

The Study of STEM Projects to Improve Students' Creative Thinking and Beliefs of Teachers and Students Toward STEM Projects for Improving Creative Thinking in Southern Secondary Schools

Bunyisa Saelo*

Ed.D.(Mathematics Education), Assistant Professor

Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Suratthani Campus

Watsana Boonsawaeng

M.Sc. (Applied Mathematics), Lecturer

Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Suratthani Campus

*Corresponding author: bunyisasaelo@gmail.com

Received: February 27, 2020/ Revised: June 10, 2020/ Accepted: June 29, 2020

Abstract

The objectives of this study were 1) to study the effects of STEM projects on developing creative thinking in secondary students. 2) to study the beliefs of students on STEM projects to improve creative thinking 3) to study the beliefs of teachers on STEM projects to improve student's creative thinking. Exemplifying were 1. The 6 volunteer mathematics teachers from 5 schools were trained in STEM education before using treatment with the student. 2. 146 students from 5 schools. The study used 1- month treatment. The instruments of this study were Torrance's creative thinking test, interview form about the belief of students, and questionnaires about the belief of teachers (google form).

The results illustrated that secondary students after treatment had a higher level of creative thinking at a confidence level of .01 than before. The student interviews showed that 72.22% of the target students (13 out of 18) believed their creative thinking could be improved by STEM projects. The results for teachers showed 100% of the teachers agreed that the STEM project could improve secondary students' creative thinking: 40% at the highest level, 20% at the high level, and 40% at the medium level, and nobody does not agree.

Keywords: Creative Thinking, Torrance Creative Thinking Test, STEM Project

การศึกษาผลของโครงการแบบสะเต็มที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนและความเชื่อของครูและนักเรียนที่ว่าโครงการ แบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ในโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาในภาคใต้

บุญญิสา แซ่หล่อ*

กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

วาสนา บุญแสง

วท.ม.(คณิตศาสตร์ประยุกต์), อาจารย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

*ผู้ประสานงาน: bunyisasaello@gmail.com

วันรับบทความ: 27 กุมภาพันธ์ 2563/ วันแก้ไขบทความ: 10 มิถุนายน 2563/ วันตอบรับบทความ: 29 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของโครงการแบบสะเต็มต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 2) ศึกษาความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ภายหลังการทำโครงการ 3) ศึกษาความเชื่อของครูที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ภายหลังการทำโครงการ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยจาก 5 โรงเรียนจำนวน 6 คน โดยจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับโครงการแบบสะเต็มก่อนที่จะไปทดลองกับนักเรียน การทดลองใช้เวลา 1 เดือน 2) นักเรียนจากโรงเรียน 5 โรงเรียนในภาคใต้ จำนวน 146 คน การทดลองใช้เวลา 1 เดือน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance (Torrance's creative thinking test) แบบสัมภาษณ์ความเชื่อของนักเรียน และแบบสอบถามความเชื่อของครู (google form)

ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังทำโครงการแบบสะเต็มนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อเทียบกับก่อนการทำโครงการ ผลการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียน 72.22% (13 คนจาก 18 คน) เชื่อว่าการทำโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาได้ และผลจากที่ให้ครูทำแบบสอบถามผ่าน google form พบว่า 100% ของครูทั้งหมด ยืนยันว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยมีรายละเอียดคือ 40% เห็นด้วยอย่างยิ่ง 20% เห็นด้วย ส่วนอีก 40% เห็นด้วยในระดับปานกลาง และไม่มีครูที่ไม่เห็นด้วย

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์, แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์, โครงการแบบสะเต็ม

บทนำ

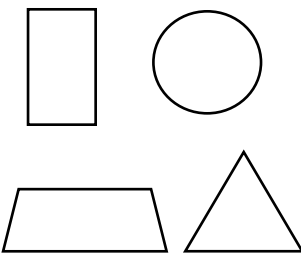
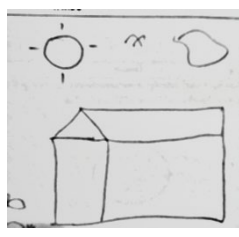
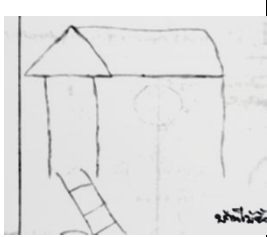
นโยบายของประเทศไทย 4.0 ให้ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อย่างมากดังที่ (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพ, 2559) มีเป้าหมายเพื่อหลุดพ้นกับดัก โดยปรับเปลี่ยนกลไกการขับเคลื่อนการเติบโตชุดใหม่ (New Growth Engines) เพื่อเปลี่ยนผ่านประเทศไทยไปสู่ “ประเทศ ในโลกที่หนึ่ง” ภายในปี 2575 เพื่อให้หลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง ด้วยการสร้างความมั่งคั่งผ่านกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ปัญญา เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ (Competitive Growth Engines) เพื่อก้าวสู่ประเทศที่มีรายได้สูง โดยเปลี่ยนจาก “ทำมาหากินน้อย” เป็น “ทำน้อยได้มาก” หากแต่ผลการศึกษาคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยพบว่านักเรียนไทยยังขาดความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ (Kaewkanha, Srichumnong, and Pawanlanchakorn, 2017) สภาพปัญหา พบว่านักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดความคิดคล่องแคล่วในการใช้คอมพิวเตอร์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบางวิชาไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ผลการวัดความคิดสร้างสรรค์

