

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนา ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

LEARNING MANAGEMENT BASED ON STEAM EDUCATION USING DESIGN THINKING PROCESS FOR DEVELOPING 2ND GRADE STUDENTS' CREATIVITY IN THE TOPIC OF MATERIALS AND THEIR UTILIZATION

Received: June 27, 2021

Revised: August 2, 2021

Accepted: August 10, 2021

ฐานิตดา นัตตี^{1*} และสกนชัย ชะนูนันท์²

Thanitda Nattee^{1*} and Skonchai Chanunan²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nitda.nat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่พัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เรื่องวัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน หลังการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน วิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่พัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) นักเรียนมีส่วนร่วมในสถานการณ์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง 2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดเป้าหมายในการสร้างชิ้นงาน 3) นักเรียนบูรณาการความรู้เพื่อเลือกแนวคิดในการวางแผนสร้างชิ้นงาน 4) นักเรียนเขียนแบบร่างอย่างสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงานได้ตามแบบ 5) นักเรียนทดสอบและแก้ไขชิ้นงานตามเงื่อนไขและนำเสนอผลงานได้ และผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การคิดเชิงออกแบบ สร้างสรรค์ วัสดุและการใช้ประโยชน์

Abstract

The objective of this study is to investigate learning systems based on STEAM education. The Design Thinking process allows second grade students to explore their creativity through exploring materials and how to use them. After finishing the instruction period, the students were assessed. The target group was 40 2nd grade students. This study was conducted by using action research process with three cycles. The research tools used the study were the developed lesson plans based on STEAM education with the use of design thinking process, learning management reflection, creativity assessment, and evaluation of creativity. For data analysis, content analysis technique was employed and the credibility of analyzed data was checked by method triangulation. The studies found that the proper ways of learning management based on STEAM education using design thinking process developing students' creativity should have following features: 1) students to participate problem solving situations and ask for clarification; 2) teacher and students should discuss to express their opinions to the main issues for determining the creation goals; 3) students integrate their knowledge into decision making work process; 4) students should design and then create their work as designed; 5) students test their work accordingly following to the given conditions and then improve for presentation as assigned. For examining the results of creativity improvement, it was revealed that the students have an increasingly higher creativity after using learning management based on STEAM education using design thinking process.

Keywords: STEAM Education, Design Thinking, Creativity, Materials and Utilization

บทนำ

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับอุปสรรคสำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทุนมนุษย์จากการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะ (National Economic and Social Development Office, 2016, p. 2) ซึ่งทั่วโลกได้หันมาให้ความสนใจกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Industries) มาคิดค้นเพื่อประดิษฐ์นวัตกรรมต่างๆ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่สำคัญและเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการคิดค้นความก้าวหน้าทางวิทยาการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเป็นดนตรี ศิลปะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้น การจัดการศึกษาต้องเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวมนุษย์ให้มีศักยภาพและเป็นลักษณะที่สำคัญของเด็กไทยที่ควรมีเพื่อนำพาประเทศไปสู่สังคมที่เรียกว่า สังคมเศรษฐกิจฐานความรู้ ซึ่งเน้นที่การผลิตชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ (Sinlarat et al., 2007)

จากความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดแบบนอกขนานหรือการคิดแนวกว้าง (Divergent Thinking) เป็นการคิดอย่างอิสระเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการคิดในปริมาณมาก โดยอาศัยการคิดจากหลากหลายมุมมอง (Park, 2014) เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์และสร้างแนวคิด วิธีการ หรือความเป็นไปได้ใหม่ๆ โดยความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยการบูรณาการระหว่างความสามารถทางด้านสติปัญญาและทักษะต่างๆ ซึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นสามารถทำได้โดยการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทำงาน (Ministry of Education, 2017, p. 3) เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถตามศักยภาพของตนเองให้เป็นผู้ผลิตที่มีศักยภาพและมีความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญของการกล้าคนที่ควรมีเพื่อให้สามารถนำไปใช้พัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าทัดเทียมประเทศที่พัฒนาแล้ว

การศึกษาของประเทศไทยด้านคุณภาพของการศึกษาจากผลการประเมินในภาพรวมทั้งระดับชาติและนานาชาติ ยังอยู่ในระดับที่น่าเป็นห่วงและควรได้รับการพัฒนาอย่างยิ่ง ขณะที่กระบวนการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังคงเน้นเนื้อหาสาระและความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับรายงานสรุปผล

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประจำปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่ พบว่า ด้านคุณภาพนักเรียนของวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัดความสำเร็จของกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาที่มีผลงานดำเนินงานอยู่ในระดับพอใช้ซึ่งยังไม่บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ระดับดี และการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันของผู้วิจัยที่ได้รับมอบหมายให้สอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีการสอนแยกสาระวิชาซึ่งแต่ละรายวิชาที่มีจุดประสงค์ที่ต่างกันตามธรรมชาติวิชา จะเห็นว่าเมื่อนักเรียนพบปัญหาในสถานการณ์ประจำวันหรือปัญหาระหว่างเรียนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานนักเรียนไม่สามารถใช้วิชาหนึ่งวิชาใดเข้ามาแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยพัฒนาจากแบบวัดของ Santipaiboon (2018) และใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เพื่อยืนยันว่านักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานจริง โดยเฉพาะในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์ ที่นักเรียนต้องสร้างชิ้นงานหรือประดิษฐ์ผลงานออกมา ซึ่งผลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับพอใช้และควรปรับปรุงอยู่ถึง 24 คน หรือร้อยละ 60 เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรพัฒนาให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้และเกิดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน

จากปัญหานักเรียนขาดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างสรรค์นั้น ซึ่งแนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญในปัจจุบันที่ได้รับความนิยมคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสะเต็มศึกษา (STEAM Education) คือแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการของ 5 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การที่สะเต็มศึกษาดึงวิชาศิลปะ (Art) เข้ามาเป็นอีกหนึ่งวิชาแกนหลักเพราะศิลปะช่วยส่งเสริมเรื่องความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ สร้างความสุขในการเรียนรู้สู่การเติบโตอย่างสมดุล และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้เกิดการจดจำความรู้ที่ยาวนานผ่านการสืบสอบและสามารถนำความรู้มาใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานได้ (Yakman, 2008)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีหลากหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการสร้างผลงานหรือชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์คือการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ในการออกแบบและประดิษฐ์ที่ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบ (Design Challenge) ที่มุ่งเน้นในเรื่องของการสร้างทักษะผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (The Stanford d. School Bootcamp Bootleg (HPI) (2010) ที่มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) ขั้นนิยามปัญหา (Define) ขั้นสร้างความคิด (Ideate) ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นทดสอบ (Test) นอกจากนี้ Burnette (2005) ยังสอนให้เด็กเรียนรู้ผ่านการคิดเชิงออกแบบว่ามีเป้าหมายให้เด็กรู้จักจัดระบบความคิดของตนเอง การประยุกต์ความคิดและการคิดเพื่อให้ได้แนวทางที่หลากหลาย ซึ่งทักษะการคิดเชิงออกแบบช่วยพัฒนาให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ที่ดีขึ้น ดังนั้นหากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยรูปแบบขั้นตอนตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบอย่างต่อเนื่องจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์

จากสภาพปัญหาและแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาประยุกต์กับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มีขั้นตอนการสอนที่ส่งเสริมการนำศิลปะมาบูรณาการให้นักเรียนสามารถทำผลงานได้อย่างสร้างสรรค์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่พัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยการวิจัยดังกล่าวเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย ขั้นตอนการทำวิจัย 4 ขั้นตอนของ Kemmis and Schmuck (as cited in Kijkuakul, 2014, pp. 149-152) ดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อน (Reflect) ซึ่งแต่ละขั้นจะเป็นวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวัสดุและการใช้ประโยชน์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุ สมบัติของวัสดุที่ได้จากการผสมวัสดุ และการใช้ประโยชน์จากวัสดุตามลำดับ ซึ่งแต่ละแผนใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 1 แผน และใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง รายละเอียดแสดง ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	เวลา (ชม.)
1	สมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุ	จานรองแก้วน้ำเย็น	4
2	สมบัติของวัสดุที่ได้จากการผสมวัสดุ	กระถางต้นไม้แฟนซีในสวน	4
3	การใช้ประโยชน์จากวัสดุ	รถของเล่นจากวัสดุเหลือใช้	4

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้บันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนที่บันทึกการสะท้อนถึงจุดเด่น ปัญหาและข้อเสนอแนะของการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้บันทึก

3. แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ใช้วัดระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

4. แบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน ใช้บันทึกให้คะแนนการทำงานกลุ่มของนักเรียนเพื่อสร้างผลงานของนักเรียน ซึ่งประเมินโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งแบบวัดและแบบประเมินผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์จากแบบของ (Santipaiboon, 2018) ร่วมกับเกณฑ์การประเมินด้านศิลปะ โดยมีการให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) ซึ่งเลือกใช้เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 4 ด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความถูกต้องในการทำงาน ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน และด้านทักษะการทำงาน

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลของการพัฒนา

ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และแบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน

เครื่องมือวิจัยทั้งหมดได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปีอีก 2 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

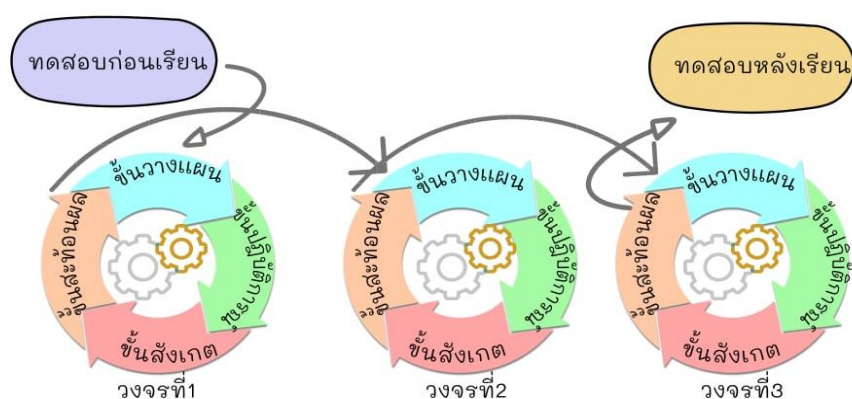
ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and Schmuck (as cited in Kijkuakul, 2014, pp. 149-152) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินเป็นวงจรเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ทั้ง 3 แผน ดังตาราง 1 และสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และแบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถของผู้เรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานก่อนเรียน และดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผนต่อ 1 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญสังเกตกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และเขียนบันทึกแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการปฏิบัติทั้งจุดเด่น จุดควรพัฒนา และข้อเสนอแนะจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนำไปใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป และเมื่อจบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังเรียนเพื่อใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลก่อนเรียน-หลังเรียนอีกครั้งหนึ่งด้วย ดังภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องมือในการวิจัยแต่ละประเภทมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยโดยผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่พัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งผู้วิจัยจะอ่านข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด แล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญมาวิเคราะห์

เพื่อตีความข้อมูลที่ได้ และลงข้อสรุปทั้งจุดเด่น จุดควรพัฒนา และข้อเสนอแนะของแต่ละขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Source Triangulation) คือมีผู้ให้ข้อมูล 2 แหล่ง ได้แก่ ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อดูผลสรุปว่ามีทิศทางเดียวกันหรือไม่ วิเคราะห์ในภาพรวมว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ควรมีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนอย่างไร

2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และแบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจให้คะแนนแบบวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จัดกลุ่มคะแนนของนักเรียนแล้วเทียบกับเกณฑ์รูบริค (Scoring Rubric) ของ Yang et al. (2016) เพื่อจัดระดับของความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานและหาค่าร้อยละ จากนั้นวิเคราะห์ในภาพรวมว่าผู้เรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเป็นอย่างไร

2.2 การวิเคราะห์แบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่ได้จากการบันทึกทำการวิเคราะห์ ตีความพฤติกรรมและผลงานของนักเรียนกับเกณฑ์คะแนนระดับความสามารถและหาค่าร้อยละ วิเคราะห์ในภาพรวมว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัยโดยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) คือ การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือ (Method Triangulation) คือใช้แบบวัดและแบบประเมิน และการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Source Triangulation) คือผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อดูผลสรุปของข้อมูลที่ได้ว่ามีผลไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่องวัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญทำการสะท้อนผลหลังจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดทั้ง 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) ในขั้นนี้ครูควรใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมกับสถานการณ์ปัญหานั้นเพื่อเอื้อต่อการให้นักเรียนทำการสังเกต การสอบถามคนอื่นเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และบูรณาการกับความรู้เดิมของตนเพื่อให้เข้าใจปัญหาของความต้องการอย่างลึกซึ้งทั้งความรู้สึก ความคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้นและใช้ลงข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้ ดังภาพ 2



