

การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถใน
การสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

The Development of an Instructional Model by STEM Education Enhancing
Innovation Ability for Primary School Students

ภัทรา อุ๋นทินกร (Pattrra Untinagon)*

มาเรียม นิลพันธุ์ (Maream Nillapan)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหา
ประสิทธิภาพการพัฒนาแบบแผนการสอน 2) เพื่อประเมินประสิทธิผล ของการพัฒนาแบบแผนการสอน 3) เพื่อ
ขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราช
ภัฏสวนสุนันทา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการ
ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินนวัตกรรม แบบประเมินผลสัมฤทธิ์และ
แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย
($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) t-test dependent ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการสอนตาม
แนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษา มีชื่อว่า “5P Model” มีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์
กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัด และเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน
คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา (Problem Identifying: P) 2) เตรียม (Providing for Processing : P) 3)
กระบวนการ(Planning innovation: P) 4) ต้นแบบ (Prototyp Creating:P) 5)นำเสนอ นวัตกรรม
(Presenting) ประสิทธิภาพของรูปแบบ 82.17/81.08 (2)หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนนักเรียนมี
พัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05 (3) ผลการขยายผล พบว่า หลังการจัดการ
เรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มขยายผลมีพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมสูงขึ้น
จากระดับพอใช้เป็นระดับดีและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่รับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอน / แนวคิดสะเต็มศึกษา / ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

* นักศึกษาปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Abstract

The purposes of this research is to: 1) To develop the STEM Education Model using creativity and innovation for primary 5 students. The purposes of this research is to: 1) To develop and efficiency in development of the instructional STEM Education Model. 2) To the effectiveness of the development of teaching 3) To expand the teaching Model Sample group primary 5 students Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University 30 students. Tools used in the experiment include. Teaching STEM Education Model. User manual Teaching Model Learning Lesson plan, Innovation Assessment form Achievement Assessment form and questionnaire opinions about the teaching and learning Model. The statistical analysis employed were parentage (%) Mean (), standard deviation(S.D), t-test dependent. The results of the study 1) The Instruction According to the concept STEM Education Model. There are 5 important components. Ts the principle, objective, Instruction, Evaluation and conditions for applying the Model. The teaching and learning process has 5 steps Is 1) Problem I dentifying : P) 2) Providing for Processing : P) 3) Planning innovation:P) 4) Prototyp creating : P) 5) Preseting The result of 82.17/81.08 (2) After studying according to the teaching and learning students have development in creating more innovation from a fair level to a very good level and with mathematical achievement higher than before studying with the statistical singniticance of .05 (3) The researcher disseminated After receiving instruction, By the in stractional Model using. The students could develop their ability in creating innovation higher than from a fair level to a good level and have achievement formal Mathematics Higher then before learning was significant at .05

Keywords: The Instructional STEM Education Model/ STEM Education Ability in creating innovation

บทนำ

โลกยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) ซึ่งมี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความก้าวหน้าทั้งด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ “นวัตกรรม” จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาองค์กรในอนาคต (Michael peng , 2560) และถือว่าต้องได้รับการพัฒนาตั้งแต่ระดับรากหญ้า (GLOBAL INNOVATION INDEX , 2018) การพัฒนาประเทศในยุคที่มีการแข่งขัน การเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนจึงมีความสำคัญ ประเทศต่างๆ กำลังเร่งพัฒนานวัตกรรมและนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มผลิภาพการผลิตเพื่อเป็นอาวุธสำคัญในการต่อสู้ในสนามแข่งขันของโลก และการใช้ในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ , 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์การศึกษาแห่งชาติที่มุ่งให้การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีด

ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา) ตามกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายไปที่ผู้เรียน เกิดคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนจะใช้ความรู้ในสาระหลักไปบูรณาการสังสมประสบการณ์กับทักษะ 3 ทักษะ เพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะ สื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ (อ้างถึง , แนวการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21 century skills) ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศให้เป็น Thailand 4.0 ในแง่มุมของการพัฒนาประเทศ คือ การพัฒนาประเทศด้วยนวัตกรรม (Innovation) ที่เป็นประสิทธิภาพ (Efficiency) ของการทำงาน (ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์) Strength from Within หรือการสร้างความเข้มแข็งจากภายใน มีกลไกในการขับเคลื่อนหลักอยู่ 3 ต่อ คือ 1). การยกระดับนวัตกรรม (Innovation Driven Proposition) ของทุกภาคส่วนในประเทศ 2). การสร้างสังคมที่มีจิตวิญญาณของความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneur Driven Proposition) 3). การสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและเครือข่าย (Community Driven proposition) (อ้างถึงแนวคิดเกี่ยวกับประเทศไทย 4.0 , Thailand 4.0)ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า ทักษะพื้นฐานที่มนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ทุกคนต้องเรียน คนที่อ่อนแอในทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมจะเป็นคนที่ตามโลกไม่ทัน ชีวิตก็จะยากลำบาก ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมนี้อยู่ที่ Knowledge – and Skills Rainbow ซึ่งเป็นหัวใจของทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช ,2555) การดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ และสิ่งใหม่ๆ เพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ (อ้างถึง ,พิชญ์ มานะกิจ , 2558) เชื่อมโยงกับแผนการศึกษาชาติ พ.ศ. 2560 – 2569 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) กระทรวงศึกษาธิการจัดการการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ.2551 เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพโดยหลักสูตร มีวิสัยทัศน์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม และมีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข มีความรู้ทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ และมีการพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพโดยกำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับกับยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (2560 – 2579) ยุทธศาสตร์ที่ 2 ยุทธศาสตร์ด้านความสามารถในการแข่งขัน หัวใจสำคัญของความสามารถในการแข่งขันของประเทศ คือ เพิ่มผลผลิตการผลิต (Productivity) โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและพัฒนา และนวัตกรรมในทุกสาขา ของภาคการผลิตและบริการที่เป็นฐานรายได้เดิมและที่ต่อยอดเป็นฐานรายได้ใหม่ นวัตกรรม ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (พันธุ์อาจ ชัยรัตน์: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ) การจัดการเรียนการสอนเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะตามวิสัยทัศน์ของหลักสูตรจำเป็นต้องให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาและสามารถนำความรู้ไปประกอบอาชีพ การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด (Children Center) กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม 2545, 2553) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์ ที่ 3 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละช่วงวัย โดยผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ตามทฤษฎีการศึกษาและส่งเสริมให้ผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อนำองค์ความรู้ต่างๆ มาพัฒนาให้ผู้เรียนนำทักษะความคิดสร้างสรรค์ มาผนวกกับกับศาสตร์การเรียนรู้อื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างนวัตกรรมที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมและถือเป็นการสร้างรากฐานทางด้านความคิดความสามารถทางด้านทักษะสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมเพื่อต่อยอดในการผลิตนวัตกรรมซึ่งเป็นพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนพึงมีในทักษะในศตวรรษที่ 21 และถือเป็นรากฐานในการนำองค์ความรู้และประสบการณ์ที่จะนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อการแข่งขันบนเวทีระดับโลก

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 2 เพื่อประเมินประสิทธิผล ของการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 3.เพื่อขยายผลรูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

สมมติฐาน

1. รูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
- 2 . นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนกลุ่มขยายผลตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ระหว่างเรียนนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมหลังเรียนสูงขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน

คำถามในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดคำถามวิจัยครั้งนี้ เพื่อออกแบบการวิจัยสำหรับการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดังนี้

1 รูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบและกระบวนการจัดการเรียนสอนและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80 หรือไม่ อย่างไร

2. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นอย่างไรในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนตามรูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2.2 พัฒนาการของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เป็นอย่างไร

3. นำรูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ไปขยายผล มีผลเป็นอย่างไร

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 1) หลักการแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน ซึ่งพัฒนามาจากการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model (Kevin,2009) 1) แบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ ดิกค์ แครีย์และแครีย์ (Dick,Carey and Carey,2005) และสังเคราะห์การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของทีศนา แคมมณี (2559) ; Joyce and Weil (2009) 2) หลักการแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) แนวคิด STEM Education รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Learning : IBL) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคต (Future Problem Solving) และ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) 3) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมายการวิจัย

การวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 65 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่

เรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค 15101 จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1)รูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบประเมินนวัตกรรม 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 5) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน โดยค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เท่ากับ 82.17/81.08 คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.25 คุณภาพแบบประเมินนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 1.40 คุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\bar{X}$ = 5, S.D. = 0 และคุณภาพแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.48

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนาแบบผสมผสานวิธี (Mixed Method Research) โดยมีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณเป็นหลัก และสนับสนุนด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพ (Embedded Design) เป็นงานวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานดังนี้ (1) วิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) (2) วิเคราะห์ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของหลักสูตรโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (3) ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (4) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับปัญหาของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 (5) สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D₁) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (Design and Development : D&D) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนา หาคุณภาพ และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาเป็นโครงร่างรูปแบบ แล้วจัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion : FGD) เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความ

เที่ยงตรงของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ และหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (Field Tryout) ก่อนนำไปทดลองใช้จริง (Implement) กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R₂) เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (Implementation : I) ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านการหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแล้ว นำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิจัยแบบพัฒนาการ (The Equivalent Time Series Design) โดยทำการประเมินผลก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ระหว่างการใช้และหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แบบทดสอบ แบบประเมินนวัตกรรม และแบบสอบถามความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D₂) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (Evaluation : E) เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยศึกษาผลการประเมินก่อนเรียน หลังเรียน ศึกษาพัฒนาการของนักเรียนด้านความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมและนำไปขยายผล

(Transportability) โดยผู้วิจัยดำเนินการประเมินผลรูปแบบที่ใช้ตามวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยจัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ๆ ละ 6 คาบ รวม 40 คาบ โดยแบ่งเป็น ระยะที่ 1 ชั่วโมงที่ 1-10 ระยะที่ 2 ชั่วโมงที่ 11-20 ระยะที่ 3 ชั่วโมงที่ 21-30 ระยะที่ 4 ชั่วโมงที่ 31-40 ระหว่างการใช้รูปแบบ ชั่วโมงที่ 2 - 20 ตรวจสอบสอบสภาพจริงเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ใบงาน พัฒนาการสร้างนวัตกรรม และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ (Scoring Rubrics) เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อนำผลการประเมินไปหาค่าประสิทธิภาพ (E₁/ E₂) ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตามลำดับที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งนำผลไปศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบ ชั่วโมงที่ 20 ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมตามลำดับผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตามลำดับมี 5 ขั้นตอน ตาม 5 P Model ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (Problem Identifying: P) ขั้นที่ 2 เตรียม (Providing for Processing : P) ขั้นที่ 3 กระบวนการ (Planning innovation: P) ขั้นที่ 4 ต้นแบบ (Prototyp Creating) ขั้นที่ 5 นำเสนอ นวัตกรรม (Presenting)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentege) t – test แบบ dependent ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.)

ผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า “5 P Model” มีองค์ประกอบคือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน การประเมินผลและเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการจัดการเรียนการสอนมี 5 ขั้น โดยมีรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดังภาพที่ 1



เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้
ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้
การเตรียมความพร้อมเรื่องความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ การมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสืบค้นข้อมูล
ปัจจัยสนับสนุน
1. ผู้สอนต้องศึกษาทำความเข้าใจองค์ประกอบของรูปแบบการสอนพร้อมทั้งทำความเข้าใจกับผู้เรียนในองค์ประกอบแต่ละขั้นตอน
2. ผู้สอนต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การบูรณาการ (STEM Education)
3. ผู้สอนต้องเข้าใจบรรยากาศการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดจินตนาการ

ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอน 5P Model

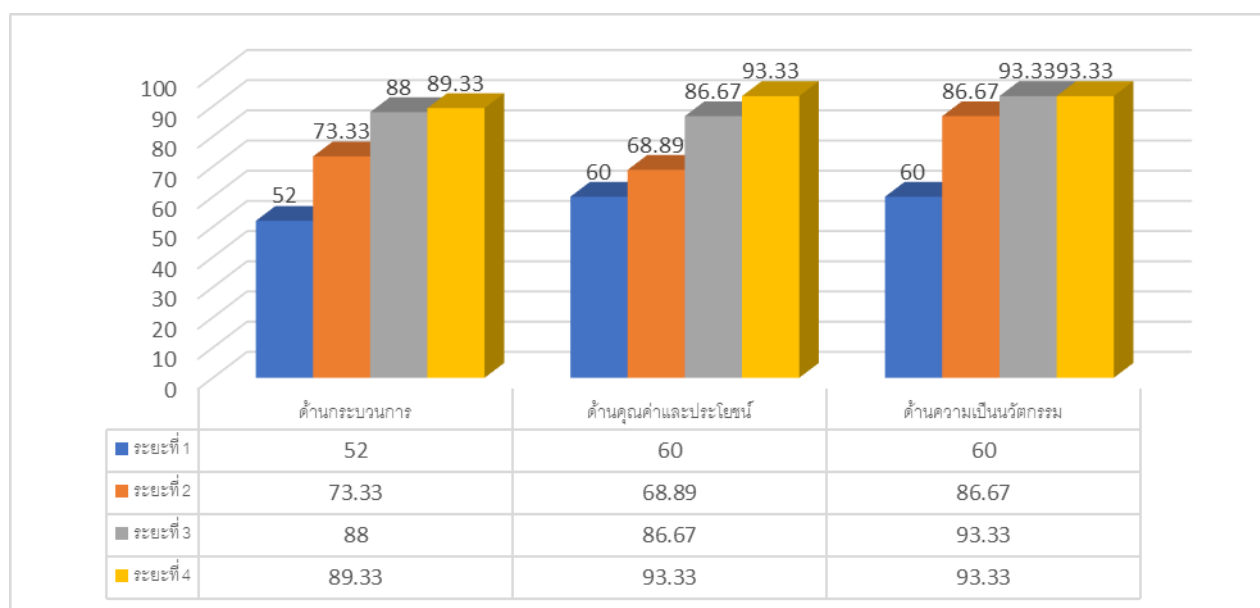
2. หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมากและนักเรียนมีความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนต่อยอดการสร้างนวัตกรรมเพื่อใช้

ในการแก้ปัญหาในอนาคต นำองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงานพัฒนาการด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล และเป็นขั้นตอน ส่งผลทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียน การสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	30	40	15.97	5.92	13.96*
หลังเรียน	30	40	26.30	7.63	

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยรวม 3 ด้าน และจำแนกเป็นรายด้าน



3. ผลการขยายผล พบว่า หลังการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับมากที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา หรือ เรียกว่า “ 5 P Model ” มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.17/81.08 ทั้งนี้เนื่องจาก รูปแบบการเรียนการสอนได้จากการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ร่วมกับการออกแบบระบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ที่เรียกว่า “ADDIE Model” โดยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 คือ การวิจัย (Research :R₁) มาเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในขั้นตอนที่ 2 คือ การพัฒนา (Development: D₁) มีการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพ ทดลองใช้ ก่อนนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการสอนของ จอยซ์ และ เวลล์ (Joyce and Weil,2004) ที่กล่าวถึงการพัฒนารูปแบบการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ และเมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพเชิงการนำไปใช้จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข สอดคล้องกับ วัชราน เล่าเรียนดี (2556) ที่ได้สรุปขั้นตอนสร้างรูปแบบและพัฒนา รูปแบบว่าจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูล และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนต่อยอดการสร้างนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นำองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงานพัฒนาการด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล และเป็นขั้นตอน

