

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Effects of Productivity-Based Learning Activities on Mathematics Connection Ability of Grade 6 Students in Three-Dimensional Geometric Figures

พานูวัต เียงจันทา¹ สุวรรณ จุ้ยทอง² ฐิติพร พิชญกุล³

Panuwat Heigjantha¹ Suwana Juithong² Thitiporn Pichayakul³

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

¹ Graduate Student in Master of Education, Curriculum and Instruction Program,

Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal patronage

^{2,3} สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

^{2,3} Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education,

Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

E-mail: boypond_2402@hotmail.com

Received: 2020/04/02

Revised: 2020/06/25

Accepted: 2020/08/22

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดมเหยงค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 26 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 22 แผน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50-0.81 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50-0.65 และค่า

ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

ผลการวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.103$) 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 6.815$)

คำสำคัญ: การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ/ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์/ รูปเรขาคณิตสามมิติ

Abstract

The objectives of this research were to 1) compare the mathematics connection abilities of grade 6 students using three-dimensional geometric figures before and after being taught by using productivity-based learning activities; and 2) compare the mathematics connection ability of grade 6 students in three-dimensional geometric figures after being taught by using productivity-based learning activities with the 70% established criterion of the full score. The sample used in this research consisted of 26 grade 6 students studying in the second semester of the academic year 2018 at Watmahaeyong School under Ayutthaya Primary Educational Service Area Office 1, which was selected using multi-stage random sampling. The research instruments were 22 lesson plans for the productivity-based learning activities using three-dimensional geometric figures at the highest appropriate level, a mathematics connection ability test on three-dimensional geometric figures with discrimination of 0.50-0.81, the difficulty of 0.50-0.65, and the reliability of 0.91. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings were as follows: 1) The mathematics connection ability of grade 6 students in three-dimensional geometric figures after being taught by using productivity-based learning activities were higher at a statistically significant level of 0.05 ($t = 17.103$). 2) The mathematics connection ability of grade 6 students

in three-dimensional geometric figures after being taught by using productivity-based learning activities was higher than the 70% established criterion of the full score at a statistically significant level of 0.05 ($t = 6.815$).

Keywords: Productivity-Based Learning/ Mathematics Connection Ability/
Three-Dimensional Geometric Figures

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนามนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเป็นระบบตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก ในทุกวันนี้ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550, หน้า 1)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการที่นักเรียนสามารถเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์

ในชีวิตจริงได้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงได้เป็น 2 แบบ คือ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การจำแนกในแต่ละลักษณะข้างต้น ได้รวมเอาการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550, หน้า 82-84) ประโยชน์ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือการสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้มากขึ้น ทำให้ไม่มีช่องว่างในการเรียนรู้ ทำให้หลักสูตรเกิดความสมดุล และสนับสนุนความเสมอภาค (Burkhardt. 2001)

สืบเนื่องจากนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในเรื่องความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงสำคัญและจำเป็นต่อการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้คิดหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนให้มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนต้องมีความน่าสนใจ ซึ่งก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิภาพเป็นหนึ่งในรูปแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างชิ้นงานเป็นของตนเอง (ไพฑูริย์ สินลารัตน์. 2549, หน้า 28) การเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้พัฒนางานโครงการต่าง ๆ ได้เอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิภาพมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมบริบทตามความจริง 2) ขั้นตั้งเป้าหมาย 3) ขั้นการวางแผนและดำเนินการ 4) ขั้นเกิดความรู้ที่ตกผลึก และ 5) ขั้นการติดตามและประเมินผลงาน (ไพฑูริย์ สินลารัตน์. 2549, หน้า 41-42) โดยเป้าหมายสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิภาพ คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีกระบวนการเริ่มตั้งแต่การปรับความรู้ความเข้าใจโดยการเรียนจากครูผู้สอน จากประสบการณ์ทั้งภายในและภายนอก การศึกษาด้วยตนเองจากเอกสารหรือผู้เชี่ยวชาญจนมีความรู้ความเข้าใจในความรู้นั้น ๆ นำความรู้นั้นไปเชื่อมโยงลงมือทำปฏิบัติฝึกฝน วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ในกระบวนการนี้จะได้ความรู้ที่ตกผลึก ส่วนความรู้ที่ตกผลึกบางส่วนเกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่เพื่อให้ได้ผลงานสร้างสรรค์ใหม่ ๆ (สมพร โกมารทต. 2557, หน้า 9)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสังเคราะห์จากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิภาพ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นเตรียมบริบทตามความจริง 2. ขั้นตั้งเป้าหมาย 3. ขั้นการวางแผนและดำเนินการ 4. ขั้นเกิดความรู้ที่ตกผลึก และ 5. ขั้นการติดตามและประเมินผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนนั้นเกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า พร้อมกับเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 จำนวน 3,690 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดมเหยงค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของกลุ่มโรงเรียนอุดรนคร อำเภอนครหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 จำนวน 26 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