ก่อนการพัฒนานักเรียนทุกคนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และ (สมาน อัครภูมิ, 2558) การประเมินคุณภาพการศึกษาพบว่า นักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์

ผลการสอบถามคุณครูที่เข้าร่วมพัฒนาการทำโครงการแบบสะเต็ม และจากการเป็นกรรมการพิจารณาโครงการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์พบว่าครูส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการทำโครงการแบบสะเต็ม และยังไม่นำไปปรับใช้กับการเรียนการสอนไม่มาก โดยส่วนใหญ่นำไปใช้แต่ไม่ได้เจาะจงเพื่อพัฒนาสิ่งใดทำให้ได้ผลการพัฒนาไม่ชัดเจน นอกจากนี้ ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการทำ pretest พบว่านักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์ “เมื่อกำหนดรูปตั้งต้นให้ เช่น รูปวงกลม นักเรียนเกือบครึ่งห้อง ออกแบบวาดรูปเพิ่มเติมออกมาในรูปแบบเดียวกัน เช่น รูป โถ่ บ้าน ไม่มีนักเรียนที่วาดรูปต่างออกไปจากกลุ่มเลย” ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบ pretest กิจกรรม 2 ซึ่งได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลจากการทดสอบ pretest เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ตัวอย่างข้อสอบ	คำตอบของนักเรียน		
กิจกรรม 2 (Combine) จงสร้างสรรค์รูปภาพจากรูปต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุชื่อ	นักเรียนคนที่ 1	นักเรียนคนที่ 2	นักเรียนคนที่ 3
			

ผลจากตารางจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์น้อย ทั้ง ๆ ที่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาส่วนใหญ่มีความคิดคล้าย ๆ กัน ไม่ค่อยเจอคนที่มีความคิดต่างออกไปมาก เป็นเรื่องที่น่าศึกษา และควรพัฒนาอย่างมากเพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะอยู่ในสังคมแห่งการแข่งขัน และสังคมที่ต้องใช้ความคิดที่แปลกใหม่ในการประกอบอาชีพ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดในการพัฒนาการเรียนการสอนที่เป็นการบูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (Gonzalez & Kuenzi, 2012; Individual & Prosperity, 2016; Reeva, 2013) นอกจากนี้ White (2014) กล่าวว่าแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามีความเป็นมายาวนานและเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลมาจากสงครามโลกครั้งที่สอง และการที่รัสเซียส่งดาวเทียมสปุตนิก (Sputnik) ไปในอวกาศในปี 1957 ทำให้อเมริกาต้องปรับเปลี่ยนเนื้อหา ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปอย่างมาก องค์ประกอบของสะเต็มศึกษาที่กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบดังนี้

วิทยาศาสตร์: เป็นการศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับธรรมชาติ และพฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ และลักษณะทางกายภาพ ผ่านการสังเกต การทดลอง และการวัด และสร้างเป็นกฎขึ้นมาเพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ ในรูปแบบทั่วไป

เทคโนโลยี: เป็นความรู้แขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและเทคนิคการใช้เครื่องมือ และการนำไปใช้เพื่อพัฒนาชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ในบริบทของการนำศาสตร์ด้านศิลปะ วิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

วิศวกรรมศาสตร์: เป็นกระบวนการแห่งการปฏิบัติเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ฟิสิกส์หรือเคมี โดยการนำไปสร้างเครื่องจักร สะพาน อาคาร เรือ และโรงงานเคมีภัณฑ์

คณิตศาสตร์: เป็นกลุ่มของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น พีชคณิต เรขาคณิต

และแคลคูลัส ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับจำนวน ปริมาณ รูปร่าง และปริภูมิ และความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์

งานวิจัยที่กล่าวว่าโครงการแบบสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ได้ เช่น วงศ์ณภา แก้วไกรสร และ นันทรัตน์ แก้วไกรสร (2561) พัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคตกับนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โรงเรียนโนนสะอาดชุมแสงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 30 คน พบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก นอกจากนั้น Byrum (2015) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ทำโครงการแบบสะเต็มจะเพิ่มความสามารถให้นักเรียนนำเนื้อหาไปประยุกต์ในสถานการณ์จริง และการขยายความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งการทำดังกล่าวเป็นการทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น Katanski (2013) กล่าวว่า การจะเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถทำได้โดยใช้สะเต็ม นอกจากนี้ Sarah and Dean (2016) กล่าวว่า หลักสูตรสะเต็มของออสเตรเลียเป็นความรู้เชิงลึก ที่จะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นผู้นำเพื่อเป็นทักษะสำหรับโอกาสการได้งานทำในอนาคต Lou, Chou, Shih, and Chung (2017) ศึกษาการใช้โครงการตามแนวคิดแบบสะเต็มต่อความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า แนวคิดหลักของการสอนโดยใช้โครงการแบบสะเต็มซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ

นักเรียนได้ นอกจากนี้ โครงงานแบบสะเต็มมี ประสิทธิภาพพัฒนาไปถึงระดับองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ เช่นในเรื่องความกล้าเผชิญกับ สิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็นจินตนาการ และการแข่งขัน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการให้นักเรียนทำ โครงงานแบบสะเต็มน่าจะช่วยพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนไทยได้ โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการศึกษาคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดย ให้นักเรียนทำโครงงานแบบสะเต็มผ่านการดูแล อย่างใกล้ชิดของครูเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นจึง ตรวจสอบพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนที่ได้ทำโครงงานแบบสะเต็ม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของโครงงานแบบสะเต็ม ต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาความเชื่อของนักเรียน ที่ว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ได้ภายหลังการทำโครงงาน
3. เพื่อศึกษาความเชื่อของครูที่ว่าโครงงาน แบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนได้ภายหลังการทำโครงงาน

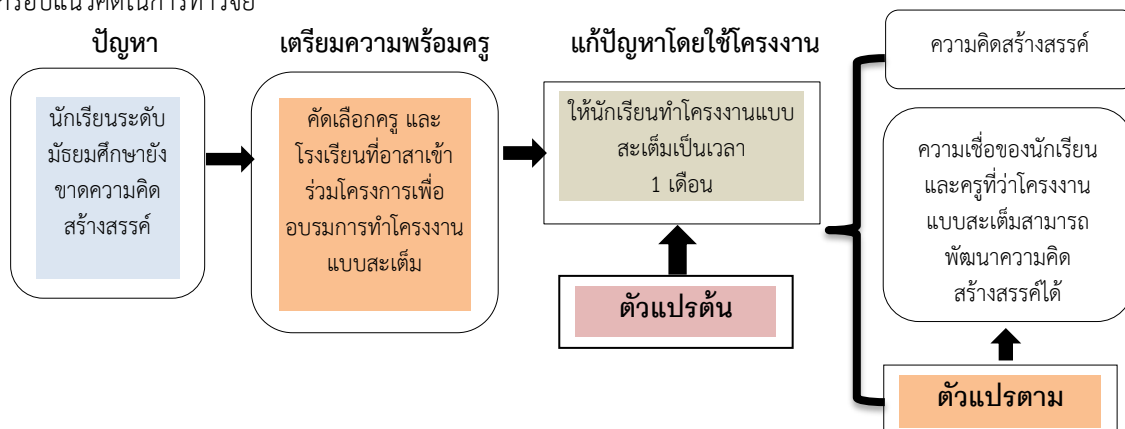
กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากปัญหาที่ว่านักเรียนไทยยังขาดความ คิดสร้างสรรค์ ในข้างต้นงานวิจัยชิ้นนี้มีการศึกษา

ข้อมูลจากงานวิจัยต่าง ๆ และพบว่าการใช้โครงงาน สามารถพัฒนาผู้เรียนได้หลากหลาย ทั้งในด้าน ผลสัมฤทธิ์และด้านอื่น ๆ การเรียนรู้แบบโครงงาน ตลอดเวลา 1 เดือน สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ค่อย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน พวกเขาได้เห็นแนวคิด ที่แตกต่างและหลากหลายจากคนอื่น ทำให้พวกเขา ได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดของตนเอง และ ความคิดเชิงสร้างสรรค์ Harahap (2013) ที่พบว่า จากการทำโครงงานแบบสะเต็มนักเรียนได้รับการ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์มากกว่า การเรียนรู้แบบ ร่วมมือ ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบโครงงาน มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนได้อย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hasani, Hendrayana, and Senjaya (2017) ที่ รายงานว่า การเรียนรู้แบบโครงงานมีผลต่อความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนและสามารถนำไปใช้เพื่อ กระตุ้นและส่งเสริมนักเรียนในทุกชั้นเรียนด้าน วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการทำโครงงาน แบบสะเต็มเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มาเป็น แบบทดสอบเพื่อศึกษาพัฒนาด้านความคิด สร้างสรรค์ของผู้เรียน ทั้งนี้ ในการทำวิจัยดังกล่าว จำเป็นต้องให้ความรู้ครูที่ดูแลการทำโครงงาน เพื่อถ่ายทอดให้ผู้เรียนและสามารถดูแลการทำ โครงงานของผู้เรียนได้ โดยมีกรอบความคิดดัง ภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดในการทำวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดริเริ่ม ความสามารถในการคิดอย่างคล่องแคล่ว มีความยืดหยุ่น และมีความละเอียดลออในการคิด

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ คือ แบบทดสอบที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นตามแนวคิดของ Torrance โดยแบ่งแบบทดสอบเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ 1 Figural และส่วนที่ 2 คือ Verbal

โครงการแบบสะเต็ม หมายถึงการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่เน้นให้ผู้เรียนบูรณาการศาสตร์สี่ด้าน คือ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ตาราง 2

โรงเรียนที่เข้าร่วมทำวิจัย

ชื่อโรงเรียน	จังหวัด	ระดับชั้น
บ้านโคกยาง	ตรัง	6-8
สุวรรณไพบูลย์	นราธิวาส	9-12
มาบอำมฤตวิทยา	ชุมพร	6-8
สุราษฎร์พิทยา	สุราษฎร์ธานี	6-8
สามัคคีศึกษา	ตรัง	9-12
สุราษฎร์พิทยา	สุราษฎร์ธานี	9-12

ภาพประกอบ 2

การอบรมการทำโครงการแบบสะเต็ม



วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยใช้ t-test เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างความร่วมมือกับครูทั้ง 5 โรงเรียน ซึ่งเป็นครูที่เคยทำงานร่วมกันมาก่อนและสนใจทำงานด้านสะเต็มศึกษา โดยมีครูจากโรงเรียนต่าง ๆ เข้าร่วมดังตาราง 2