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับ .05 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก ซึ่งยอมรับสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและคอยช่วยเหลือซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (Underhill,199;Glaserfeld,1995; Fosnot, 1996) นอกจากนั้นรูปแบบการเรียนการสอนยังมุ่งให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล การร่วมกันตัดสินใจ แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ร่วมกันวางแผนอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาในอนาคตเกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และอาจเป็นเพราะกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 หนดปัญหา ขั้นที่ 2 เตรียม ขั้นที่ 3 กระบวนการ ขั้นที่ 4 ต้นแบบ ขั้นที่ 5 นำเสนอนวัตกรรม ได้รับการพัฒนาตามแนวคิด STEM Education ;) แนวคิด STEM Education รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Learning : IBL) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคต(Future Problem Solving)และ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สอดคล้องกับ (จำรัส อินทลาภาพร,2558; คมสันต์ หลาวเหล็กและคณะ, 2558; นิวัฒน์ บุญสม, 2556; พิชญณ์ พานะกิจ,2558; พิพัฒ ไพบูลย์วัฒนกิจ,2559)

3. ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนโดยรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างนวัตกรรมจากอยู่ในระดับพอใช้เป็นอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจาก รูปแบบการเรียนการสอนได้พัฒนาขึ้นตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ดำเนินการวิจัยแล้วนำผลจากการวิจัยมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เมื่อได้รูปแบบการเรียนการสอนแล้วนำรูปแบบการเรียนการสอนไปดำเนินการวิจัย แล้วนำผลจากการวิจัยมาปรับปรุงแก้ไข (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งสอดคล้อง จอยซ์ และ เวลล์ (Joyce and Weil,2004) ที่กล่าวว่าหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพ และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข สอดคล้องกับแนวคิด ทิศนา ขัมมณี (2559) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอน คือ แบบแผนการดำเนินการสอนที่ได้รับการจัดเป็นระบบ อย่างสัมพันธ์สอดคล้องกับทฤษฎี/หลักการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือและได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่าประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา หรือ เรียกว่า “ 5 P Model ” มีฐานการคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism) และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงความให้ความสำคัญในการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง และผู้สอนควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ผู้สอนควรกระตุ้นผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมเห็นถึงความสามารถของตนเอง แสดงออกถึงความสามารถของตนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการสืบค้นหาข้อมูล เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับตนเองในการคิดค้นหาลิขสิทธิ์ใหม่ ถือเป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการสร้างนวัตกรรม
2. ผู้สอนควรมีกำกับติดตาม ให้คำชี้แนะ ในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้ในการเรียนรู้อัตนศาสตร์ ดังนั้นควรนำกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อหาข้อสรุปว่าสอนตามแนวคิด STEM Education เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับทุกสาระการเรียนรู้ได้
2. การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-5 ดังนั้นควรนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นเพื่อหาข้อค้นพบถึงประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

