

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

The Action Research to Develop Creative Thinking Skills of Prathomsuksa Six Students
through STEAM Education Learning Management on Three-Dimensional Geometric Forms

เกรียงไกร พิลาลัย¹ นาฏยาพร บุญเรือง² และจุฬารพร พลรักษ์²

Kraingkrail Pilalai¹, Nattayabhon Boonruang² and Julaporn Ponlak²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีรูปแบบการวิจัยแบบ PAOR จำนวน 2 วงรอบ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนบ้านนาดี ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร มีจำนวนทั้งสิ้น 12 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดคล่องแคล่ว และ 4) ความคิดละเอียดลออ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีทักษะการคิดสร้างสรรค์อยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) รวมเท่ากับ 11.04 จากคะแนนเต็ม 16 โดยคะแนนด้านความคิดริเริ่มมีคะแนนสูงที่สุดตามด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออตามลำดับ

คำสำคัญ: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ สะเต็มศึกษา ทักษะการคิดสร้างสรรค์

¹สาขาวิชาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ประถมศึกษา มหาวิทยาลัยนครพนม, Program in Learning Management Innovation for Elementary Education, Nakhon Phanom University

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, Faculty of Education, Nakhon Phanom University

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: เกรียงไกร พิลาลัย, kring.pila@gmail.com

วันที่รับบทความ (Received) 10 มีนาคม 2569 วันที่แก้ไขบทความ (Revised) 8 มิถุนายน 2569 วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 9 มิถุนายน 2569

ABSTRACT

The research aimed to develop creative thinking skills of Prathomsuksa 6 students after learning through the STEAM education learning management on three-dimensional geometric forms. This action research employed a PAOR model with two cycles. The target group, selected using purposive sampling, consisted of 12 Prathomsuksa 6 students in the 2025 academic year at Ban Na Dee School, Pho Phaisan Subdistrict, Kusuman District, Sakon Nakhon Province. The instruments used included six lesson plans and a creative thinking skills assessment form comprising four dimensions: 1) Originality, 2) Flexibility, 3) Fluency, and 4) Elaboration. The statistics used for data analysis were percentage, mean, and standard deviation.

The results revealed that:

The Prathomsuksa 6 students' creative thinking skills after learning through the STEAM education learning management on the topic of three-dimensional geometric forms showed an overall mean of 11.04 out of a full score of 16, indicating a "good" level of performance. Among the dimensions assessed, originality achieved the highest mean score, followed by fluency, flexibility, and elaboration, respectively.

Keywords: Action Research, STEAM Education, Creative Thinking Skills

ภูมิหลัง

ศตวรรษที่ 21 กล่าวได้ว่าเป็นยุคเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ที่ผู้ต้องเผชิญกับความท้าทายที่หลากหลายและมาพร้อมกับปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ ผู้คนจึงต้องพร้อมรับและปรับตัวให้ทันกับสิ่งที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ต้องเรียนรู้ปัญหาและแก้ไขให้เร็ว อีกทั้งต้องสามารถพัฒนาต่อยอดได้อย่างต่อเนื่อง จึงต้องใช้ไอเดียและความคิดแปลกใหม่ในการสร้างสรรค์ ดังนั้นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ควรให้ความสนใจ คือ ทักษะความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)” นโยบาย “ไทยแลนด์ 4.0” มุ่งเน้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยด้วยนวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์ โดยเปลี่ยนจากการพึ่งพาปัจจัยการผลิตแบบเดิม ๆ ไปสู่การใช้เทคโนโลยีและองค์ความรู้สมัยใหม่ ซึ่งหัวใจสำคัญโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นตัวขับเคลื่อน ดังนั้น นโยบายไทยแลนด์ 4.0 จึงเป็นการวางรากฐานการพัฒนาประเทศด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ และการปรับตัวของประชาชนเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและนวัตกรรมได้อย่างเต็มที่ เพื่อเปลี่ยนผ่านประเทศไทยไปสู่ “ประเทศโลกที่ 1 ภายในปี พ.ศ. 2575 เพื่อหลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลาง นโยบายประเทศไทย 4.0 จึงได้ให้

ความสำคัญกับการศึกษา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์

กระทรวงศึกษาธิการมีหน้าที่จัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีศักยภาพในการแข่งขันระดับโลก แผนการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ. 2558–2564) และแผนการผลิตและพัฒนากำลังคน สอดคล้องกับนโยบายชาติที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนอย่างยั่งยืน แนวโน้มการปฏิรูปการศึกษาในหลายประเทศ เน้นทักษะปฏิบัติ (Skill) มากกว่าเนื้อหาในตำรา (Content) โดยองค์การยูเนสโกแนะนำให้ผู้เรียนมีทักษะ 3 กลุ่ม ได้แก่ ทักษะพื้นฐาน คือ ทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น อ่านออกเขียนได้ คิดเลขเป็น ทักษะเพื่อทำงาน คือ ทักษะพื้นฐานในการทำงานของทุกอาชีพ ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร และทักษะเฉพาะอาชีพ คือ ทักษะเบื้องต้นของอาชีพที่สนใจ (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย, 2558, หน้า 2) นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2565 เป็นครั้งแรกที่ “ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)” ของเด็กวัย 15 ปี ถูกนำมาประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดย PISA ได้นิยาม ความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นความสามารถในการประเมินไอเดีย เช่น ปัญหาสังคม สุขภาพ ปัญหาขาดแคลนแรงงาน และการแทรกแซงของเทคโนโลยี

ปัญญาประดิษฐ์ (AI) อีกทั้งองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ระบุว่า การประเมินของ PISA จะวัดความสามารถ ของนักเรียนใน 4 มิติที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) การเขียนเชิงสร้างสรรค์ 2) การแสดงออกด้วยภาพ 3) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การแก้ปัญหาเชิงสังคม การคิดสร้างสรรค์ที่ PISA ประเมินล่าสุด พบว่า นักเรียนทั่วโลก ประมาณ 78% มีความคิดเชิงสร้างสรรค์ในระดับพื้นฐาน โดยที่ประเทศไทยได้คะแนนการคิดสร้างสรรค์ อยู่ที่อันดับที่ 54 จาก 64 ประเทศ เนื่องจากคะแนนทักษะคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ทำให้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และวิพากษ์โอเดีย ย่อมถดถอยตาม

นักเรียนไทยกว่า 3 ใน 5 (63%) ได้รับการประเมินต่ำกว่า เกณฑ์มาตรฐาน (ได้ระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ) กล่าวคือ เด็กไทยส่วนมากสามารถเสนอไอเดีย สื่อสาร ผ่านภาพอย่างง่าย เน้นแก้ไขปัญหาที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และสามารถเขียนอธิบายเชิงสร้างสรรค์แบบสั้น ๆ เท่านั้น และมีเด็กไทยเพียง 7% ที่ได้รับการประเมินทักษะในระดับสูง (ระดับ 5 และ 6) ห่างจากค่าเฉลี่ย OECD ถึง 20% (นิชา พิทยาพงศกร, 2567, ออนไลน์) กล่าวว่า การสำรวจของ PISA เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อ ทศนคติของนักเรียนต่อความคิด สร้างสรรค์ พบข้อมูลที่น่าสนใจว่า 84% ของนักเรียนไทย เห็นด้วยว่า ตนเองสามารถเป็นคนมีความคิดสร้างสรรค์ได้ ไม่ว่า เป็นประเด็น หรือหัวข้อใด ๆ แต่ข้อมูลอีกมุมหนึ่ง สะท้อนวาทะ เกินครึ่ง (54%) ของนักเรียนคิดว่าตนไม่สามารถเปลี่ยนหรือ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตัวเองได้มากนัก ขณะที่ 42% บอกว่า ตนมีปัญหาหรือขาดจินตนาการในการแก้ไขปัญหา และกว่า 4 ใน 10 เชื่อว่า ในสถานการณ์ขัดแย้งมักจะมีคำตอบ ที่ถูกแค่แบบเดียว

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันยังคงมีข้อจำกัดที่ส่งผลต่อ การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทย โดยเฉพาะ ในระดับประถมศึกษาที่ยังคงเน้นการเรียนรู้แบบท่องจำ การสอน แบบบรรยาย และการทำแบบฝึกหัดตามกรอบที่กำหนด โดยมี ครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered Approach) ซึ่งขาดกิจกรรม ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้คิดนอกกรอบ และได้แสดงออกถึงจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นอิสระ ทำให้ศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้รับการส่งเสริม

อย่างเต็มที่ แม้แต่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น ฐานสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มักพบปัญหว่านักเรียนขาด จินตนาการเชิงพื้นที่ (Spatial Reasoning) ซึ่งเป็นความสามารถ ในการจินตนาการหมุน และเปลี่ยนแปลงวัตถุในสามมิติ (Battista, 2007, pp. 843-908) ไม่สามารถเชื่อมโยงรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่เรียนรู้กับสิ่งของในชีวิตประจำวันได้ ไม่ว่าจะเป็นสถาปัตยกรรม การออกแบบ และไม่สามารถสร้างสรรค์หรือประยุกต์ใช้ความรู้ ทางรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาที่พบบ่อย คือ นักเรียนมักมีข้อจำกัด ในการมองภาพและจินตนาการ รูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพเรขาคณิตสองมิติ หรือจากการ บรรยายเพียงอย่างเดียว การสอนที่เน้นการท่องจำชื่อและสูตร การหาปริมาตรหรือพื้นที่ผิว โดยขาดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ ลงมือสร้างสรรค์ สัมผัส หรือสำรวจรูปทรงจริง ทำให้เกิด ความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้ ขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด (สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564, หน้า 22-23) และไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร และเป็นไปอย่างนามธรรมและ ขาดความหมาย ยิ่งไปกว่านั้นคือการบั่นทอนโอกาสในการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถเกิดขึ้นได้จากวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนในด้านพัฒนาการทางสติปัญญา Jean Piaget นักจิตวิทยาพัฒนาการ ได้อธิบายว่าเด็กวัยประถมศึกษา ตอนปลาย (ประมาณ 7-11 ปี) อยู่ในช่วงพัฒนาการทางความคิด แบบรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้เรียน สามารถคิดแก้ปัญหาและทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้ดีผ่านการลงมือปฏิบัติและสัมผัสวัตถุจริง (Piaget & Inhelder, 1969, pp. 92-100) ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถสัมผัส จับต้อง และมองเห็น ภาพรวมขององค์ความรู้ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้าง ความเข้าใจที่ยั่งยืนและคงทน

จากการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนขาด ความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง แก้ปัญหาได้จำกัดแต่ประยุกต์ใช้ ไม่ได้ เช่น การเรียนเรื่องความเร็ว เด็กขาดแรงจูงใจและสมาธิสั้น ขาดทักษะการทำงานร่วมกันอ่อนแอ ปัญหาการสื่อสารและ การแบ่งหน้าที่ไม่เป็น ขาดการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา แบบองค์รวม ปัญหาการเรียนแบบท่องจำ จากสภาพปัญหา

ดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ควรเริ่มต้นตั้งแต่ในระบบการศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา มากกว่าการท่องจำ ซึ่งการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดย Yakman (2008, pp. 24–25) ได้นำเสนอ การบูรณาการองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ (Interdisciplinary Integration) จาก 5 ศาสตร์หลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จะช่วยให้นักเรียน ได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on Experience) ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ ออกแบบ และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนบ้านนาดี ตำบลโพธิ์ไพล อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสกลนคร ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 12 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจ “พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ PAOR โดยการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ได้ยึดตามแนวคิดของ Guilford (1968, pp. 77–80) ซึ่งได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม (originality) 2) ความคิดคล่อง (fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility และ 4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งสิ้น 6 แผนการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง โดยออกแบบตามกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เน้นการบูรณาการ

องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

2. แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยอ้างอิงจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ประกอบด้วย องค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ โดยใช้รูบริกสกอร์ (Rubric score) 1-4 ระดับ เป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกเชิงพรรณนา

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ระดับประถมศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านนาดี และหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “รูปเรขาคณิตสามมิติ” เพื่อนำมาออกแบบและสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ตามหลักสูตร

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบระดับประถมศึกษา โดยอ้างอิงตามแนวทางของ Yakman (2008, pp. 19-21) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1) การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจและตระหนักถึงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งจำเป็นต้องหาวิธีการแก้ไขหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) ที่ตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว

2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล แนวคิด วิธีการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พร้อมทั้งประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า จุดแข็ง จุดอ่อน และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนร่วมกันออกแบบผลิตภัณฑ์หรือวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านการระดมสมองภายในกลุ่ม ก่อนเข้าสู่กระบวนการวางแผนพัฒนา

4) การวางแผนและพัฒนา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนวางแผนดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดขั้นตอนย่อย เป้าหมาย และระยะเวลาการดำเนินงานพร้อมทั้งออกแบบและสร้างต้นแบบของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการทดสอบและพัฒนา

5) การทดสอบและประเมินผล เป็นขั้นตอนของการทดสอบ การใช้งานต้นแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น

6) การนำเสนอผลและแนวทางในการปรับปรุงผลงาน ภายหลังการปรับปรุงและพัฒนาผลงานอย่างสมบูรณ์แล้ว ผู้เรียนจะนำเสนอผลลัพธ์ พร้อมทั้งออกแบบรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย มีความน่าสนใจ และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางระดับประถมศึกษา เรื่อง “รูปเรขาคณิตสามมิติ” ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งสิ้น จำนวน 6 แผนการเรียนรู้

1.4 สร้างสื่อที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของกิจกรรมแต่ละครั้ง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การสร้างสื่อ ผู้วิจัยมีขั้นตอนดำเนินการสร้างและการพัฒนาตามรูปแบบ ADDIE Model (พิจิตรา ธงพานิช, 2560, หน้า 92-93) ขั้นตอนการพัฒนาสื่อการจัดกิจกรรมระดับประถมศึกษา มีดังนี้

1) การวิเคราะห์ (Analysis) การวิเคราะห์ถือเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสื่อ เนื่องจากทำให้เข้าใจบริบทของการจัดการเรียนรู้และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Dick & Carey, & Carey, 2009, p. 22) ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ (1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนต้องเข้าใจเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบบ้านหรืองานสร้างสรรค์ในชีวิตจริง (2) ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีพื้นฐานเรื่อง เรขาคณิตสองมิติ แต่ยังต้องการสื่อที่เข้าใจง่าย กระตุ้นความสนใจ และช่วยสร้างจินตภาพสามมิติ และ (3) สภาพแวดล้อม โรงเรียนชนบทขนาดเล็ก บริบทจำกัดด้านเทคโนโลยี แต่สามารถใช้วัสดุท้องถิ่นและอุปกรณ์พื้นฐาน จึงต้องออกแบบสื่อให้สอดคล้องกับบริบทและทรัพยากร

2) การออกแบบ (Design) การออกแบบสื่อใช้หลักการ Instructional Design โดยเน้นให้สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน (Reiser & Dempsey, 2017, pp. 1–5) กำหนดประเภทสื่อ ดังนี้ (1) สไลด์นำเสนอ (Presentation Slide) ใช้สำหรับอธิบายหลักการเรขาคณิตสามมิติและเป็นการปูพื้นฐาน (2) โมเดลบ้านต้นแบบ แสดงการประยุกต์ใช้รูปทรงเรขาคณิตกับการสร้างโครงสร้างจริง (3) โปสเตอร์/ภาพประกอบ ใช้เป็นสื่อทัศนศึกษาในห้องเรียนเพื่อสรุปองค์ประกอบรูปทรง (4) แผ่นคลี่เรขาคณิต (Net 2D เป็น 3D) ให้นักเรียนฝึกแปลงจากรูปสองมิติเป็นสามมิติ และ (5) สื่อดิจิทัลและแอปพลิเคชัน 3D เพื่อเสริมทักษะการมองภาพสามมิติและการออกแบบเชิงสร้างสรรค์

3) การพัฒนา (Development) เป็นการผลิตและสร้างสื่อจากการออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น (1) สร้างสไลด์นำเสนอ โดยใช้ PowerPoint หรือ Canva เน้นภาพและการ์ตูนเพื่อความเข้าใจ (2) ผลิต โมเดลบ้านต้นแบบ จากวัสดุเหลือใช้ เช่น กล่องนม ไม้ไอติม และกระดาษลัง เพื่อสอดคล้องกับการใช้วัสดุท้องถิ่น (3) จัดทำโปสเตอร์ขนาดใหญ่ติดห้องเรียนเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการสอน (4) จัดพิมพ์ แผ่นคลี่เรขาคณิต เช่น ลูกบาศก์ พีระมิด ปริซึม ให้นักเรียนทดลองพับเอง และ (5) จัดเตรียมคอมพิวเตอร์/แท็บเล็ต สำหรับใช้งานสื่อดิจิทัลและแอปพลิเคชันเสริม

4) การทดลองใช้ (Implementation/Try-out) เป็นการนำสื่อไปใช้กับกลุ่มเล็กเพื่อทดสอบคุณภาพและความเหมาะสม เช่น (1) ทดลองใช้สื่อกับนักเรียนกลุ่มย่อย ป.6 จำนวน 12 คน (2) เก็บข้อมูลจากการสังเกตและแบบสอบถาม เช่น ความเข้าใจ ความสนใจในการเรียนรู้ และ (3) บันทึกผลการทดลองใช้เพื่อนำมาปรับปรุงสื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5) การปรับปรุงและประเมิน (Evaluation & Revision) ใช้หลักการ Formative Evaluation และ Summative Evaluation โดยเน้นการสะท้อนผลจากทั้งผู้เรียนและครู เช่น (1) ปรับปรุงคำอธิบายบนโปสเตอร์ให้เข้าใจง่ายขึ้น (2) เพิ่มความทนทานของแผ่นคลี่ให้พับง่าย ไม่ขาดง่าย (3) เลือกแอปพลิเคชันที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่โรงเรียนมีจริง และ (4) ใช้ผลการประเมินมาปรับปรุงสื่อให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงในห้องเรียน

1.5 ในการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยได้นำหลักการ PAOR (Plan–Action–Observation–Reflection) มาใช้ในกระบวนการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 Plan (การวางแผนการวิจัย)

- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา การคิดสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนรู้รูปเรขาคณิต
- กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน และกรอบแนวคิดการวิจัย
- ออกแบบเครื่องมือ เช่น แผนการสอนสะเต็มศึกษา ใบงาน แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Guilford)
- วางแผนกลุ่มตัวอย่าง (นักเรียนชั้น ป.6) และบริบทการทดลอง

ขั้นที่ 2 Action (การดำเนินการวิจัย)

- นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงตามจำนวนคาบเรียนที่กำหนด จัดกิจกรรมตามขั้นตอนสะเต็มศึกษา 6 ขั้น
- เก็บข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ใบงาน และแบบประเมิน

ขั้นที่ 3 Observation (การสังเกตและเก็บข้อมูล)

- ผู้วิจัยและครูผู้สังเกตจดบันทึกพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างกิจกรรม
- ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลจากการทดสอบและแบบประเมิน
- บันทึกข้อค้นพบ เช่น จุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหา และข้อเสนอแนะของนักเรียน

ขั้นที่ 4 Reflection (การสะท้อนผลการวิจัย)

- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (คะแนนทดสอบคะแนนประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์)
- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (การสะท้อนคิดของนักเรียน บันทึกการสังเกต ข้อเสนอแนะจากครู)
- สรุปผลการวิจัย เปรียบเทียบกับสมมติฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- เสนอข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.6 เสนอเครื่องมือการวิจัยต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องสำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 121)

1.7 นำผลการตรวจสอบและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ มาพิจารณาแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาแผนให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ได้ค่าความเหมาะสม เท่ากับ 4.55

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไป Try out กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 22 คน คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไพศาลวิทยา พบว่า เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่เพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงได้เพิ่มเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้เป็น 3 ชั่วโมงต่อแผนการจัดการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์

2.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวิจัยและลักษณะธรรมชาติของตัวแปรที่ต้องการวัดอย่างรอบด้าน โดยอ้างอิงจากองค์ความรู้ แนวคิด ทฤษฎี และบริบทที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ “ทักษะการคิดสร้างสรรค์” โดยอ้างอิงจากแนวคิดและการจำแนกองค์ประกอบของนักวิชาการด้านจิตวิทยาและการศึกษา เช่น กิลฟอร์ด โทเรนซ์ และพาออลส์ ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อคำถามสำหรับแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยมีเป้าหมายเพื่อวัดความสามารถของผู้เรียนในองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่องแคล่ว 3) ความคิดยืดหยุ่น 4) ความคิดละเอียดลออ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็นองค์ประกอบละ 4 ข้อ

2.3 สร้างเกณฑ์การประเมินโดยใช้มาตราวัดแบบรูปริกสกอร์ (Rubric Score) 1-4 ระดับสำหรับแต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์ดังตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์

รวม (16 คะแนน)	ระดับ	ความหมาย
13-16 คะแนน	ดีเยี่ยม (Very High Creativity)	แสดงความคิดสร้างสรรค์อย่างโดดเด่น มีแนวคิดแปลกใหม่ หลากหลาย สามารถนำเสนอได้อย่างยืดหยุ่นและมีรายละเอียดชัดเจน
10-12 คะแนน	ดี (High Creativity)	แสดงความคิดสร้างสรรค์ในระดับดี มีความคิดหลากหลายพอสมควร มีความพยายามในการคิดนอกกรอบ และอธิบายได้ชัดเจน
7-9 คะแนน	พอใช้ (Moderate Creativity)	ความคิดยังอยู่ในกรอบทั่วไป มีความพยายามในการคิด แต่ยังไม่หลากหลายหรือไม่ชัดเจน
1-6 คะแนน	ต้องปรับปรุง (Low Creativity)	ขาดความคิดสร้างสรรค์ แนวคิดซ้ำเดิม ไม่ชัดเจน ไม่สามารถอธิบายได้อย่างละเอียด

2.4 นำแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ และเกณฑ์การประเมินไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

2.5 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ซึ่งผลการประเมินแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00

2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียว (One-Group Design) โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผน (Planning) มีกิจกรรม ดังนี้

1.1 วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และกำหนดคำถามวิจัยให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยปฏิบัติการ และพิจารณารูปแบบกระบวนการวิจัยที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

1.3 วิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตร โครงสร้างรายวิชา ศึกษาศาสตร์ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1.5 จัดทำแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ จัดทำโดยใช้ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ 2) โครงสร้างรายวิชาศึกษาศาสตร์

2. การปฏิบัติ (Acting) ประกอบด้วย วงจร PAOR จำนวน 2 วงย่อย ประกอบด้วย

2.1 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน

2.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้วกับกลุ่มตัวอย่าง ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยจะดำเนินการ เป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) และต่อเนื่องเป็น 2 วงจรดังนี้

วงจรที่ 1

ขั้นวางแผน (Plan)

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ตามลัทธิรูปทรงสามมิติในชีวิตประจำวัน) แผนที่ 2 เรื่อง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ (โมเดลมหัศจรรย์: หน้า มุม และเส้น) และแผนที่ 3 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ (รูปคลี่แผ่นเดียว สร้างโลกสามมิติ)

2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมในชั้นเรียน แบบทดสอบย่อย วัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกประจำวันของครู

ขั้นปฏิบัติ (Act)

1. ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แผนที่ 1-3

ขั้นการสังเกต (Observe)

1. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น การนำเสนองาน แบบทดสอบย่อย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกประจำวันของครู

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

1. นำผลที่ได้จากการปฏิบัติสะท้อนเป็นข้อมูลการวางแผนในวงจรถัดไป

วงจรที่ 2

ขั้นปรับแผน (Plan)

1. นำข้อมูล แนวทางการแก้ปัญหาในวงจรที่ 1 มาทำการปรับแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในแผนที่ 4-6 ให้ดีขึ้น โดยวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าจะนำเครื่องมือใดมาใช้ให้เหมาะสมมากขึ้นจากปัญหาที่ผ่านมาในวงจรที่ 1 เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้และแบบทดสอบย่อยเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ จึงอาจใช้การบันทึกเสียง บันทึกภาพ บันทึกวิดีโอเพิ่มเติม เป็นต้น

ขั้นปฏิบัติ (Act)

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ แผนที่ 4 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ (แทนแตรมแปลงร่าง...เป็นบ้านเรขาคณิต) แผนที่ 5 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ (วิศวกรน้อยออกแบบบ้านเรขาคณิตในฝัน) และแผนที่ 6 เรื่อง การนำไปประยุกต์ใช้ (วิศวกรน้อยสร้างบ้านเรขาคณิตในฝัน)

ขั้นการสังเกต (Observe)

1. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น การนำเสนองาน แบบทดสอบย่อย ไฟล์บันทึกเสียง บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกประจำวันของครู ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมได้จากการสะท้อนผลในวงจรที่ผ่านมา

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

1. นำผลที่ได้จากการปฏิบัติสะท้อนเป็นข้อมูลการวางแผนในวงจรถัดไป

3. การสังเกต (Observing)

3.1 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานกลุ่ม และร่วมกิจกรรมในแต่ละวงจรรย่อย

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลในภาพรวมอีกครั้ง โดยการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ และแบบสอบถามเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

3.3 สอบถามนักเรียนเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

4. การสะท้อนกลับ (Reflecting)

4.1 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบ แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์ผล โดยการคำนวณร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.2 แปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ส่วนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรนั้นจะนำมาสังเคราะห์ความรู้เพื่ออธิบายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปแบบเรขาคณิตสามมิติ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Action) ประกอบด้วย วงจรย่อย 2 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแผนที่ 1, 2 และ 3 ส่วนวงจรที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแผนที่ 4, 5 และ 6 3) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และ 4) การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการทำแบบประเมินการคิดสร้างสรรค์ ในแผนที่ 1 แผนที่ 2 และแผนที่ 3 แยกตามองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์พบว่า ด้านความคิดริเริ่ม ในวงรอบแรก นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากตัวอย่างของครูบางส่วน โดยเฉพาะในกิจกรรมออกแบบชิ้นงานตามกระบวนการสะเต็มศึกษา นักเรียนบางกลุ่มเช่นเลขที่ 4 สามารถคิดรูปแบบที่ไม่ซ้ำกับเพื่อน และมีความพยายามปรับองค์ประกอบของชิ้นงานให้มีลักษณะเฉพาะของกลุ่มตนเองแต่เนื่องจากแนวคิด

ส่วนใหญ่ยังคงยึดโยงกับต้นแบบหรือแนวทางที่ครูกำหนด การต่อยอดแนวคิดยังไม่มากพอ และยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลเชิงนวัตกรรมได้อย่างชัดเจน เช่นเลขที่ 1 และเลขที่ 4 ที่ยังคงมีคะแนนน้อย ด้านความคิดคล่องแคล่ว นักเรียนสามารถเสนอแนวทางแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธีในบางสถานการณ์ และยังใช้เวลานานในการคิด เมื่อเจอโจทย์ที่มีเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ นักเรียนบางส่วนหยุดคิดเมื่อได้คำตอบแรก ด้านความคิดยืดหยุ่นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังยึดติดกับแนวทางแรกที่คิดได้ เมื่อวิธีนั้นไม่สำเร็จมักหยุดหรือรอคำแนะนำ การเปลี่ยนมุมมองหรือปรับวิธีคิดยังเกิดขึ้นน้อย ด้านความคิดละเอียดละออ เป็นด้านที่นักเรียนมีจุดอ่อนชัดเจนที่สุด ชิ้นงานยังขาดความประณีต การวัดและคำนวณมีความคลาดเคลื่อน การอธิบายเหตุผลยังไม่ลึกซึ้ง จากการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ภาพรวมนำมาคิดเป็นคะแนนเต็ม 16 คะแนน ทั้ง 3 ครั้ง พบว่า นักเรียนเข้าใจและได้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในระดับพอใช้ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 คะแนนการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์

วงจรที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

คนที่	แผนที่ 1 (คะแนน 16)	แผนที่ 2 (คะแนน 16)	แผนที่ 3 (คะแนน 16)
1	6	8	7
2	8	9	8
3	7	9	8
4	9	10	10
5	6	8	7
6	8	10	9
7	7	9	10
8	8	10	9
9	6	8	7
10	9	11	10
11	7	9	8
12	8	10	8
$\bar{x}$	7.42	9.25	8.42
S.D.	1.08	0.97	1.08
ระดับ	พอใช้	พอใช้	พอใช้

จากตาราง 2 คะแนนแบบประเมินย่อยท้ายวงจรที่ 1 ของนักเรียน ที่ทุกแผนมีคะแนนเต็ม 16 คะแนน ในแผนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.42 คะแนน แผนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 คะแนน และแผนที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.42 คะแนน

จากการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในแผนที่ 4 แผนที่ 5 และแผนที่ 6 นำมาคิดเป็นคะแนนเต็ม 16 คะแนน ทั้ง 3 ครั้ง แยกรายด้าน พบว่า ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้น อย่างชัดเจนโดยนักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ โดยไม่พึ่งพาตัวอย่าง และสามารถเชื่อมโยงความรู้หลายด้าน มาประยุกต์ใช้ เกิดลักษณะการคิดเชิงนวัตกรรม พฤติกรรม ที่สังเกตได้ คือ นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดได้มากขึ้น สามารถ ออกแบบชิ้นงานที่มีเอกลักษณ์และอธิบายเหตุผลเชิงสร้างสรรค์ ได้ชัดเจน ด้านความคิดคล่องแคล่ว พบว่า นักเรียนสามารถ คิดแนวทางแก้ปัญหาได้รวดเร็วและต่อเนื่อง เสนอทางเลือก หลากหลายก่อนตัดสินใจ ด้านความคิดยืดหยุ่น พบว่า นักเรียน สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองและเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด มีการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และสุดท้ายด้านความคิดละเอียดละออ แม้คะแนนด้านนี้ ยังเป็นลำดับสุดท้าย แต่มีพัฒนาการเด่นชัด นักเรียนตรวจสอบ ความถูกต้องของการคำนวณ ปรับปรุงความเรียบร้อยของชิ้นงาน และอธิบายขั้นตอนละเอียดขึ้น จากการประเมินการคิดสร้างสรรค์ ในองครวมพบว่า นักเรียนเข้าใจและมีทักษะการคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีเยี่ยม ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 คะแนนประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ วงจรที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

คนที่	แผนที่ 4 (คะแนน 16)	แผนที่ 5 (คะแนน 16)	แผนที่ 6 (คะแนน 16)
1	12	13	14
2	13	14	14
3	12	13	14
4	14	15	15
5	12	13	13
6	13	15	15
7	12	14	15
8	13	15	15
9	12	13	14
10	14	15	16
11	12	14	14
12	13	15	14
$\bar{x}$	12.67	14.08	14.42
S.D.	0.78	0.79	0.79
ระดับ	ดี	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

จากตาราง 3 คะแนนการประเมินย่อยท้าย วงจรที่ 2 ของนักเรียน ซึ่งแต่ละแผนมีคะแนนเต็ม 16 คะแนน ในแผนที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.67 คะแนน ในแผนที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.08 คะแนน และในแผนที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.42 คะแนน ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 11.04

2. ผลการเปรียบเทียบค่าพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะ การคิดสร้างสรรค์

จากที่ได้นำเสนอข้อมูลทั้ง 2 วงจร ผู้วิจัยสามารถสรุป และนำเสนอพัฒนาการของทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามวงจรที่ 2 (ปรับปรุงจากวงจรที่ 1) โดยมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นภาพรวมดังตาราง 4

ตาราง 4 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะการคิด
สร้างสรรค์ตามวงจรที่ 1 และวงจรที่ 2
โดยมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้

วงจร	1			2		
แผนการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา (16 คะแนน)	1	2	3	4	5	6
	7.42	9.25	8.42	12.67	14.08	14.42
$\bar{X}$	8.36			13.72		
S.D.	0.92			0.93		
C.V	11.00			6.78		

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีคะแนนแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ท้ายแผนที่ 1-6 ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยวงจรที่มีคะแนนมากที่สุด คือ วงจรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.72 คะแนน และวงจรที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.36 คะแนน แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแผนในรอบที่สอง ช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น

ตาราง 5 แสดงคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์รายบุคคล

เลขที่	วงจร ที่ 1	วงจร ที่ 2	คะแนน เต็ม	GS (%)	ระดับ พัฒนาการ
1	7	13	16	66.67	สูง
2	8.33	13.67	16	69.62	สูง
3	8	13	16	62.50	สูง
4	9.67	14.67	16	78.99	สูงมาก
5	7	12.67	16	63.00	สูง
6	9	14.33	16	76.14	สูงมาก
7	8.67	13.67	16	68.21	สูง
8	9	14.33	16	76.14	สูงมาก
9	7	13	16	66.67	สูง
10	10	15	16	83.33	สูงมาก
11	8	13.33	16	66.63	สูง
12	8.67	14	16	72.72	สูง
รวม				70.89	สูง

จากตาราง 5 พบว่า ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของนักเรียน พบว่า คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 70.89 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนด้วยสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ 2 ใน 3 ของกลุ่มมีค่าพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนแต่ละคน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ของเกณฑ์คะแนนพัฒนาการเทียบระดับพัฒนาการ

ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผลการปฏิบัติในขั้นนี้ ทำให้ทราบสภาพปัญหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และกำหนดคำถามวิจัยให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนและวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบบสังเกตพฤติกรรม โดยใช้วิธีการสร้างเครื่องมือ ตามแบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action) และขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ผลที่เกิดขึ้นในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ผลปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3) เท่ากับ 8.36 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.92 สัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (C.V.) 11.00 ในวงจรที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.93 สัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (C.V.) 6.78

สรุปผลการวิจัยเป็นวงจร 2 วงจรดังนี้

ผลจากวงจรที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3) ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีส่วนร่วมของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมดี การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมและความสนใจได้ดี แต่ยังไม่เพียงพอที่จะยกระดับทักษะการคิดสร้างสรรค์ให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด จำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการจัดกิจกรรม

และโครงสร้างการทำงานกลุ่ม นักเรียนมีค่าผลด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 แผน เท่ากับ แผนที่ 1 $\bar{X} = 7.42$ คะแนน แผนที่ 2 $\bar{X} = 9.25$ คะแนน แผนที่ 3 $\bar{X} = 8.42$ คะแนน ภาพรวมอยู่ใน ระดับพอใช้ และยังไม่ถึงเกณฑ์ระดับดีที่กำหนด จึงจำเป็นต้องปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

ผลจากวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดจากการพัฒนาในวงจรที่ 1 คือ นักเรียนยังขาดความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างเป็นระบบการทำงานกลุ่มยังไม่มีกำหนดบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน การเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับการออกแบบชิ้นงาน ยังไม่เป็นระบบ และการใช้คำถามกระตุ้นการคิดยังไม่หลากหลายเพียงพอ มาวิเคราะห์และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมให้มีขั้นตอนที่ชัดเจนตามกระบวนการ PAOR เพิ่มกิจกรรมระดมความคิดก่อนการออกแบบ ใช้คำถามปลายเปิดที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ผลจากการปรับปรุงดังกล่าวทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งสามแผน คือ แผนที่ 4 $\bar{X} = 12.67$ คะแนน แผนที่ 5 $\bar{X} = 14.08$ คะแนน แผนที่ 6 $\bar{X} = 14.42$ คะแนน ภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดีตามที่กำหนด โดยคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 2 อยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม สะท้อนให้เห็นว่าการปรับปรุงตามผลสะท้อนในวงจรก่อนหน้ามีความเหมาะสมและส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้เป็นรูปธรรม

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection)

สรุปผลจากการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับของวงจรวิจัย โดยในระยะแรกนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ และการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ ส่งผลให้คะแนนอยู่ในระดับพอใช้ โดยแยกองค์ประกอบรายด้าน ดังนี้ ในวงจรที่ 1 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์ในระดับพอใช้ทั้งสามแผนการเรียนรู้ โดยนักเรียนยังอยู่ในระยะปรับตัวต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดและการสร้างชิ้นงาน ทำให้คะแนนภาพรวมยังไม่สูงมาก โดยคะแนนองค์ประกอบ ด้านความคิดริเริ่มสูงสุดรองลงมาคือความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และ

ความคิดละเอียดละออ ตามลำดับ และมีแนวโน้มพัฒนาในทางที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลสะท้อนในแต่ละรอบ โดยเพิ่มกิจกรรมกระตุ้นความคิด การใช้คำถามปลายเปิด และการกำหนดบทบาทการทำงานกลุ่มอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดได้หลากหลาย อธิบายเหตุผลได้เป็นระบบ และมีความมั่นใจในการนำเสนอผลงานมากขึ้น โดยเฉพาะในวงจรที่ 2 นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการสะเต็มศึกษาได้ครบถ้วน ตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผน การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ ไปจนถึงการปรับปรุงและสะท้อนผล ส่งผลให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม และมีความสม่ำเสมอของคะแนนในระดับที่เหมาะสม แยกคะแนนองค์ประกอบรายด้านพบว่า วงจรที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องและมั่นคงมากขึ้น สามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ คิดวิเคราะห์ ออกแบบ และปรับปรุงชิ้นงานได้ด้วยตนเอง คะแนนเฉลี่ยโดยรวมสูงขึ้นและมีความสม่ำเสมอมากขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรแรก สะท้อนถึงผลของการพัฒนาแบบต่อเนื่องตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ลำดับคะแนนขององค์ประกอบแต่ละด้านยังคงเดิม คือ คะแนนด้านความคิดริเริ่มมีคะแนนสูงที่สุด ตามด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

ผลการศึกษาระดับทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีค่าเฉลี่ยรวม 11.04 พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับดี โดยคะแนนด้านความคิดริเริ่มมีคะแนนสูงที่สุด ตามด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สามารถกระตุ้นความสนใจและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน ผ่านการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ ผ่านกระบวนการ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิด การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและพัฒนา

การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลและแนวทางในการปรับปรุงผลงาน ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้และเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การนำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (PAOR) มาใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหา วางแผน ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผลที่เกิดขึ้น สามารถนำไปสู่การปรับปรุงและยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ และพบว่า ขั้นตอนการวางแผนและการออกแบบมีผลต่อคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฐวรรณ เฉลิมสุข และอิทธิเดช น้อยไม้ (2567, หน้า 74-90) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานทางศิลปะ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยในการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณรงค์เดช สีมามสม และคณะ (2567, หน้า 803-820) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ (2566, หน้า 130-133) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนา

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประภาพร เทียมเพ็ง, สุมาลี ชูกำแพง และบังอร แถวโนนจิว (2566, หน้า 189-201) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานทางศิลปะของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยผลิตชิ้นงานจากวัสดุเหลือใช้ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรศึกษาและเตรียมการสอนล่วงหน้าอย่างละเอียด เพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมการสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้น และการใช้เวลาในการทำกิจกรรมอย่างเหมาะสม
2. ครูผู้สอนควรกระตุ้นสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ออกแบบ สร้าง และนำเสนอชิ้นงานหรือผลงานอย่างสร้างสรรค์และหลากหลาย
3. ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล และสรุปผลได้อย่างเป็นขั้นตอนด้วยหลักการและเหตุผล เช่น การใช้คำถามให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น และเนื้อหาอื่น

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์เดช สีมามสม และคณะ. (2567). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏทีบลสงคราม*, 18(2), 803-820. เข้าถึงได้จาก <https://search.tci-thailand.org/article.html?b3BlbkFydGlibGUmaWQ9ODM3NTkw>
- ณัฐวรรณ เฉลิมสุข และอิทธิเดช น้อยไม้. (2567). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานทางศิลปะ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารเมธีวิจัย Savant Journal of Social Sciences*, 1(6), 74-90. เข้าถึงได้จาก https://so16.tci-thaijo.org/index.php/SJ_SS/article/view/691
- ณิชา พิทยาพงศกร. (2567). *PISA 2022 กับโจทย์ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: ทีดีอาร์ไอ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ประภาพร เทียมเพ็ง, สุมาลี ชูกำแพง และบังอร แถวโนนจิ๋ว. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยผลิตชิ้นงานจากวัสดุเหลือใช้. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 13(2), 189–201.
- พิจิตรา ธงพานิช. (2560). *วิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ. (2566). *การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การค้นคว้าอิสระ* กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). *แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2558). *รายงานประจำปี*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- Battista, M. T. (2007). *The development of geometric and spatial thinking*. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte, NC: Information Age.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2009). *The systematic design of instruction* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Education.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, creativity, and their educational implications*. San Diego, CA: Knapp.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (Eds.). (2017). *Trends and issues in instructional design and technology* (4th ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An overview of creating focused transitions between secondary and postsecondary education*. Master's thesis, VtechWorks: Virginia Polytechnic Institute and State University.