2 ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์
นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (n=40)

ความคิดเห็น	ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน			
นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่	4.60	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับครูและเพื่อน	4.35	0.66	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนมีโอกาสสนทนาข้อซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	4.40	0.67	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงการนำความรู้ไปสู่การสรุปสาระสำคัญ	4.25	0.71	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองและกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.48	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนได้ฝึกการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมีความหมายสื่อสารและนำเสนอโดยใช้กระบวนการต่างๆ	4.48	0.68	เห็นด้วยมากที่สุด
ผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน	4.42	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด

ตาราง 2 (ต่อ)

ความคิดเห็น	ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอน		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม			
การเรียนการสอนทำให้นักเรียนมี กระบวนการคิดเชื่อมโยง และสัมพันธ์เป็นระบบเหตุผล	4.50	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการกระทำที่มีลักษณะ เป็นขั้นตอน	4.33	0.62	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดของตนเป็นภาษาพูด ภาพเขียนและภาษาเขียน	4.13	0.72	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ	4.30	0.69	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบผลงานของตนเองและได้แก้ไขข้อบกพร่อง	4.50	0.68	เห็นด้วยมากที่สุด
การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานร่วมกับเพื่อนได้	4.58	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
ผลรวมด้านพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม	4.39	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด
รวมเฉลี่ยความคิดเห็น	4.40	0.65	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตาราง 2 พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.65) และเมื่อพิจารณาความคิดเห็นในด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนพบว่า ผลรวมด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนมีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.65) ด้านนักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่มีความคิดเห็นมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.60)

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ผลเปรียบเทียบประสิทธิผลการใช้รูปแบบก่อนเรียนและหลังเรียน ในภาพรวมพบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้านต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยยอมรับตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ก่อนและหลังเรียน กลุ่มขยายผล (n=40)

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		t-test	Sig. (2-tailed)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1. การระบุปัญหา	5	2.38	3.94	0.11	0.17	52.696	.000
2. การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	5	2.39	3.94	0.11	0.21	36.763	.000
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	5	2.44	4.16	0.15	0.22	77.776	.000
4. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ	5	2.40	3.97	0.21	0.20	31.304	.000
5. การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง	5	2.40	3.91	0.21	0.25	33.699	.000
รวม	25	12.10	19.91	0.56	0.75	55.008	.000

จากตาราง 3 โดยภาพรวมพบว่านักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียน ($\bar{X} = 19.91$, S.D.= 0.75) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.10$, S.D.= 0.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้

เห็นว่าทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีมีผลทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้น

การอภิปรายผล

1. ผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพการพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษา พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย
องค์ประกอบของรูปแบบมี 5 องค์ประกอบคือ 1) หลักการ
2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) ปัจจัย
สนับสนุน และ 5) การวัดและประเมินผล ซึ่งมีความสัมพันธ์
เชื่อมโยงกันทุกองค์ประกอบ ซึ่งจากผลการประเมินของ
ผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีคุณภาพ
และความเหมาะสมในการนำไปใช้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบ
การเรียนการสอนมีการผสมผสาน เอกสารและงานวิจัย
การสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม และแบบสอบถาม
มาวิเคราะห์และสร้างองค์ความรู้ใหม่ ร่วมกับการเรียนรู้
แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
และการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
การวิเคราะห์มาเป็นกรอบแนวคิด โดยลักษณะสำคัญของ
รูปแบบการเรียนการสอนจะมีความยืดหยุ่นมีการวางแผน
ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ครูมีหน้าที่แนะแนวทางในการ
ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ รวมถึงสนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมมือกัน
เรียนรู้ และพัฒนาตนเองตามศักยภาพ สอดคล้องกับ จินตนา
ศิริธัญญรัตน์ (2556) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนา
รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ บูรณาการกลยุทธ์
การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด
ขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษา พบว่ารูปแบบการเรียนการสอน
มีองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบคือ 1) หลักการและ
แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของ
รูปแบบการเรียนการสอน 3) ขั้นตอนการเรียนการสอนของ
รูปแบบการสอน และ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบ
การเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่าสามารถนำไปพัฒนา
นักเรียนด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บรรลุวัตถุประสงค์
ของงานวิจัยที่กำหนด

2. ผลประเมินประสิทธิผลของการพัฒนารูปแบบ
การเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะ
การสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษา อภิปรายได้ดังนี้

2.1 ผลเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบทักษะ
การสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็น