References

- Board of Directors for production and administration of courses. (2554). Science and mathematical methods. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat.
- Chamras Intalaporn. (2558). Training course development to enhance the ability to manage learning according to the STEM study for elementary school teachers.
- Chotima Nooprick. (2553) Development Of An Assessment System In Mathematics Instruction For Seventh Grade Students. Silpakorn Educational Research Journal.
- Komson Laowlek and Sitthipon Art – in. (2558). The Development of Futuristic Thinking Ability and Futurist Thinker Characteristics For Grade 12 Students by Jurisprudential Model with Forecasting Techniques. Journal of Education Graduate Studies Research
- Maream Nillapun, Siriwan Vanichwatanavorachai and Atikamas Makjui. (2556). The Development of Instructional Innovation based on Differentiated Instruction.
- Maream Nillapun. (2558). Educational research methods. 9th Print: Nakhon Pathom: Educational Research and Development Center. Faculty of Education Silpakorn University.
- Ministry of Education. Basic Education Core Curriculum, Buddhist Era 2551 (Edit 2560). Bangkok: Kuruspa Ladprao Printing Company. 2551.
- National STEM Education Center. (2558). STEM Teacher Training Course Guide on Introduction to STEM Education. Bangkok: School of science and technology, Ministry of Education.
- National STEM Education Center. (2558). Guide to the STEM Education Network. Bangkok: School of science and technology, Ministry of Education.
- Natnicha Ruenboon. (2557) The Results of Learning by Future Problem Solving Process on Critical Thinking and Creative Thinking of Gifted and Talented Students in Science and Mathematics in Lower Secondary School.
- Niwat Boonsom (2556). The development of an instructional model using creative problem solving process to enhance health innovation of science gifted students. Theses (Ph.D) - Curriculum and Instruction silpakorn
- Noawanit Songkram. (2557). Innovation : Transform learners into innovators from research to practice.
- Office of the board of Education. (2557) How will Thai education reform the world in the 19th century 21st? , Printing company, good printing.
- STEM Education, Thailand. (2558). Brainstorming Seminar Report on Stem Education in Biology.

- Sopha Munruen. (2559). A Development of Science Subject. To Conquer Achievement of Grade 5 Students. By Using STEM Education. Case Study of Suphannapoom School.
- Pipat Paiboonwattanakit. (2559). The development of learning achievement and future problem solving using Torrance's future problem solving model for mathayomsuksa 5 students. Master of Education Program in Teacher Social Studies Department of Curriculum and Instruction Graduate School, Silpakorn University
- Porntip Siripathrachai. (2556). STEM Education and 21st Century Skills Development. Executive Journal.
- Rujiraporn Ramsiri. (2556). The Development of Science Instructional Model by Using Research-Based to Enhance Research Skills, Creative Problem-Solving Skills and Scientific Minds of Secondary School Students. Silpakorn Educational Research Journal.
- Tisana Khemmani. (2559). Science of Teaching Pedagogy, Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Vicharn Panich. (2556). Building learning into the 21st century. Bangkok Printing Company.
- Watchara Laowreandee. (2555). Thinking skills instructional models and strategies. Nakhon Pathom Faculty of Education Silpakorn University Sanam Chandra Palace Campus.
- Worapoj Wongkitrungruang (2556). 21st century skills : rethinking how students learn / James Bellanca และ Ron Brandt. Bangkok open world.

ภาษาต่างประเทศ

- Beers, Sue Z.(2011).Teaching 21st Century Skills.an ASCD action tool. Virginia: ASCD.
- John W. Creswell.(2015). A Concise Introduction to Mixed Methods Research.
- Jeffrey J. Kuenzi.(2008) .Science,Technology,Engineering and Mathematics (Stem) Education : Background,Federal Policy , and Legislative Action, University of Nebraska - Lincoln.
- Burnette, C. (2005). Idesign-seven ways of design thinking: A teaching resource. from <http://www.idesignthinking.com>.
- Micah Stohlmann,(2014) Considerations for Teaching Integrated STEM Education, University of Minnesota, Twin Cities.Connor, A.M., Karmokar, S & Whittington, C Auckland University of Technology, Auckland,New Zealand . From STEM to STEAM : Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education.
- Kylie Peppler, Indiana University Bloomington, STEAM - Powered Computing Education : Using E - Textiles to Integrate the Arts and STEM.

Margaret E. Madden^{a*}, Marsha Baxter^a, Heather Beauchamp^a, Kimberley Bouchard^a, Derek Habermas^a, Mark Huff^a, Brian Ladd^a, Jill Pearson^a, Gordon Plague^a. Procedia Computer Science 20 (2013) 541-546. Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum.