JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION

USING STEAM LEARNING APPROACH TO DEVELOP MATHEMATICAL CREATIVE THINKING OF GRADE 6 STUDENTS ON GEOMETRIC FIGURES IN WOVEN FABRIC PATTERNS

การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Received: May 8, 2023 **Revised:** July 12, 2023 **Accepted:** July 14, 2023

Somhying Petchsuwan[1*] and Sirinapa Kijkuakul[2]
สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ[1*] และสิรินภา กิจเกื้อกูล[2]

[1,2]Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
[1,2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิยาลัยนเรศวร

*Corresponding Author, E-mail: somhyingp64@nu.ac.th

Abstract

This research aimed to study using the STEAM learning approach to develop mathematically creative thinking skills about geometric shapes within in woven fabric sewing patterns of the Ban-Nam-Ang community, Uttaradit Province. The research participants were 30 Grade 6 students, and the research methodology was three spirals of action research. The instruments consisted of lesson plans, reflective learning journals, students' activity sheets and artifacts, and a mathematical creative thinking test. The data were analyzed through content analysis and triangulations. The results revealed that teaching using the STEAM learning approach must focus on 1) examining students' prior knowledge or experience, 2) using problematic situations that students encounter in everyday life or in their community contexts and then encouraging them to search for information about those situations from various reliable sources, and 3) allowing students to work together to develop new knowledge along with solving the problem; they would learn about the geometric figures and then create a new woven fabric sewing pattern for themselves. Next, they must share their opinions and give suggestions to each other. After three spirals, most students finally appeared to have improved on generating diverse ideas, creating new ideas, and evaluating and improving ideas, respectively.

Keywords: STEAM Education, Mathematical Creative Thinking, Geometric Figures

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียน จำนวน 30 คน ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ต้องให้ความสำคัญกับ 1) การตรวจสอบความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน 2) การใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันหรือในบริบทชุมชนของนักเรียนและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ 3) การให้นักเรียนร่วมมือกันสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตในการออกแบบลายผ้าทอโบราณของชุมชนบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุตรดิตถ์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน เมื่อผ่านการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมา คือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รูปเรขาคณิต

บทนำ (Introduction)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่เยาวชนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา นอกเหนือไปจากการอ่านออกเขียนได้และการคิดคำนวณ ความคิดสร้างสรรค์สามารถใช้ได้ไม่เพียงแต่ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของจินตนาการเท่านั้น แต่ยังรวมถึงด้านอื่นๆ ที่ใช้การสร้างสรรค์ความคิดในการสืบสวนปัญหา หรือข้อกังวลของสังคมในวงกว้าง (OECD, 2017, p. 3) โดยผลการจัดอันดับ GII 2021 ประเทศไทยอยู่อันดับที่ 43 ปรับดีขึ้น 1 อันดับ จากปี 2020 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมากในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเพื่อให้มีความพร้อมที่จะก้าวสู่การเป็นประเทศแห่งนวัตกรรม และนอกจากนี้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ยังช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิดจินตนาการในการประยุกต์ ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และมีคุณค่า ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ (IPST, 2018, p. 61)

การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programmer for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลก ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA จะประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน สำหรับผลการประเมินของประเทศไทย นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่า ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้น 3 คะแนน ซึ่งในการทดสอบทางสถิติถือว่าด้านคณิตศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าผลการประเมิน PISA ชี้ให้เห็นสมรรถนะการแก้ปัญหาที่พบข้อบกพร่องของนักเรียนทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ในการหาคำตอบและการประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุดผ่านการใช้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลในการหาคำตอบ (IPST, 2018, pp. 1-4) ผู้วิจัยได้มองเห็นถึงความสำคัญของ การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผู้เรียนด้านความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของ PISA เนื่องจากเป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์และบริบทต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริงในโลก โดยผนวกการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการอธิบาย การให้เหตุผล และการคาดการณ์