เพราะว่าในกิจกรรมการเรียนการสอน STEAM กิจกรรม
การเรียนการสอนได้ให้คณะครูและนักเรียนร่วมกัน
ตั้ง Theme ในการทำงานก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมทั้ง 6 ชั้น
 โดยเฉพาะในชั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Define) และ ชั้นที่ 2
 รวบรวมข้อมูล (Discover) ครูนำเข้าสู่กิจกรรม พร้อมกับใช้
คำถามเพื่อกระตุ้น ใจตัวอย่างในชีวิตประจำวัน สร้าง
สถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนได้คิด วางแผนร่วมกัน แบ่งงาน
ออกเป็นส่วนย่อยๆ จัดลำดับจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับ
ชีวิตจริง นักเรียนทำงานร่วมกัน กิจกรรมการเรียนการสอน
ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนจะต้องร่วมมือ ร่วมแรง
ร่วมใจ มีการวางแผนบูรณาการความรู้ และร่วมกัน
รับผิดชอบในการเรียนและการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย
การทำงานร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันใช้ความสามารถ
ที่ทุกคนมีอยู่ ร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน สอดคล้อง
กับงานวิจัยของ ภูซงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ที่ได้พัฒนา
รูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อ
สร้างสรรค์ผลงานที่ ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิต
นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตกล่าวว่า การระดมความคิด
จากคนที่มีความสามารถหลากหลาย จะช่วยในการแก้ปัญหา
ที่ซับซ้อนได้ดีกว่าการทำงานคนเดียวเพราะในปัจจุบันความ
ซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิด การเข้าใจ
ความรู้สึกของผู้อื่น (Empathy) เป็นการเข้าใจถึงความรู้สึก
และความต้องการที่หลากหลายของผู้อื่น และความสามารถ
ในการสื่อสารจากความคิดและจินตนาการไปสู่ผู้อื่น ด้วยการ
สื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยภาพ การสร้าง
แบบร่างภาพ การนำเสนอ การสื่อสารเหล่านี้เกิดขึ้น เพื่อให้
งานประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และหลังการ
เรียนรู้ต้องมีการประเมินการปฏิบัติและผลงานที่ผ่านมา
ส่วนหลังเรียนการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จมีค่าเฉลี่ย
มากที่สุด อาจเนื่องมาจากคณะครูบูรณาการโดยเป็น
กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน กำหนดเป้าหมาย
ร่วมกัน วางแผนงานให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการ
อ้างอิงการประเมินผลด้วยการค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์
ข้อมูล การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบเองด้วยการ
อธิบาย เป็นแนวทางในการแสวงหาคำตอบของปัญหา
ในแนวทางเดียวกัน นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิดหรือลำดับ
ความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน แบ่งงานออกเป็น

ส่วนย่อย โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติหรือการร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนและลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้มีจินตนาการและจุดมุ่งหมายในการทำงาน สอดคล้องกับทิสนา แชมมณี (2558); วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เฉชะคุปต์ (2542) ที่ว่าการให้ผู้เรียนลงมือสร้างสิ่งของหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมายซึ่งจะรวมถึงปฏิริยาระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเองกับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอกสามารถเชื่อมโยงและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ครูเต็มใจบูรณาการที่จะช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ โดยความสามารถที่จะใช้ความรู้ด้านต่างๆ ร่วมกันทำงาน สร้างนวัตกรรม ประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลที่ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์การสร้างสรรคให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาที่มากขึ้น นักเรียนได้ฝึกการออกแบบและบูรณาการ พร้อมทั้งทราบที่มาและเหตุผลในการออกแบบก่อนที่จะทำงานจริง โดยนักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มจัดกระบวนการเรียนรู้ รู้สึกว่าการเรียนรู้มีคุณค่า โดยสามารถผลสรุปข้อค้นพบดังนี้ ประเด็นที่ 1 ผลดีต่อครูผู้สอนพบว่า ในงานสอนของครูร่วมมือร่วมใจ ตรงกับเป้าหมายของโรงเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ว่า “เป็นการเพิ่มความรู้สึกในการทำชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยไม่รู้ตัว” และ “ครูควรเข้าใจใน STEAM และศาสตร์ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง เรียนรู้จากประสบการณ์ต่างๆ มีการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน” โดยเพิ่มความกระตือรือร้นที่จะต้องการร่วมกันเรียนรู้และรับผิดชอบ ต่อพัฒนาการทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน ถือเป็นการเรียนรู้ซึ่งส่งผลให้การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนให้มีผลดียิ่งขึ้น ประเด็นที่ 2 ผลดีต่อผู้เรียนพบว่าความเข้าใจในบูรณาการความรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความ

เข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้ หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้นำไปสู่การเกิดประโยชน์ทั้งในส่วนของผู้สอนและผู้เรียน

2.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนภายหลังการใช้รูปแบบ พบว่า ภาพรวมต่อความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดทุกด้านยอมรับกับสมมติฐานงานวิจัยที่อยู่ในระดับเห็นด้วยมากขึ้นไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสร้างสรรค์นวัตกรรม พัฒนาให้นักเรียนแสวงหาคำตอบและวิธีการที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหานั้น ครูต้องอาศัยวิธีการทั้งศาสตร์และศิลป์ร่วมกัน บูรณาการ และเมื่อพิจารณาการจัดรูปแบบการเรียนการสอนในระยะแรก (สัปดาห์ที่ 1-2) ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยคำนึงถึงแบบการเรียนรู้และความสามารถพื้นฐานของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง แต่หลังจากนั้นระหว่างเรียน (สัปดาห์ที่ 3-4) ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้มากกว่า และเมื่อผู้เรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นแล้ว ผู้สอนควรใช้รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับสภาพจริงและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาแบบการเรียนรู้ของตนให้กว้างขึ้นเพื่อผู้เรียนจะสามารถเลือกใช้แบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับงานที่แตกต่างกันได้ต่อไปโดยไม่ติดขัดกับแบบการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียว ประกอบกับการที่ผู้สอนให้นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามการร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaborative Learning) ได้ร่วมคิด ร่วมแก้ปัญหา ร่วมสร้าง และทำงานเป็นทีมที่มีลักษณะต้องอาศัยความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละคน ในทีม นักเรียนต้องการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันใช้ความสามารถที่มีอยู่ในการทำงานนั้น นักเรียนได้รับการตอบสนองให้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยวิจัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา (2558) กล่าวว่าทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ สื่อสาร

ความคิดของตนเองกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดรับ และตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของบุคคลอื่น แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงาน และปรับให้สอดคล้องกับบริบท ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่น เคารพความคิดของคนอื่น

ข้อค้นพบความคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จดังต่อไปนี้ 1) การกำหนดเป้าหมายควรสอดคล้องกับสภาพจริงและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน และ 2) การร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มของนักเรียนตามความถนัดของตน ในการเลือกวิธีการการสอนให้มีประสิทธิภาพและเลือกเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม ผลการประเมินการศึกษาระดับต่างๆ ช่วยสะท้อนถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและจำเป็นต้องได้รับ 3) ผลการขยายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนกลุ่มขยายผลที่เรียนตามรูปแบบหลังเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสูงขึ้นไปในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ รูปแบบการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรและโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่มีนักเรียนในลักษณะเดียวกันนี้ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ ของครูทั้ง 2 โรงเรียน มีเป้าหมายเดียวกันในการพัฒนานักเรียนด้านบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายหลักของประเทศไทย เพื่อให้ นักเรียนได้ข้อค้นพบที่เป็นความรู้ในศาสตร์ทางด้านต่างๆ ในมุมมองแบบองค์รวมด้วยตนเอง มีการกำหนดเป้าหมายเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย และยังใช้กระบวนการที่ไม่ซับซ้อนมากนักในระยะแรกของการใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM มีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการดำเนินชีวิตประจำวัน ได้แก่ ขั้นที่ 4 การวางแผนและพัฒนา

(Develop) คือ มีการบูรณาการโดยเป็นกระบวนการให้นักเรียนได้พบเป้าหมายและใช้ในการอ้างอิงการประเมินผลการเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยการอธิบายซึ่งแม้ว่าจะเป็นส่วนที่ยังไม่ค่อยมีความซับซ้อนมากนัก บูรณาการตามลำดับเวลาและเนื้อหา แต่พบว่าครูต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนอย่างมากเนื่องจากเป็นสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ไม่เห็นความสำคัญของการเชื่อมโยงการบูรณาการ แต่นักเรียนต้องมีความมุ่งมั่น ตั้งใจ และรับผิดชอบในการเรียนและการทำงานมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Park et al. (2016) เรื่องการรับรู้ของครูและแนวปฏิบัติเกี่ยวกับ STEAM ในเกาหลีใต้ กล่าวว่าการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสวงหาการรวมกันของการศึกษามีรากฐานและแรงจูงใจโดยการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจความสนุกสนานในการเรียนรู้รวมถึงการเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์การเรียนรู้จากบุคคล มีการบูรณาการและการรวมเนื้อหา หมายถึง บูรณาการและการรวมกันของเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อเนื้อหาของการศึกษาไปสู่ชีวิตจริงในมุมมองแบบองค์รวม มีการบูรณาการ ความต้องการ และตระหนักการนำความรู้ด้านต่างๆ ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่วนหลังเรียนการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนสื่อสารถึงผลที่เกิดขึ้นถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ร่วมมือกันทำงานตามความสามารถและความถนัด และเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยครูต้องรับฟังปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข สอดคล้องกับ เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว (2557) กล่าวว่าความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญเป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่างๆ พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิด วิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม มีสื่อสาร ต้องรับฟังผู้อื่น และถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ต้องสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถเขียนหรือ

อธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลสรุปการขยายผล รูปแบบการเรียนการสอน STEAM หลังเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยีเป็นคุณสมบัติที่มีอยู่แล้วในตัวนักเรียนทุกคนที่ครูสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้น เสริมการเรียนรู้ครูสามารถสร้างและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรมเทคโนโลยี โดย 1) เชื่อมั่นความสามารถของนักเรียนและให้ความรู้ตามลำดับเวลาและเนื้อหา และ 2) สร้างบรรยากาศอิสระในการคิดและปฏิบัติโดยไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยครูต้องรับฟังปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ครูต้องมีการบูรณาการการเรียนการสอนในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ประสบผลสำเร็จ ครูควรทำหน้าที่ผู้ชี้แนะ (Coach) มากกว่าให้ความรู้ (Teach) มีการทำงานร่วมกัน สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ครูผู้สอน-นักเรียนมีส่วนร่วมกัน ประเมินและโรงเรียนสนับสนุนให้ครูเตรียมความพร้อมก่อนนำความรู้ไปใช้

2. การนำรูปแบบการเรียนการสอน 6Ds Model ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้บริหารต้องให้การสนับสนุนครูอย่างเหมาะสมทั้งเวลาและทรัพยากร ผู้บริหารควรสร้างโอกาสให้ครูร่วมวางแผนหลักสูตรและส่งเสริมให้มีการร่วมกันทำงานบ่อยครั้งหรือตลอดไป ครูผู้สอนควรร่วมมือร่วมใจมีการกำหนดแก่นเรื่องการเรียนรู้ (Theme)

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา ศิริธัญญรัตน์. (2556). *การพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ทิตนา แคมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรงกับเป้าหมายของโรงเรียน และการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ของนักเรียน ความพร้อมในเรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของนักเรียน และความมุ่งมั่นในการทำงานของนักเรียน เพื่อวางแผนการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน รวมทั้งต้องตรวจสอบความสามารถในการคิดเชิงระบบ

3. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการอย่างหลากหลายและควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เน้นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง และครูควรให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิด และต่อเนื่อง เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยครูต้องรับฟังปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข ครูควรชี้ให้เห็นถึงบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ตามการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนแนวคิด STEAM รูปแบบใหม่ที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบันที่กระตุ้นให้นักเรียนส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมตนเอง
2. ควรมีการวิจัยรูปแบบการสอนแนวคิด STEAM เกี่ยวกับประเด็นที่มีการประเมินร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนโดยใช้การประเมินที่หลากหลายในการสร้างสรรค์นวัตกรรม
3. ควรมีการวิจัยพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ STEAM ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนในการจัดการบริหารหลักสูตร (Curriculum Management) ควรศึกษาวิจัยเรื่องต่างๆ เหล่านี้ อย่างลึกซึ้ง

- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL). *สสวท*, 188, 14-17.
- ภูษงค์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2558). *กระบวนการค้นคว้าวิจัยเพื่อเสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). *การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์*, 45(1), 320-334.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2014). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัย แนวโน้มภาพอนาคตการศึกษาและการเรียนรู้ของไทยในปี พ.ศ. 2573*. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด.
- สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคลสำนักงาน ก.พ. (2560). *ประเทศไทยในบริบทไทยแลนด์ ๔.๐ ภายใต้รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๖๐*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.พ.
- สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2560). *ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาที่ยั่งยืน: กระบวนการพัฒนาสู่ประเทศไทย 4.0*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- หทัยภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 32(1), 123-133.
- Kim, H., & Chae, D.-H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925-1936.
- Park, H. J., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Thousand Oaks: Calif : Sage.
- Sooraksa, P., Sakornantant, S., Jansri, A., & Klomkarn, K. (2016). Tree Robot: an Innovation for STEAM Education. *IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics*, 338-341.
- Yakman, G. g. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology 2008 Annual Proceedings*.