ภาพ 2 การมีส่วนร่วมในสถานการณ์ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

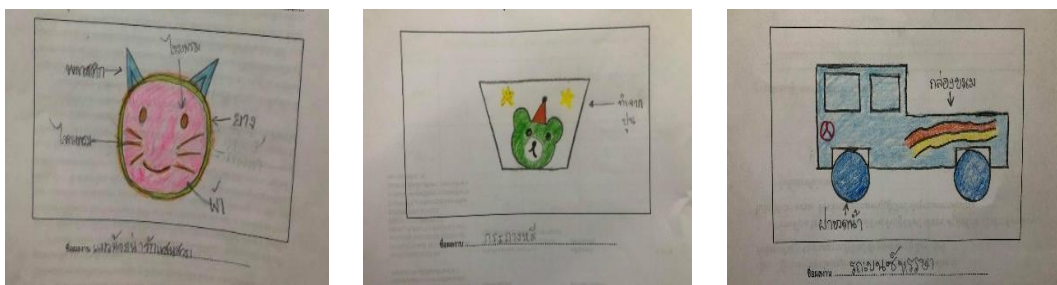
ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) ในขั้นนี้หลังจากนักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ของขั้นที่ 1 แล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น และเขียนรวบรวมข้อมูลต่างๆ ช่วยให้ได้ประเด็นปัญหาที่หลากหลายตรงตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเป็นการกำหนดเป้าหมายที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อหาแนวคิดที่หลากหลายในการสร้างชิ้นงาน โดยนักเรียนได้ทดสอบวัสดุเพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิดเพื่อหาแนวคิดในการสร้างชิ้นงานทำให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบส่วนย่อย เช่น ลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุที่นักเรียนจะนำมาสร้างชิ้นงานให้มีความหลากหลาย ซึ่งเมื่อมีข้อมูลแล้วนำมาบูรณาการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวคิดและวัสดุที่ดีที่สุด จากนั้นร่วมกันวางแผนงานเพื่อนำไปปฏิบัติในขั้นต่อไป ดังภาพ 3



ภาพ 3 การทดสอบวัสดุเพื่อให้ทราบคุณสมบัติของวัสดุ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) ในขั้นนี้ครูจะสาธิตการเขียนแบบร่างจากนั้นนักเรียนต้องเขียนแบบร่างชิ้นงานให้มีองค์ประกอบศิลป์ คือมีความกลมกลืน มีความสมดุล มีความน่าสนใจ รวมถึงมีรูปร่าง เส้น สีชัดเจน และมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วย สิ่งสำคัญในขั้นนี้คือครูต้องใช้คำถามนำและหาตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงานให้มีรูปร่างและลวดลายที่แตกต่างกันไม่เลียนแบบที่ครูและกลุ่มเพื่อน ก่อนที่นักเรียนจะช่วยกันสร้างชิ้นงานตามแบบที่ร่างและตามที่วางแผนไว้ โดยการเลือกใช้วัสดุตามเงื่อนไขต่างๆ ในการสร้างชิ้นงาน ดังภาพ 4



ภาพ 4 ตัวอย่างการออกแบบร่างของชิ้นงาน ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

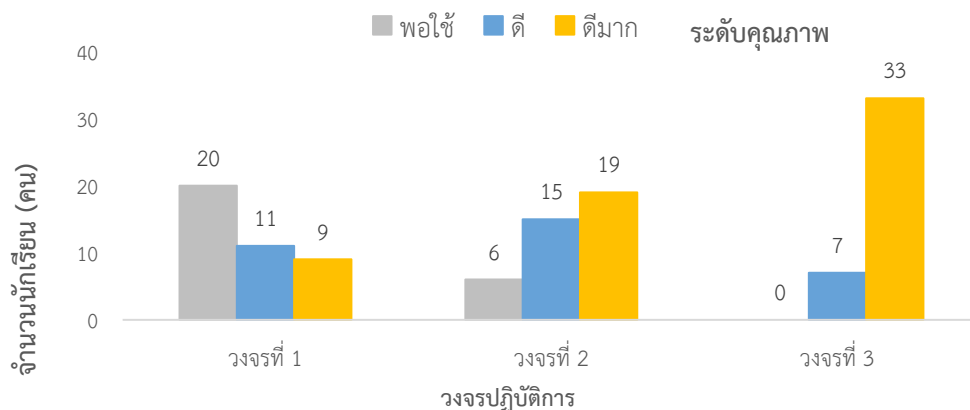
ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) ขั้นนี้นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถทำภารกิจตามเงื่อนไขได้และครูมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานทั้งแบบร่างและชิ้นงานที่สร้าง วัสดุที่เลือกใช้ ลักษณะของชิ้นงาน ผลการทดสอบและการแก้ไขชิ้นงานทั้ง 3 ครั้ง ตามเงื่อนไขที่กำหนดและร่วมกันอภิปรายผลครบทุกประเด็นที่กำหนดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น ดังภาพ 5



ภาพ 5 ตัวอย่างผลงานที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

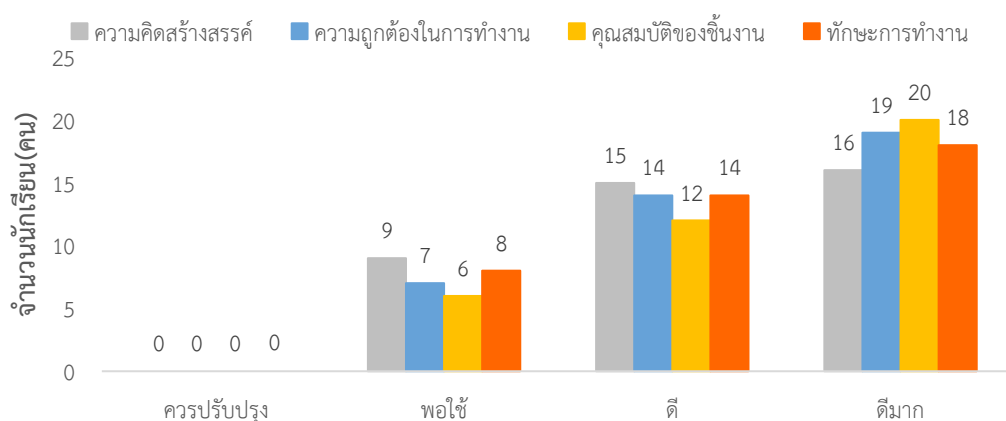
1. ผลของการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนซึ่งประเมินจากการทำงานกลุ่มระหว่างการจัดการเรียนรู้และผลงานของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จาก 5 ชิ้นการสอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการสร้างสรรค์ผลงานทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความถูกต้องในการทำงาน ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน และด้านทักษะการทำงานอยู่ในระดับดีมาก แผนภูมิ 1



แผนภูมิ 1 ระดับคุณภาพความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

จากแผนภูมิ 1 จะเห็นว่าผลการประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนจากผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระดับคุณภาพเพิ่มสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 อยู่ในระดับพอใช้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 อยู่ในระดับดี และวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเกิดการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่เพิ่มขึ้นจริง

2.2 ผลของการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานซึ่งทำการวัดความสามารถเป็นรายบุคคลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความถูกต้องในการทำงาน ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน และด้านทักษะการทำงาน พบว่า นักเรียนมีระดับของพัฒนาการความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังภาพ 7



แผนภูมิ 2 แสดงระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังเรียนขององค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน

จากภาพ 7 จะเห็นว่าผลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังเรียนของทั้ง 4 องค์ประกอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเพิ่มสูงขึ้น

ผลจากแบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนสอดคล้องกับผลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีทิศทางเดียวกันคือ ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนได้จริง

อภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่องวัสดุและการใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

เป็นผลที่ได้จากจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ซึ่งผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สะท้อนประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) ครูให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมกับการสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้สังเกต สอบถามถึงข้อมูลต่างๆ และเข้าใจปัญหาของสถานการณ์อย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับ Piaget (as cited in Aupapai, 2012, p. 39) กล่าวว่า โดยธรรมชาติของเด็กแล้วเด็กจะพยายามทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองเพื่อเป็นการเรียนรู้ ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดก็คือ พยายามให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง เด็กก็จะเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นได้อย่างถ่องแท้ และสอดคล้องกับ Riley (2014) กล่าวว่า ครูและนักเรียนร่วมกันค้นหาขอบเขตของหัวข้อเรื่องหรือปัญหาในเนื้อหาที่จะได้เรียน

2. ขั้นนิยามปัญหา (Define) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์แล้วนักเรียนนำความรู้มาบูรณาการในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา สอดคล้องกับ Kraiwan (2016) ที่กล่าวว่า การเล่าข่าวหรือกำหนดสถานการณ์ต่างๆ พร้อมกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหาว่าปัญหาคืออะไรมีสาเหตุมาจากสิ่งใด

3. ขั้นสร้างความคิด (Ideate) นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อหาแนวคิดที่หลากหลาย โดยทำการทดสอบวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานของแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบส่วนย่อย เช่น ลักษณะของวัสดุ คุณสมบัติของวัสดุ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุที่นักเรียนจะนำมาสร้างชิ้นงานให้มีความหลากหลาย สอดคล้องกับ Piaget (1983) ที่กล่าวว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (อายุ 7-11 ปี) ที่เขาวินิจฉัยและความคิดของเด็กเป็นไปอย่างรวดเร็วสามารถอ้างอิงด้วยเหตุผลและไม่ขึ้นอยู่กับการรับรู้จากรูปทรงเท่านั้น เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลายๆ อย่างและคิดย้อนกลับได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรม และสอดคล้องกับ Kraiwan (2016) ที่กล่าวว่า การสำรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อศึกษาค้นคว้า แสวงหาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาจากสื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ

4. ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบชิ้นงานทั้ง 3 กิจกรรม ซึ่งแบบร่างต้องมียุทธศาสตร์ประกอบคือมีความกลมกลืน มีความสมดุล มีความน่าสนใจครบถ้วน อีกทั้งยังมีรูปร่าง เส้น สีชัดเจน และมีความคิดสร้างสรรค์และนักเรียนดำเนินการสร้างชิ้นงานนั้นๆ ให้ตรงตามแบบร่างและเงื่อนไขของสถานการณ์ สอดคล้องกับ Vygotsky (1978) กล่าวว่า การเรียนรู้ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการเด็กสามารถแก้ปัญหาที่ยากเกินกว่าระดับพัฒนาการที่แท้จริงของเขาได้หากได้รับการแนะนำช่วยเหลือหรือได้รับความร่วมมือจากผู้ที่เชี่ยวชาญที่มีความสามารถมากกว่า และสอดคล้องกับ The Stanford d. School Bootcamp Bootleg (HPI) (2010) กล่าวว่า แบบร่างหรือรูปแบบงานที่มีความละเอียด 2 หรือ 3 มิติทำจากวัสดุที่หลากหลายซึ่งการสร้างสรรค์ต้นแบบนั้นเป็นการถ่ายทอดความคิดได้อย่างรวดเร็วโดยถือคติที่ว่า "ยิ่งสร้างต้นแบบได้มากเท่าไรยิ่งได้เรียนรู้มากขึ้นเท่านั้น"

5. ขั้นทดสอบ (Test) นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนทั้งแบบร่างและชิ้นงานที่สร้างโดยอธิบายรายละเอียดทั้งจุดเด่นของแบบร่าง วัสดุที่เลือกใช้ ลักษณะของชิ้นงาน ผลการทดสอบและการแก้ไขชิ้นงานทั้ง 3 ครั้ง ตามเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Piaget (1983) ที่กล่าวว่า ควรสนับสนุนให้เด็กกล้าพูดกล้าแสดงความคิดเห็นในเชิงโต้แย้งออกมาซึ่งเป็นลักษณะเชิงปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) ที่ช่วยให้เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่งอกงามยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ Kraivan (2016) ที่กล่าวว่า การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเอง โดยสนทนถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา แนวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้น และการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น

ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง วัสดุและการใช้ประโยชน์

ประกอบด้วยผลการประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนและผลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความถูกต้องในการทำงาน ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน และด้านทักษะการทำงาน ซึ่งผลของแบบประเมินการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนใช้ประเมินความสามารถของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้และผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งได้ทำการสรุปผลออกมาในภาพรวมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการพบว่า นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่สูงขึ้น จากที่เคยสร้างชิ้นงานตามรูปแบบเดิมๆ ได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นความสามารถในการคิดแบบนอกกรอบหรือการคิดแนวกว้าง (Divergent Thinking) เพื่อให้สามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานได้อย่างหลากหลายมากขึ้น สอดคล้องกับ Guilford (as cited in Sintapanon, 2009, p. 31) ที่กล่าวว่า ความคิดในรายละเอียดเป็นการขยายความคิดหลักหรือความคิดครั้งแรกให้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนหรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้นความคิดละเอียดล่อเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ควรเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนสามารถเข้าถึงสื่อหรือเข้าร่วมกิจกรรมนั้นได้ จะช่วยให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นมีความกล้าที่จะสอบถามเพื่อให้ได้ข้อมูล รู้จักสังเกต และเกิดการเรียนรู้จากสถานการณ์ได้ดียิ่งขึ้น

1.2 ขั้นการออกแบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่สร้างสรรค์ได้ ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญหาสื่อการสอนที่แปลกใหม่ แตกต่าง เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นให้เกิดจินตนาการในการออกแบบให้แตกต่างกัน และสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ดี

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับกระบวนการพัฒนานักเรียนด้านอื่นๆ แทนการพัฒนาการสร้างสรรค์ผลงาน เช่น การจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีม

2.2 ควรมีการศึกษาขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยสนับสนุนการสร้างทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านความร่วมมือ การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม และการเป็นผู้ประกอบการ

References

- Aupapai, N. (2012). *Educational psychology* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai]
- Burnette. (2005). *Ideign-seven ways of design thinking: A teaching resource*. Retrieved March 10, 2019, from <http://www.idesignthinking.com>
- Intavimolsri, S. (2017). *Effects of using STEAM education approach in biology on scientific creativity and learning achievement of tenth grade students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2014). *Learning management directions 21st century teachers*. Phetchabun: Chunladit Printing. [in Thai]
- Kraiwan, H. (2016). *Learning experience provision of the STEAM education on preschool children's creative problem-solving ability* (Master thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). Indicators and core learning content Science and Technology Learning Subject Group (Revised Edition 2017) According to the core curriculum of basic education in 2008. Bangkok: Agricultural Cooperative Community of Thailand. [in Thai]
- National Economic and Social Development Office. (2016). National Economic and Social Development (suppl. 12), 2017-2021. Bangkok: association of teacher. [in Thai]
- Panmanee, A. (2014). *Trained to think creatively*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai]
- Park, N. (2014). The development of STEAM career education program using virtual reality technology. *Life Science Journal*, 11(7), 676-679.
- Piaget, J. (1983). Piaget's theory. In P. H. Mussen, & W. Kessen (Eds.), *Handbook of Child Psychology: Vol. I History, Theory, and Methods* (pp. 41-102). New York: John Wiley.
- Pudphong, S. (2010). Enhance creativity through thinking skills. *Journal of Education for Teachers and Parents*, 7(2), 10-12. [in Thai]
- Riley, S. (2014). *How to STEAM: The STEAM process*. Retrieved April 16, 2019, from <http://educationcloset.com/steam/how-to-steam/>
- Santipaiboon, J. (2018). *Learner's development activities by STEAM and productivity based learning to enhance the process skills and creative abilities in third grade students* (Master of Education). Bangkok: Silpakorn University. [in Thai]

- Sintapanon, S. (2009). *Learning management of modern teachers to develop century learners' skills 21*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai]
- Sinlarat, P., Methakhunnawut, P., & Sriburi, S. (2007). *Development research project a model for creating and developing teachers to support the learning process in intellectual development based on Thai concepts*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai]
- The Stanford d. School Bootcamp Bootleg (HPI). (2009). *D. school bootcamp bootleg Institute of design at Stanford*. Retrieved April 18, 2019, from <https://dschool.stanford.edu/wp-content/uploads/2009/12/BootcampBootleg20091.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Yang, K., Lin, S., Hong, Z., & Lin, H. (2016). *Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science Inquiry*. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16-23.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching*. Salt Lake City, Utah, USA.