ปรากฏการณ์ต่างๆ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาทักษะความคิดทางคณิตศาสตร์หลายแง่มุม เป็นความสามารถในการมองหารูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาและการมองหาแนวความคิดใหม่ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา สร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง หรือพัฒนาองค์ความรู้เดิมที่มีจากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ระยะเวลา 5 ปี พบปัญหาการสอนคณิตศาสตร์หลายด้าน ซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญ คือ นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่พบในชีวิตประจำวันได้ และขาดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถออกแบบหรือเขียนภาพสถานการณ์ในการแก้ปัญหาได้ มองส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตไม่ชัดเจน เมื่อมีการนำรูปเรขาคณิตไปประยุกต์ใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาสาเหตุดังกล่าว พบว่าในการสอนของครูมักจะสอนด้วยวิธีการแบบบรรยาย เป็นผู้อธิบายผู้สาธิต นักเรียนไม่มีโอกาสได้โต้ตอบเพื่อทำความเข้าใจความคิดรวบยอดและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้นักเรียนขาดการทำงานร่วมกัน ขาดการลงมือปฏิบัติในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และไม่ถูกฝึกฝนให้ใช้ความคิดในการวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง บนพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

เนื่องจากโรงเรียนของผู้วิจัยอยู่ในชุมชนบ้านน้ำอ่าง มีผ้าทอน้ำอ่างที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน และชาวบ้านในชุมชนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ เป็นแนวความคิดหลักในการพัฒนาผ้าทอมาอย่างต่อเนื่อง ทางร้านคุณโด่งผ้าทอน้ำอ่าง ได้คิดสร้างสรรค์และค้นคว้าข้อมูลจากลวดลายหลักของตีนจกไท-ยวนบ้านน้ำอ่าง ตั้งแต่ลายในอดีตและปัจจุบัน จากผ้าเก่า ข้อมูลช่างทอสูงอายุ จึงได้รวบรวมลายผ้าซิ่นตีนจกโบราณได้ 9 ลาย ประกอบด้วย ลายหงส์ใหญ่ ลายหงส์มีหงอน (หงส์น้ำอ่าง) ลายขอกระเบื้อง ลายขอโกมลอย (โคมลอย) ลายขอโกมใหญ่ (โคมใหญ่) ลายขอโกมถมน้อย (โคมน้อย) ลายนกยางโอน (สุโขทัยเรียกดอกน้ำอ่าง) ลายนกมีหงอน ลายหงส์เชียงแสน (หงส์บ่แล้ว แคล้วบ่จอด) ซึ่งแต่ละแบบจะมีลวดลายที่แตกต่างกันออกไป จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าลายผ้าทอมีรูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบของลายผ้า จึงมีแนวคิดพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต โดยให้นักเรียนได้ใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบในการสร้างสรรค์พัฒนาลายผ้าทอใหม่ๆ และผสมผสานคงความเป็นบ้านน้ำอ่างได้เป็นอย่างดี มีการคิดค้นและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผ้าทอน้ำอ่างให้มีคุณภาพ มีเอกลักษณ์ของชุมชนเป็นที่ยอมรับและต้องการของตลาดสากล เพื่อที่จะเกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการสืบสานต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อให้กลายเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีจุดเด่นจุดขายที่รู้จักกันแพร่หลายไปทั่วประเทศ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะตีมศึกษา เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้แบบบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ศิลปศาสตร์ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ในระดับลึกอย่างครอบคลุมและต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกมา นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่นและความสนใจของนักเรียน สร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียน อยากจะเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น Kim and Park (2012, pp. 693-698) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัวนั้นทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผลและนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) ปัญหา (Identify a Challenge) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) 4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเป็นกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดี

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง

2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

งานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis (1996 as cited in Kijkuakul, 2014, pp. 149-151) ดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากวงจรที่ 1 มาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไป เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง

1. ผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์ จำนวน 15 ชั่วโมง ได้แก่ 1) ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 5 ชั่วโมง 2) รูปคลี่แปลงร่าง จำนวน 5 ชั่วโมง 3) แพคเกจจิ้งสร้างสรรค์รักษ์โลก จำนวน 5 ชั่วโมง นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบถึงความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็น พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการตั้งจุดประสงค์ของตัวแปรตามไม่ชัดเจน จึงควรทำจุดประสงค์แยกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน 2) ด้านสาระสำคัญยังเขียนไม่ครอบคลุมทั้ง 5 กลุ่มสาระ ควรมีการเขียนให้ครอบคลุมทั้งกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และวิศวกรรม

2.2 ใบกิจกรรม เป็นลักษณะของแบบบันทึกผลการเรียนรู้ควบคู่กับการสร้างชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบบันทึกการสืบค้นข้อมูล (NOTE) แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม (Hands-On) แบบบันทึกผลการสร้างชิ้นงาน (Design & Plan) แบบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงาน (Reflect) โดยนักเรียนจะทำการเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม พร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบถึงความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของใบกิจกรรม มีประเด็นในการปรับปรุงใบกิจกรรม ดังนี้ 1) ใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด แต่ไม่สอดคล้องกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรม จึงควรปรับแก้การใช้เวลาให้มีความเหมาะสม 2) ใบกิจกรรมส่งเสริมความคิดหลากหลาย ความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังไม่มีขั้นของการประเมินและปรับปรุงความคิด หลังจากการปฏิบัติกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงานเสร็จสิ้น ควรให้มีการประเมินชิ้นงานของตนเองและชิ้นงานของกลุ่มอื่นๆ เพื่อปรับปรุงความคิด

2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยชนิดไม่จำกัดคำตอบ มีลักษณะคล้ายกับแบบบันทึกผลการสร้างชิ้นงาน (Design & Plan) ซึ่งทำการทดสอบหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจร จำนวน 2 ครั้ง ไม่ติดต่อกัน ใช้เวลาครั้งละ 1 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบจะใช้สถานการณ์ในบริบทของชุมชน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เป็น 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ปฐมนิเทศและขี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในชั่วโมงปกติของโรงเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 15 ชั่วโมง

3.3 ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ที่มีการระดมแนวคิด และลงมือสร้างชิ้นงาน จากกิจกรรมต่างๆ ในขณะที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูผู้รับผิดชอบรายวิชาจะสังเกตและจดบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมาทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3.5 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 3 วงจร นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ครั้ง ไม่ติดต่อกัน โดยใช้เวลาครั้งละ 1 ชั่วโมง

3.6 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมโดยใช้เครื่องมือต่างๆ มาทำการจัดหมวดหมู่และวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) (Kijkuakul, 2018, pp. 272-282) โดยแบ่งการวิเคราะห์ ตามคำถามวิจัย ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แนวการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือ วิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ใช้การตรวจสอบแบบ Resource Triangulation เป็นการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล ใช้บุคคลที่แตกต่างกัน ตรวจสอบว่า ถ้าผู้ให้ข้อมูลต่างกันจะได้ผลเหมือนกันหรือไม่ จากเครื่องมือวิจัยคือ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นความสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เปรียบเทียบกับครูประจำการ และสรุปผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

4.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ทั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งความสามารถที่นักเรียนแสดงออกในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบย่อยของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ดัง Table 1 จากนั้นผู้วิจัยนับจำนวนกลุ่มนักเรียนแล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

Table 1

Code and quality levels based on consistency, mathematical creative behavior, aspects of generating diverse ideas (D)

รหัสและระดับคุณภาพตามความสอดคล้องพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย (D)

ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (W)	DWA	ระดับ 1 : เขียนอธิบายแนวคิดหรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่างๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้างลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และสามารถใช้ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิต ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดและประโยชน์ของการออกแบบชิ้นงานได้ แต่ไม่สมเหตุสมผล
	DWB	ระดับ 2 : เขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่างๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้างลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และสามารถใช้ ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดและประโยชน์ของการออก แบบชิ้นงานได้สมเหตุสมผล แต่ยังไม่ชัดเจน
	DWC	ระดับ 3: เขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่างๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้างลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และสามารถใช้ ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดและประโยชน์ของการออก แบบชิ้นงานได้สมเหตุสมผล ถูกต้องชัดเจน
การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (S)	DSA	ระดับ 1 : นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขา คณิตที่ได้ในการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องบางส่วน
	DSB	ระดับ 2 : นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขา คณิตที่ได้ในการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ยังไม่ชัดเจน
	DSC	ระดับ 3 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิตที่ได้จากการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องครบถ้วน