2. ให้คุณครูเข้ารับการอบรมการทำโครงการแบบสะเต็ม ใช้เวลาอบรม 1 วัน โดยมีครูที่เข้าร่วมจำนวน 6 คน จากทั้งหมด 5 โรงเรียน

3. คุณครูเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และอธิบายนักเรียนเกี่ยวกับการทำโครงงานแบบสะเต็ม

4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนทำโครงงาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ประยุกต์มาจากแนวคิดการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Honeck, 2016; Tests and Thinking, 2012)

5. นักเรียนทำโครงงานแบบสะเต็ม โดยใช้เวลาทำโครงงาน 1 เดือน ได้ผลงานดังรูปประกอบ 3

6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการทำโครงงานโดยใช้ข้อสอบเดียวกับแบบทดสอบก่อนทำ

7. สัมภาษณ์นักเรียนโรงเรียนละ 3 คน โดยคัดเลือกจากนักเรียนที่ได้คะแนนสอบก่อนการทดลองในระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เกี่ยวกับความเชื่อที่ว่า โครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

8. ให้คุณครูทำ google form ซึ่งเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความเชื่อที่ว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

ภาพประกอบ 3

ผลงานนักเรียนจากการทำโครงงานแบบสะเต็ม



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์

มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษางานของ Torrance และ สร้างแบบทดสอบ 2 ด้านคือ 1. ด้านรูปร่าง (Figural) มีแบบทดสอบ 3 ข้อ คือ **กิจกรรม 1** เป็นการนำรูปไปใช้ (Use) เช่น เมื่อกำหนดรูปวงกลม หรือสามเหลี่ยมไว้ให้ ให้นักเรียนนำรูปที่กำหนดไปใช้วาดภาพ **กิจกรรม 2** เป็นการให้รูปร่างที่กำหนดมาประกอบกัน (Combine) และ **กิจกรรม 3** เป็นการทำให้รูปภาพสมบูรณ์ (Complete) 2. ด้านภาษา (Verbal) มีทั้งหมด 6 ข้อ **กิจกรรม 1** เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพที่กำหนดให้ **กิจกรรม 2-3** ระบุสาเหตุของภาพที่กำหนดและระบุได้ว่าจะเกิดอะไรได้บ้างจากภาพที่กำหนด **กิจกรรม 4** กำหนดกระป๋องใบหนึ่งให้นักเรียนคิดว่าสามารถนำกล่องไป

พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใดได้บ้างที่สร้างสรรค์และใช้ประโยชน์ได้ **กิจกรรม 5** ระบุการนำสิ่งของต่าง ๆ ที่กำหนดให้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มากที่สุด และสร้างสรรค์ที่สุด **กิจกรรม 6** กำหนดสถานการณ์ เช่น ถ้าคนสามารถหายใจใต้น้ำได้ ท่านคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ใดได้บ้าง โดยแปลความหมายของข้อสอบของทอแรนซ์ เพื่อให้ใกล้เคียงกับข้อสอบเดิมให้มากที่สุด

1.2. ส่งแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมจำนวน 3 ท่าน ด้านจิตวิทยา ด้านคณิตศาสตร์ และด้านการศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม และปรับปรุงแบบทดสอบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านภาษาที่ใช้

1.3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มใหญ่ 15 คน จากนั้นปรับปรุงด้านภาษา โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัด

ความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ที่ดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Torrance จึงไม่ได้มีการหาอำนาจจำแนก หรือความยากง่าย ส่วนใหญ่ปรับได้เฉพาะภาษาที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์แต่ละข้อ และแบบทดสอบตามแนวคิดของ Torrance เป็น

แบบทดสอบที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงวัยผู้ใหญ่

1.4. ปรับปรุงแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองจริง โดยมีตัวอย่างแบบทดสอบแต่ละด้านดังนี้

ตอนที่ 1 ด้านรูปร่าง (Figural) คำชี้แจง จงตอบคำถามให้ได้มากที่สุด

กิจกรรม 3. การทำให้สมบูรณ์ (Complete) จากรูปร่างที่กำหนดให้ จงวาดหรือต่อเติมให้เกิดความสมบูรณ์พร้อมระบุชื่อของรูปภาพ	<table><tr><td></td><td>ก</td><td></td></tr><tr><td></td><td>ข</td><td></td></tr><tr><td></td><td>ค</td><td></td></tr></table>		ก			ข			ค	
	ก									
	ข									
	ค									

ตอนที่ 2 ด้านภาษา (Verbal)

กิจกรรม 6 ถ้าคนหายตัวไปไหนก็ได้ ท่านคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ใดได้บ้าง	
--	--

2. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ เป็นแบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูใช้สำหรับสัมภาษณ์นักเรียนก่อนและหลังการทดลอง มีขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ดังนี้

2.1. สร้างข้อคำถามเพื่อให้สอดคล้องกับข้อคำถามในแบบทดสอบโดยครูสามารถปรับเปลี่ยนแบบสัมภาษณ์ได้ตามสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนมากที่สุด

2.2. ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบโดยเป็นกลุ่มเดียวกับตรวจสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อพิจารณาข้อคำถาม

2.3. ปรับปรุงข้อคำถามตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

3. แบบสอบถามความเชื่อของครูที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ใช้ในลักษณะ google

form เพื่อสอบถาม โดยใช้คำถามคล้ายกับแบบสัมภาษณ์นักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ที่ 1 ศึกษาผลของโครงการแบบสะเต็มต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทำโครงการแบบสะเต็ม

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test และการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ โดยในการตรวจแบบทดสอบได้ช่วยกันตรวจกับอาจารย์สองคน เพื่อช่วยกันวิเคราะห์ความเหมาะสมของคะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 3 ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะมีการให้คะแนนกิจกรรมละ 12 คะแนน

ตาราง 3

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance

เกณฑ์ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
ความคิดคล่อง	ไม่มีคำตอบ หรือได้คำตอบ 1 คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่สามารถใช้งานได้	ได้คำตอบที่เหมาะสม 1 คำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ของคำถาม	ได้คำตอบที่เหมาะสม 2 คำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ของคำถามเป็นอย่างดี	ได้คำตอบที่เหมาะสมหลายคำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ใหม่ของคำตอบ
ความคิดยืดหยุ่น	ไม่สามารถหาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้เลย หรือวิธีคิดที่ได้มายังไม่ถูกต้อง ไม่สามารถใช้งานได้จริง หรือไม่เหมาะสมกับสถานการณ์	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยทุกข้อคำถามใช้วิธีเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างน้อย 2 วิธี หรือมีวิธีการที่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ 2 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยใช้วิธีหลากหลาย ซึ่งสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่ม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม
ความคิดริเริ่ม	ไม่สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบที่แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ หรือมีร่องรอยในการหาวิธีคิดที่แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไป แต่ไม่สามารถใช้หาคำตอบได้	คิดวิธีที่จะนำไปหาคำตอบในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างธรรมดา คือมีนักเรียนในห้องใช้ตั้งแต่ 6% ขึ้นไป	คิดวิธีหาคำตอบได้ ซึ่งเป็นวิธีที่น่าสนใจ และเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม โดยอาจเข้ากับนักเรียนคนอื่นบ้างเล็กน้อย คือ 3-5% ของนักเรียนในห้อง	คิดวิธีหาคำตอบได้ ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดดเด่น ไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรู้ในการคิด และมีนักเรียนเพียง 1-2 คน ที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียนในห้อง
ความคิดละเอียดลออ	ไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้เลย หรืออธิบายวิธีคิดแก้ปัญหาโดยใช้ความสัมพันธ์แบบรูป กฎ หลักการ หรือสมการไม่เหมาะสมกับเงื่อนไขของรูปแบบ	อธิบายวิธีคิดในการหา กฎ หลักการของแบบรูป หรือสมการในการแก้ปัญหาได้บ้างเล็กน้อย แต่ยังไม่ชัดเจนในบางประเด็น	อธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ กฎ หลักการของแบบรูป ได้อย่างชัดเจน โดยใช้เนื้อหาที่เหมาะสม	อธิบายวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยกล่าวถึงวิธีคิดในการหาความสัมพันธ์ กฎ หลักการได้อย่างชัดเจน กระชับถ้อยคำ และวิธีนั้น ๆ ใช้การได้ดี

วัตถุประสงค์ที่ 2 ศึกษาความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ภายหลังการทำโครงงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนโดยคัดเลือก

นักเรียนจากแต่ละโรงเรียน โดยมีหลักในการคัดเลือกดังนี้ 1. ให้นักเรียนทดสอบแบบทดสอบก่อนเรียนจากนั้นแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนจากแบบทดสอบเป็น กลุ่ม เก่ง ปานกลาง และอ่อน 2. ในแต่ละกลุ่มคัดเลือกนักเรียนมา

กลุ่มละ 1 คน เพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายสำหรับสัมภาษณ์ ก่อนและหลังการทำโครงการ โดยมีรายละเอียดดัง ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลจาก การสัมภาษณ์เป็นข้อมูลเชิงพรรณนา

ภาพประกอบ 4

ตัวอย่างการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

เลขที่	คะแนน	กลุ่ม				
31	72	เก่ง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อ สัมภาษณ์และบันทึกวิดีโอ		
3	53	เก่ง				
6	48	เก่ง				
24	48	เก่ง				
1	46	เก่ง				
9	46	เก่ง				
26	44	เก่ง				
13	43	เก่ง				
23	42	เก่ง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อ สัมภาษณ์และบันทึกวิดีโอ		
7	40	เก่ง				
32	38	ปานกลาง				
12	36	ปานกลาง				
22	36	ปานกลาง				
30	35	ปานกลาง				
4	32	ปานกลาง				
17	32	ปานกลาง				
18	32	ปานกลาง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อ สัมภาษณ์และบันทึกวิดีโอ		
25	30	ปานกลาง				
5	28	ปานกลาง				
10	28	ปานกลาง				
16	28	อ่อน				
19	28	อ่อน				
20	28	อ่อน				
21	28	อ่อน				
27	28	อ่อน	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อ สัมภาษณ์และบันทึกวิดีโอ		
28	28	อ่อน				
2	27	อ่อน				
14	24	อ่อน				
11	20	อ่อน				
29	17	อ่อน				
8	16	อ่อน				

วัตถุประสงค์ที่ 3 ศึกษาความเชื่อของครู ที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนได้ภายหลังการทำโครงการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวม ข้อมูลจากการส่ง google form ให้คุณครูที่เข้าร่วม โครงการตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลจาก แบบสอบถาม ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

ผลการวิจัย

1. ศึกษาผลของโครงการแบบสะเต็มต่อการ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษา ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4

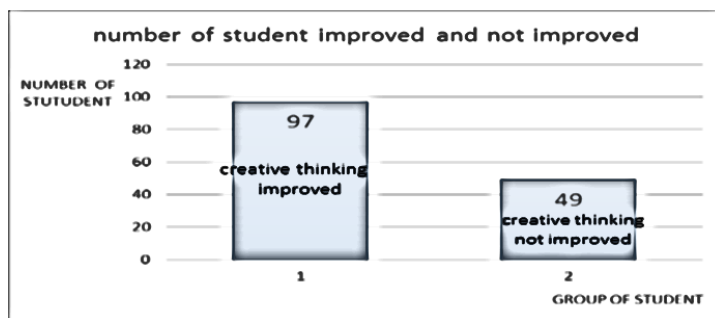
ผลการเปรียบเทียบ

ผลการทดลอง	ค่าเฉลี่ย	SD	t	Df	Sig2-tail
posttest	53.73	14.39	5.35	145	0.00
pretest	46.64				

จากตาราง 4 จะเห็นว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการทำโครงการสูงกว่าก่อนทำโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในรายละเอียดของผลการพัฒนาพบว่า โครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้ 66.43% (97 คนจากทั้งหมด 146 คน) ดังภาพประกอบ 5 นอกจากนี้ ผลจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนบางคนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ดีมาก (ตาราง 5)

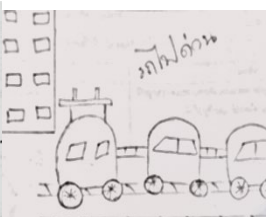
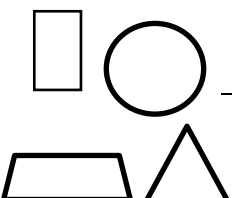
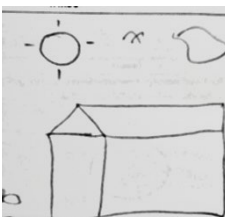
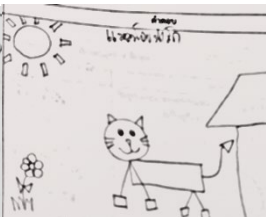
ภาพประกอบ 5

จำนวนนักเรียนที่พัฒนาและไม่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์

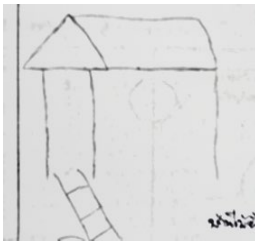
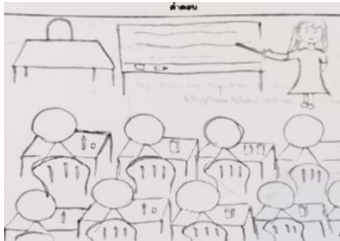
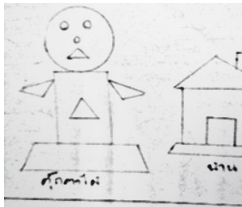
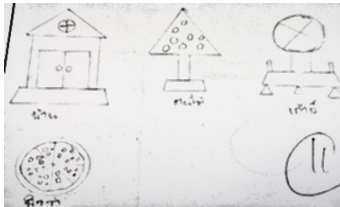
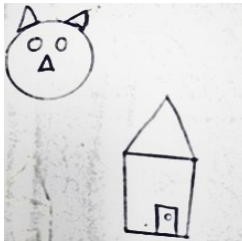
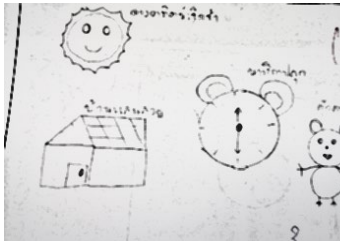


ตาราง 5

พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนบางคนที่มีพัฒนาการดีมาก

คำถาม	คำตอบ pretest	คำตอบ posttest	การวิเคราะห์ความแตกต่าง
Activity 2 (Combine) จงสร้างสรรค์รูปภาพจากรูปต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุชื่อ	นักเรียนคนที่ 1 	นักเรียนคนที่ 1 	นักเรียนมีความคิดริเริ่ม โดยในท้องเรียนไม่มีใครวาดแบบนี้ นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการใช้รูปร่างกลม และรูปเหลี่ยมอื่นๆ และมีความคิดคล่องตัวได้หลายแบบมากขึ้น
	นักเรียนคนที่ 2 	นักเรียนคนที่ 2 	นักเรียนมีความคิดริเริ่ม โดยในท้องเรียนไม่มีใครวาดแบบนี้ นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการใช้รูปร่างกลม และรูปเหลี่ยมอื่นๆ ในการนำไปวาดแมวในจินตนาการ

ตาราง 5 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ pretest	คำตอบ posttest	การวิเคราะห์ความแตกต่าง
	นักเรียนคนที่ 3 	นักเรียนคนที่ 3 	นักเรียนมีความคิดริเริ่ม แปลกใหม่กว่าคนอื่นใน ชั้นเรียน มีความคิด คล่อง และมีความคิด ยืดหยุ่นในการใช้วงกลม ไปใช้ในหลายส่วน ของรูป
	นักเรียนคนที่ 4 	นักเรียนคนที่ 4 	นักเรียนมีความคิด หลากหลายมากขึ้น และมีความคิดยืดหยุ่น ทำให้มีรูปมากขึ้น
	นักเรียนคนที่ 5 	นักเรียนคนที่ 5 	นักเรียนมีความคิด หลากหลายมากขึ้น และมีความคิดยืดหยุ่น ทำให้มีรูปมากขึ้น และ แปลกใหม่

2. ความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ภายหลังการทำโครงการ ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียน 72.22 % (13 คนจาก 18 คน) เชื่อว่าการทำโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาได้ โดยมีคำตอบที่น่าสนใจจากนักเรียนดังนี้

“ทำให้มันมีโอกาสได้คิดมากขึ้น จึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์”

“ได้ทำแบบฝึกที่ไม่เคยทำมาก่อน ทำให้มีมุมมองการคิดกว้างขึ้น”

“ได้ทำกิจกรรมเยอะ หลายแบบ”

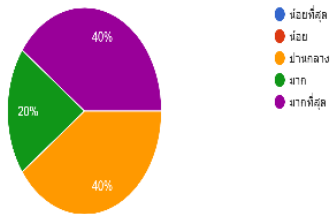
“เป็นการฝึกที่ทำให้คิดได้หลายมุม”

3. ความเชื่อของครูที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ภายหลังการทำโครงการ ผลการศึกษาพบว่า 100% ของครูทั้งหมด ยืนยันว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยมีรายละเอียดคือ 40% เห็นด้วยมากที่สุด 20% เห็นด้วยอย่างมากอีก 40% เห็นด้วยในระดับปานกลาง และไม่มีครูที่ไม่เห็นด้วย ดังภาพประกอบ 6

ภาพประกอบ 6

ความเชื่อของครูจาก google form

เมื่อคุณสังเกตเห็นเด็กทำโครงงาน ท่านคิดว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหรือไม่
5 responses



นอกจากนี้ คุณครูยังมีความคิดเห็นเพิ่มเติมหลังจากสังเกตการทำโครงงานของนักเรียนเป็นดังนี้ “นักเรียนมีความคิดริเริ่ม มีรูปแบบความคิดเป็นของตนเอง”

“นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออกและภูมิใจในตนเองมากขึ้น”

“ช่วยให้นักเรียนได้มีความคิดแปลกใหม่มากขึ้น”

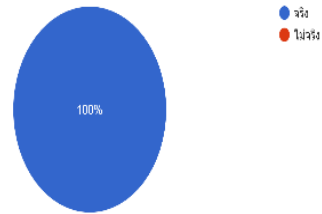
“นักเรียนได้คิดค้นแก้และลงมือทำเองจริง”

“การที่เด็กได้คิดและลงมือทำเด็กจะเกิดทักษะและต่อยอดชิ้นงาน รวมทั้งมีแนวคิดในการคิดรูปแบบงานในรูปแบบอื่นได้มากขึ้น”

อภิปรายผล

นักเรียนระดับมัธยมศึกษามีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์หลังจากทำโครงงานแบบสะเต็มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพราะว่าโครงงานแบบสะเต็มช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ฝึกสังเกต และฝึกแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องหาวิธีการที่แตกต่าง และวิธีการใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูกเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด เมื่อนักเรียนได้คิดและจินตนาการเพื่อหาคำตอบ นักเรียนจะถูกผลักดันให้พัฒนาแนวคิดและมุมมองใหม่ ๆ ที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิต ดังงานวิจัยของ (Byrum, 2015; Jai-on, 2017; Lou, Chou, Shih & Chung, 2017; Mayasari et al., 2016) ที่พบว่านักเรียนนำเสนอผลงานเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นผลจากความรู้ด้านสะเต็มที่สามารถสนับสนุนความคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน ในระหว่างที่พวกเขา

ในฐานะผู้สอนท่านคิดว่าโครงงานแบบ STEM ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนได้จริงหรือไม่
5 responses



ความรู้ไปใช้ ระหว่างการใช้ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้แบบโครงงานตลอดเวลา 1 เดือน สร้างโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน พวกเขาได้เห็นแนวคิดที่แตกต่างและหลากหลายจากคนอื่น ทำให้พวกเขาได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดของตนเอง และความคิดเชิงสร้างสรรค์ ดังงานวิจัยของ Harahap (2013) ที่พบว่า จากการทำโครงงานแบบสะเต็มนักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มากกว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบโครงงานมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hasani, Hendrayana and Senjaya (2017) ที่รายงานว่า การเรียนรู้แบบโครงงานมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและสามารถนำไปใช้เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมนักเรียนในทุกชั้นเรียนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลทำให้ครูและนักเรียนเชื่อว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ควรเพิ่มเวลาสำหรับการทำโครงงานเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้หลายแบบหลายแนวทางมากขึ้น
2. ควรเพิ่มการเรียนการสอนในการระบุว่ามีเนื้อหาใดบ้างสำหรับทำโครงงาน หากแต่ใน

การทำโครงการนี้ สนใจแค่ความเหมาะสมของโครงการในแต่ละระดับชั้น ทำให้เห็นเนื้อหาไม่ชัดเจน

3. ในการสัมภาษณ์การใช้ชีวิตโอเพนอย่างเดียวในการเก็บข้อมูลอาจไม่เพียงพอ อาจเพิ่มการให้นักเรียนเขียนข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อความชัดเจน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและนักศึกษากลุ่มอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบระดับความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจาก....

2. ศึกษาแนวทาง หรือรูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

3. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ควรเพิ่มโครงการที่มีศิลปะมาร่วมด้วย เป็นลักษณะ STEAM

เอกสารอ้างอิง

- กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพ. (2559). *Thailand 4.0 โมเดลการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน*. สืบค้นจาก <http://www.libarts.up.ac.th/v2/img/Thailand-4.0.pdf>
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์ : Creative Thinking*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ ศิริภทราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- วงศ์ณา แก้วไกรสร และนันทรรัตน์ แก้วไกรสร. (2561). *การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชุมนุมหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ภายใต้หัวข้อหุ่นยนต์ทางเลือกแห่งอนาคต*. สืบค้นจาก http://www.ska2.go.th/reis/data/research/25620911_152515_2890.pdf
- สมาน อัสวภูมิ. (2558). *ความคิดสร้างสรรค์และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. *วารสารบริหารการศึกษาบัวบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 15 ฉบับพิเศษ (ตุลาคม-ธันวาคม 2558).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *STEM Education Thailand*. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *รู้จักสะเต็ม*. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- Byrum, D. (2015). *Encouraging Creativity in a STEM Classroom*, 1(1), 13–21.
- Dahm Kevin. (2014). Combining the Tasks of Grading Individual Assignments and Assessment Student Outcomes in Projects Based Courses. *Journal of STEM Education: Innovation & Research*. 15(1).
- David W White (2014). What is STEM Education and Why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*. 1(14), 1-9.
- Dejarnette. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- EDUCATION WEEK TEACHER. (2016). *Six Characteristics of a Great STEM Lesson*. Retrived from http://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ ctqjolly_stem.html
- Elaine J. Hom.(2014). *What is STEM Education*. Retrieved from <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

- Elif Aydin. (2019). The Effect of Cultural Intelligence and Creative Thinking on the Practical Technical Capabilities of Trabzon University Physical Education Students. *Asian Journal of Education and Training*, 5(2), 392-396.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): A Primer. *Congressional Research Service*, 1–15. Retrieved from https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf
- Harahap, Mara Bangun;Ridwan Sani. (2013). The Effect of Project Based Learning Model with KWL Worksheet on Student Creative Thinking Process in Physics. *Journal of Education and Practice*, 4(25),187–200.
- Hasani, Aceng, Aan Hendrayana, and Arip Senjaya. (2017). Using Project-Based Learning in Writing an Educational Article: An Experience Report. *Universal Journal of Educational Research*, 5(6).
- Herchbach Dennis R. (2011). The STEM Initiative : Constraints and Challenges. *Journal of stem teacher Education*, 48(1).
- Honeck, E. (2016). Inspiring Creativity in Teachers to Impact Students. *Torrance Journal for Applied Creativity*, 1, 33–38. Retrieve from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375038-9.00223-5>
- Individual, D., & Prosperity, S. (2016). STEM Education. *The New York Times*, Section A; Column 0; Editorial Desk; LETTER; Pg. 1.
- Jai-on, Julaluk. (2017). *A Thai Study of Mathematical Creativity of Students in the Lesson Study and an Open Approach Context*, 8(1), 74–82.
- Kaewkanha, O., Srichumnong, J., & Pawanlanchakorn, J. (2017). Action research on creative thinking development of computer subject in Prathomsuksa 5 student at Bannumque school under the Office of Loei Primary Educational Service Area Office 1, *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 289–304
- Lou, S.-J., Chou, Y.-C., Shih, R.-C., & Chung, C.- C. (2017). A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387–2404. Retrieved from <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- M. Nuswowati and M. Taufiq. (2015). DEVELOPING CREATIVE THINKING SKILLS AND CREATIVE ATTITUDE THROUGH PROBLEM BASED GREEN VISION CHEMISTRY ENVIRONMENT LEARNING. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(2), 170-176.
- Mayasari, Tantri, Asep Kadarohman, Dadi Rusdiana, and Ida Kaniawati. (2016). Exploration of Student's Creativity by Integrating STEM Knowledge into Creative Products. *AIP Conference Proceedings* 1708.
- Mustafa Şenel, Birsen Bağçeci. (2019). Development of creative thinking through journal writing. *International Journal of Progressive Education*, 15(5), 216-237.
- Reeve, E. M. (2013). Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. *The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)*, 1–22.

- Sarah, P., & Dean, M. (2016). *Inspiring Creativity Through STEM Curriculum*. Retrieved from <https://fellows.atse.org.au/Documents/Events/presentations/2017-education-forum/maddison-stem-education-24-02-2017.pdf>
- Tests, T., & Thinking, C. (2012). *3 Examples - Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT)* Figural, 2012–2014.
- U.S. Department of Education. (2016). *Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership*. Retrieved from <http://www.ed.gov/stem>
- WE are TEACHERS. (2016). *STEM: It's Elementary*. Retrieved from <http://www.weareteachers.com/blogs/post/2015/04/03/stem-it's-elementary>
- White, D. (2014). What Is It and Why Is It Important?. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 308–313. Retrieve from <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7301.1536>