ผลการวิจัย (Results)

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร

2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ได้หรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังตัวอย่างในวงจรปฏิบัติการ 1 โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้ 1) ด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย นักเรียนอธิบายการถอดรหัสรูปเรขาคณิตสองมิติในลายของผ้าทอได้ และสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนแบบร่าง การออกแบบลายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างหลากหลาย 2) ด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนเขียนอธิบายรูปเรขาคณิตสองมิติที่พบในลายผ้าทอได้ และเขียนแบบร่างการออกแบบลายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถสร้างลายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างแปลกใหม่และและมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการแก้ไขหรือปรับปรุงแบบร่างลายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างชัดเจน 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด นักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนแบบร่างในการออกแบบสร้างลายผ้าทอ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมของชุมชนบ้านน้ำอ่าง และสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดได้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge) ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ ศึกษาสถานการณ์“และดูวีดีทัศน์ เรื่อง ผ้าซิ่นตีนจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จ.อุตรดิตถ์ พร้อมทั้งนำนักเรียนพบปราชญ์ชาวบ้านเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับผ้าทอของชุมชนบ้านน้ำอ่าง และศึกษาเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของชุมชน เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นประโยชน์และคุณค่าของรูปเรขาคณิตในการพัฒนาออกแบบลายผ้า จากการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่านักเรียนไม่สามารถแกะลายผ้าทอโบราณได้ เนื่องจากในผ้าทอแต่ละผืนค่อนข้างเก่า เส้นลายของผ้าไม่ชัดเจนจึงส่งผลให้นักเรียนแกะลายผ้าไม่สำเร็จ ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาในกิจกรรมนี้ โดยผู้วิจัยแกะลายผ้าที่เป็นตัวอย่างให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ยกตัวอย่าง Figure 1

Figure 1

Boa pattern bag fabric that the researcher carved from the fabric as an example

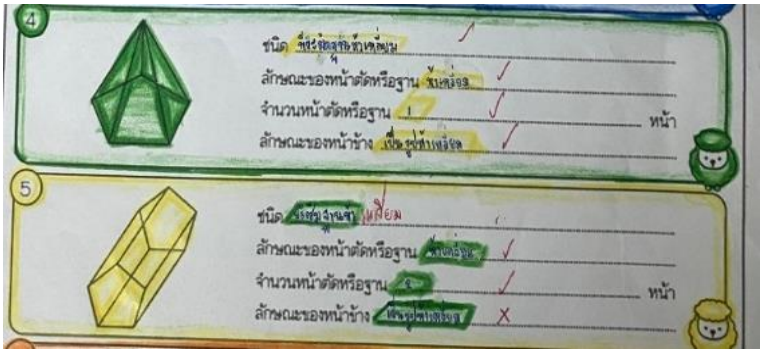
ผ้าถุงลายงูเหลือมที่ผู้วิจัยแกะลายจากผ้าเพื่อเป็นตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) ผู้วิจัยเริ่มเกริ่นนำกับนักเรียนจากการศึกษาและพบปราชญ์ชาวบ้านนักเรียนสามารถให้ข้อสรุปได้ว่า ผ้าทอโบราณของบ้านน้ำอ่าง มี 9 ลายหลัก และจากข้อสังเกต พบว่า ลายผ้าที่ปรากฏบนผ้าถุง มีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นส่วนประกอบของลายผ้าทุกลาย จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม “ฉันคือ รูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า” จากการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปปริซึม ระหว่างส่วนที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน และส่วนที่เป็นหน้าข้าง ตัวอย่างดัง Figure 2

Figure 2

An example of a student's activity sheet has a misunderstanding of prism

ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปปริซึม



ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยทำสื่อเสมือนจริงประกอบการอธิบาย เช่น ปริซึมสามเหลี่ยมมีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม 2 หน้า ที่อยู่บนระนาบที่ขนานกัน จะมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) ผู้วิจัยให้นักเรียนจับกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่มีเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณมาสร้างสรรค์ร่วมกับรูปเรขาคณิต ให้เป็นลวดลายใหม่ตามแนวคิดของตนเอง ลงในแบบบันทึกกิจกรรม “ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า)” ให้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบ พร้อมทั้งเลือกลายเพื่อนำไปสร้างเป็นโมเดลลายผ้าหนึ่งลาย จากนั้นให้แต่ละกลุ่มวางแผนการสร้างโมเดลลายผ้า และร่วมกันตัดสินใจว่าจะเลือกวัสดุใดบ้างที่จะนำไปสร้างโมเดลลายผ้าทอ จากนั้นผู้วิจัยสาธิตการเขียนแบบให้นักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จากการปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมากเป็นพิเศษ เนื่องจากกิจกรรมมีรายละเอียดและใช้เวลาในการออกแบบนาน ดังภาพตัวอย่างการทำชิ้นงานของผู้เรียน Figure 3

Figure 3

Examples of student fabric modeling activities and completed pieces

ตัวอย่างการทำกิจกรรมการสร้างโมเดลลายผ้าของนักเรียนและชิ้นงานที่สำเร็จ

จากขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน ส่งผลให้นักเรียนทำงานไม่เสร็จทันเวลา ผู้วิจัยจึงมอบหมายให้นักเรียนทำเป็นการบ้านและนำมาส่งในชั่วโมงถัดไป ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) ผู้วิจัยแจกแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน (Reflect) จากนั้นให้นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงานและร่วมกันวิจารณ์ พร้อมให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่นในเขตของตนเอง พร้อมทำการแก้ไขปรับปรุงผลงานของกลุ่มตนเอง จากการปฏิบัติกิจกรรมพบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่ขยายความถึงการสะท้อนแต่ละประเด็นให้มีความชัดเจน บางประเด็นไม่สอดคล้องกับชิ้นงาน ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการสะท้อนแต่ละประเด็นโดยยกตัวอย่าง หรือสุ่มการสะท้อนจากเพื่อนกลุ่มอื่นๆ กลุ่มที่มีลักษณะการสะท้อนที่ตรงประเด็นขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ครู นักเรียนกลุ่มอื่นในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานและให้คำแนะนำตามข้อตกลง ได้อย่างเหมาะสม นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ที่ได้จากกิจกรรมลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด จากการปฏิบัติกิจกรรมพบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนในประเด็นของปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงอธิบายการเขียนคำตอบที่ตรงประเด็น ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาที่พบ และสอบถามความเข้าใจของนักเรียนก่อนให้นักเรียนทำกิจกรรม

ส่วนที่ 2 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาที่มีการบูรณาการเนื้อหา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ได้หรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยดังนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ประเภท การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยรายงานตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด โดยโดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และ หลังการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัย ได้ทำการแบ่งกลุ่มของนักเรียนจำนวน 30 คน จำนวน 9 กลุ่ม กลุ่มละ3-4 คน และหลังจากเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมงโดยไม่ติดต่อกัน จากนั้นผู้วิจัยนำผลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

Table 2

Mathematical creativity analysis results during learning management and after student learning management

ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์		จำนวน (คน)	ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับ											
			วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3			แบบทดสอบหลังเรียน		
			ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1. การสร้างความคิดที่หลากหลาย	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	30	33.33 (3 กลุ่ม)	55.56 (5 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	66.67 (6 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	00.00	22.22 (2 กลุ่ม)	77.78 (7 กลุ่ม)	0.00	10.00 (3 คน)	90.00 (27 คน)
	การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	30	44.44 (4 กลุ่ม)	33.33 (3 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	33.33 (3 กลุ่ม)	44.44 (4 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	66.67 (6 กลุ่ม)	00.00	13.33 (4 คน)	86.67 (26 คน)
2. การสร้างความคิดสร้างสรรค์	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	30	44.44 (4 กลุ่ม)	44.44 (4 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	33.33 (3 กลุ่ม)	55.56 (5 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	33.33 (3 กลุ่ม)	55.56 (5 กลุ่ม)	3.33 (1 คน)	13.33 (4 คน)	83.33 (25 คน)
	การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	30	66.67 (6 กลุ่ม)	33.33 (3 กลุ่ม)	0.00	22.22 (2 กลุ่ม)	77.78 (7 กลุ่ม)	00.00	11.11 (1 กลุ่ม)	55.56 (4 กลุ่ม)	33.33 (4 กลุ่ม)	3.33 (3 คน)	3.33 (3 คน)	80.00 (24 คน)
3. การประเมินและปรับปรุงความคิด	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	30	55.56 (5 กลุ่ม)	44.44 (4 กลุ่ม)	0.00	33.33 (3 กลุ่ม)	66.67 (6 กลุ่ม)	00.00	22.22 (2 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	55.56 (5 กลุ่ม)	3.33 (3 คน)	13.33 (4 คน)	76.67 (23 คน)
	การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	30	88.88 (8 กลุ่ม)	11.11 (1 กลุ่ม)	0.00	44.44 (4 กลุ่ม)	55.56 (5 กลุ่ม)	00.00	33.33 (3 กลุ่ม)	44.44 (4 กลุ่ม)	22.22 (2 กลุ่ม)	30.00 (9 คน)	3.33 (1 คน)	66.67 (20 คน)

จาก Table 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดที่หลากหลาย พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และ 1 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลายในแบบทดสอบของนักเรียน ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 88.67 ซึ่งมากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไปเช่นเดียวกัน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และ 1 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ ในระดับ 3 และ 2 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เมื่อพิจารณาการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแบบทดสอบภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งมากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณาการประเมินและปรับปรุงความคิด พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไป โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 และ 2 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เมื่อพิจารณาการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน นักเรียนสามารถแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดในแบบทดสอบ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะ ที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ซึ่งมากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้านการประเมินและปรับปรุงความคิด

หลังการจัดการเรียนรู้ ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และมีการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือการสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้สะตีมศึกษา นักเรียนมีผลการพัฒนาของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างชัดเจนมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้นตามลำดับ

อภิปรายผล (Discussions)

เมื่อพิจารณาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดทักความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สะตีมศึกษา หลังจากดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ตามสภาพจริง จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge) ขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับผ้าทอน้ำอ่าง เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่พบเจอ

นำไปสู่การใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาและการออกแบบลายผ้าทอใหม่ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติสร้างเป็นลายในรูปแบบที่นักเรียนสนใจ ผสมผสานกับลายเดิมตามวิถีไทยวนของชุมชนบ้านน้ำอ่าง จากกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวมานี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ฝึกให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kim and Park (2012, pp. 693-698) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปะศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัว ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เมื่อครูให้สถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตและลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สะตีมศึกษาใช้ในการหาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Pogern (2017, pp. 2-4) ได้กล่าวว่า การใช้สตรีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาในสังคม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดทำความเข้าใจปัญหา และการคิดการหาวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการมีส่วนร่วมให้เกิด การอยากค้นหานำไปสู่การสร้างสรรค์และแนวทางในการแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้ดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวาดแบบร่าง และการออกแบบชิ้นงาน เพื่อแสดงความคิดสร้างสรรค์วิธีการในการแก้ปัญหาพร้อมทดสอบแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องอาศัยข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและลายผ้าทอน้ำอ่างมาใช้เป็นหลักด้วย นอกจากนี้ การออกแบบลายผ้าทอโดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติ ยังถือเป็นเรื่องที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียนจึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สอดคล้องกับ Santipaiboon (2018, pp. 71-73) ที่กล่าวว่า การสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการสร้างชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมโดยใช้จินตนาการ ความรู้ต่างๆ เพื่อสร้างงานที่เป็นประโยชน์ มีจุดมุ่งหมายเป็นสิ่งที่ดีงาม อีกทั้งยังพบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงออกแบบลายผ้าทอโดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติ กับความรู้เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ สะตีมศึกษา สามารถอธิบายกระบวนการ ขั้นตอน และสามารถแก้ปัญหาในการสร้างลายผ้าทอได้ ตลอดจนเกิด

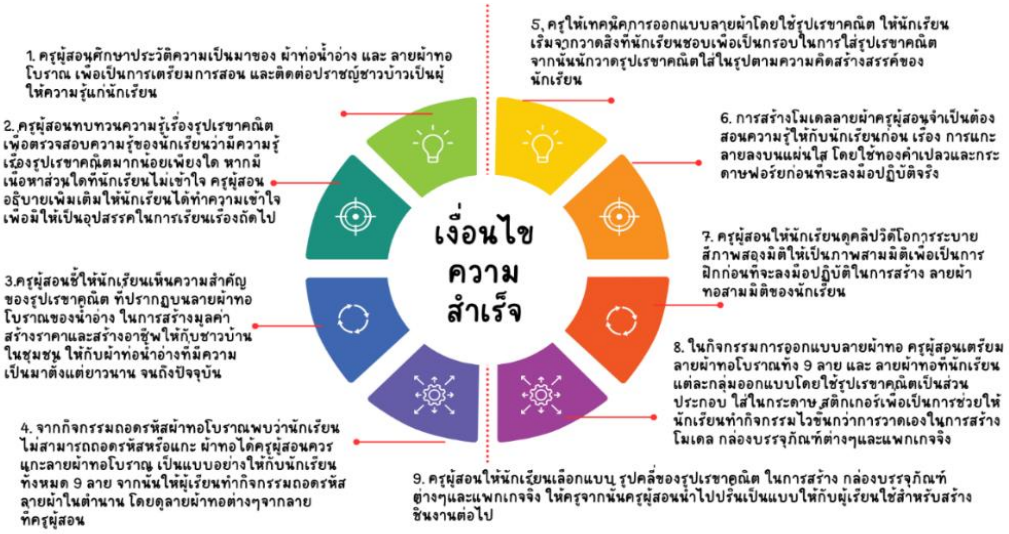
ความประทับใจภาคภูมิใจในความสำเร็จของการทำกิจกรรม ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ นั้น มีความถูกต้องและเชื่อมโยงกันหรือไม่ จากนั้นดำเนินการทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้งหนึ่งในรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้านในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นก่อนนำออกไปเผยแพร่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Panichwilai (2019, p. 4) กล่าวว่า การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละประเด็นของชิ้นงานให้มีความชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการประเมินและปรับปรุงความคิดให้มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม ได้แก่ แบบร่าง ชิ้นงาน มาเฉลยและอภิปรายร่วมกันว่า สิ่งที่นักเรียนเชื่อมโยงได้ถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongcharee (2019, p. 4) ที่กล่าวถึงการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการประเมินตนเอง เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

2. เมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้าของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ OECD (2019) สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่างๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุตรดิตถ์ ได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน และการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการเพื่อที่จะให้บรรจุผลสำเร็จ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ที่ได้จากการสังเกตและตรวจสอบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Paerat (2019, pp. 4-5) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและสร้างภาพ หรือชิ้นงานเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตและบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่าง ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ และ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างแปลกใหม่และ มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Dayton (2016) กล่าวว่าการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาไม่ได้เป็นเพียงวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มันเป็นเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการและนวัตกรรม การที่จะให้ลูกหลานของเรามีทักษะทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่พวกเขาต้องการที่จะแข่งขัน ในบริบทของโลกใหม่ที่เรายังควรส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ที่มาจากการศึกษาศิลปะที่มีความหมาย และ ยังกล่าวอีกว่าศิลปะจะเป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสอดคล้องกับบริบทให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Isabel (2022, pp. 2-26) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ของสะตีมศึกษา โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหา จะส่งผลให้ผู้เรียนให้สามารถระดมแนวคิดจากสาขาวิชาต่างๆ ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งจากกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนต้องร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางานให้ดีขึ้นกว่าเดิม

Figure 4

Condition the success of educational learning arrangements to develop mathematical creativity
แสดงเงื่อนไขความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเริ่มต้นการจัดกิจกรรมเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้อยากเห็น เช่น การเปิดคลิปวีดีโอจาก YouTube เกี่ยวกับการสร้างมูลค่าให้กับผ้าทอน้ำอ่าง ในการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบของทักษะทางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และวิศวกรรม เพื่อประกอบการหาแนวทางในการออกแบบ วาดแบบร่าง การเลือกอุปกรณ์ วิธีการสร้างและปรับปรุงชิ้นงานตามสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ

1.2 ประเด็นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของรูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง คือ ปราชญ์ชาวบ้าน เนื่องจากปราชญ์ชาวบ้าน คือผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับลายผ้าทอ เพราะเป็นพื้นฐานสำคัญของการออกแบบลาย ส่วนประกอบของลาย และเอกลักษณ์ของลายผ้าทอที่แตกต่างกัน ดังนั้น ครูควรคาดการณ์แนวทางหรือคำตอบ หรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบลายผ้าได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนตามแนวคิดสะตีมศึกษากับกระบวนการ พัฒนานักเรียนด้านอื่นๆ แทนการพัฒนาการสร้างสรรค์ผลงาน เช่น การจัดการเรียนตามแนวคิดสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา การจัดการเรียนตามแนวคิดสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีม

2.2 ควรมีการศึกษาขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยสนับสนุนการสร้างทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านความร่วมมือ การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม และการเป็นผู้ประกอบการ

References

Daryanto, J. (2022). Augmented reality media development in STEAM learning in elementary schools. *IETA International Information and Engineering Technology Association*, 27(3), 463-471.

Dayton, E. (2016). *Exploring STEAM: Science, technology, engineering, arts, and mathematics. Project was fund by Sierra Collage CTE Community Collaborative "Sierra STEM" and the California Community College Chancellor's office.* Retrieved June 5, 2023, from https://www.yumpu.com/en/document/view/37252724/pre-build-instructions-and-safety-presentation-sierra-school-works

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *PISA assessment results 2018: What 15-year-old Thai students know and do*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *Annual report 2018*. Bangkok: Success Publication.

Kijkuakul, S. (2014). *Learning management of science: Directions for the 21st century teacher*. Phetchabun: Juladis.

Kijkuakul, S. (2018). Quantitative research: A distinguished paradigm and misconceptions. *Journal of Education and Innovation*, 20(1), 272-282.

Kim, Y., & Park, N. (2012). Development and application of STEAM teaching model based on the Rube Gddbery is invention. *Semantic Scholar,* 203(1), 693-698.

OECD. (2017). *Pisa 2015 collaborative problem-solving framework*. Paris: OECD.

Paerat, P. (2023). *The development of learning implementation based on mathematical models in sufficiency economy context to enhance creativity thinking in the topic of ratio proportion and percent of Grade 7* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University.

Panichwilai, S. (2023). *Math labs based on social constructivist together with GeoGebra to enhance mathematical creativity thinking on circle of student in grade 9* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University.

Pongern, W. (2017). *The development of instructional model base on STEAM to enhance technological innovation creativity skills of secondary students* (Master thesis). Nakhon Pathom: Silpakorn University.

Santipaiboon, J. (2018). *Learner's development activities by STEAM and productivity based learning to enhance the process skills and creative ability in third grade students* (Master thesis). Nakhon Pathom: Silpakorn University.

Wongcharee, P. (2018). *Implementation of STEAM Education in topic of forces movements to promote and innovation for grade 5 student* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University.