1.2.1 สุ่มอำเภอทั้งหมด 9 อำเภอ จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 มา 1 อำเภอ ได้อำเภอนครหลวง

1.2.2 สุ่มกลุ่มโรงเรียนทั้งหมด 2 กลุ่มโรงเรียน จากอำเภอนครหลวง มา 1 กลุ่มโรงเรียน ได้กลุ่มโรงเรียนอุดรนคร

1.2.3 สุ่มโรงเรียนทั้งหมด 9 โรงเรียน จากกลุ่มโรงเรียนอุดรนคร มา 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนวัดมเหยงค์ ซึ่งมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 26 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ชั่วโมง

โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 5 ขั้นตอน มีการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert scale) ซึ่งในภาพรวมทุกองค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกันในระดับมากที่สุด สำหรับขั้นเตรียมบริบทตามความจริง ขั้นการวางแผนและดำเนินการ ขั้นเกิดความรู้ที่ตกผลึก และขั้นการติดตามและประเมินผลงาน มีระดับความเหมาะสมหรือสอดคล้องกันมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.55) สำหรับขั้นตั้งเป้าหมาย มีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกันในระดับมาก ($\bar{x} = 4.40$, S.D. = 0.89) และมีการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง จำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดน้อย (วิเชียรสร้อย เกลียวอุปถัมภ์) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ก่อนนำไปทดลองจริง

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ฉบับเดียวกัน) มีการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ ผลการพิจารณาได้ตัดสินความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 และมีการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าช้างวิทยาคม จำนวน 33 คน ซึ่งเคยเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มาแล้ว นำผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบได้ ค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.50-0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.50-0.81 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91

2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัยโดยการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ จำนวน 22 แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

2.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด และทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

2.3 หลังจากทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และบันทึกคะแนน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design คือ มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 22 ชั่วโมง และการทดสอบ 2 ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 1

กลุ่มทดลอง		O ₁ -----X----- O ₂
O ₁	หมายถึง	การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง
X	หมายถึง	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ
O ₂	หมายถึง	การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การทดสอบค่าที (t-test)

2.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) โดยการคำนวณจากสูตรของ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 179)

2.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for one sample) โดยการคำนวณจากสูตรของ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 134)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ด้วยการทดสอบค่าที ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ

(n = 26)

คะแนน	df	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ	25	10.85	2.74	17.10*	.000
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ		16.85	2.13		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เท่ากับ 10.85 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เท่ากับ 16.85 คะแนน แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.103$)

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบค่าที ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

(n = 26)

คะแนนความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม = 14 คะแนน				
	df	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
	25	16.85	2.13	6.82*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพมีคะแนนเฉลี่ย 16.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 6.815$)

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอน และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.103$)
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 6.815$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปสู่การอภิปรายผลได้ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เชิงผลิตภาพเท่ากับ 10.85 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพเท่ากับ 16.85 คะแนน แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.103$) ทั้งนี้เนื่องจากหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แสดงว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพนั้น ผู้วิจัยดำเนินการจัดเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคด์ คือ เน้นกฎแห่งการเรียนรู้โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความพร้อม มีการลงมือกระทำบ่อย ๆ การนำไปใช้ และผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ โดยเลือกใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ได้ ดังคำกล่าวของ ไพฑูรย์ สินดารัตน์ (2549, หน้า 41-42) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้เชิงผลิตภาพว่า เป็นการเรียนการสอนที่ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คือผู้เรียนสามารถสร้างผลผลิต ผลงานที่เกิดจากความรู้ ประสบการณ์ กิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนความร่วมมือกันของผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ฉะนั้นการเรียนรู้เพื่อสร้างผลงาน ผลผลิตนับเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุด ต้องอาศัยแนวคิดและทฤษฎีการเรียนการสอนที่หลากหลาย กว่าผู้เรียนจะสร้างผลงานสำเร็จ ต้องมีการพัฒนาพฤติกรรมและความคิดผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับงานวิจัยของอีริค (Eric. 2000) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างความเชื่อมโยงระบบพิกัดฉากจากความเข้าใจของนักเรียน ตัวแทนที่หลากหลายของฟังก์ชันที่มีอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความบกพร่องในความเข้าใจการเชื่อมโยงโดยเฉพาะความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนทางพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชัน จากนักเรียน 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนพีชคณิตทางแคลคูลัส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีการเชื่อมโยงความรู้โดยใช้ตัวแทนพีชคณิตและตัวแทนเชิงกราฟของฟังก์ชันในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีความถูกต้องในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนได้มากกว่า

2. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพมีคะแนนเฉลี่ย 16.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 6.815$) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพทั้ง 5 ขั้น คือ 1) ขั้นเตรียมบริบทตามความจริง เป็นขั้นตอนของการเรียนรู้ตามสถานการณ์จริง โดยผู้สอนจัดหาแหล่งการเรียนรู้ ข้อมูล เพื่อให้ข้อความรู้ตามสภาพจริงในเรื่อง

รูปเรขาคณิตสามมิติและการเขียนภาพเสมือนจริง 2) ขึ้นตั้งเป้าหมายเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนช่วยผู้เรียนในการกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบข่ายการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง ความรู้ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติกับการเขียนภาพเสมือนจริง จนเกิดเป็นชิ้นงานของตนเองได้ 3) ขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการ เป็นขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมกัน ผู้เรียนแบ่งกลุ่มทำงานปฏิบัติการเรียนรู้ร่วมแรงร่วมพลัง โดยผู้สอนกำกับดูแลพร้อมให้คำแนะนำ 4) ขึ้นเกิดความรู้ที่ตกผลึก เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้รูปเรขาคณิตสามมิติมาเชื่อมโยงกับการเขียนภาพเสมือนจริง จนเกิดเป็นชิ้นงานของตนเอง และ 5) ขั้นตอนการติดตามและประเมินผลงาน ผู้สอนติดตาม ตรวจสอบชิ้นงานของผู้เรียนให้ ความเห็น ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานจนได้ชิ้นงานที่ถูกต้องเหมาะสม และประเมินชิ้นงาน ดังนั้นการจัด กิจกรรมการเรียนรู้จึงสำคัญและจำเป็นที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้สอดคล้องกับเวทอธีอังกษะภัทรชจร (2555, หน้า 125-126) ที่กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงเป็น สิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง คือ ผู้สอน โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของผู้เรียน การจัด กิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ จึงเป็นหนึ่งในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สร้างชิ้นงานเป็น ของตนเอง และช่วยฝึกความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้มีพัฒนาการที่สูงขึ้น สอดคล้อง กับงานวิจัยของบุญญา ชาญหล่อ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหา คณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิต จริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ยานตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรังจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลของการใช้การบูรณาการ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ วัดความสามารถในการเชื่อมโยง ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจ ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนในกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้เชิงผลิตภาพเป็นอย่างดี มีความอดทนในการรอฟังความคิดเห็นต่าง ๆ จากผู้เรียน ใส่ใจ และคอยให้คำชี้แนะอย่างทั่วถึง ไม่ลำเอียงหรืออคติ สร้างความรู้สึกร่วมกันเองระหว่างผู้เรียน และครูผู้สอน
2. ผู้สอนควรแนะนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ทั้ง 5 ขั้น ให้ผู้เรียน เข้าใจก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการ จัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ ทั้ง 5 ชั้น มีความสำคัญและจำเป็นในการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน การเรียนรู้ของผู้เรียนต้องมีความน่าสนใจ ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษา มีการวิจัย เกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นอื่น ๆ
2. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงผลิตภาพที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการศึกษากับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น ทิศและแผนผัง รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. (พิมพ์ครั้งที่ 12). นนทบุรี: บริษัท ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ จำกัด.
- บุญญา แซ่หล่อ. (2550). **การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการสังเคราะห์ ข้อมูลการนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3**. ปรินญาณินพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2549). **การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2555). **ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย**. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์สนิทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมพร โกมารทัต. (2557). **การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 25(3), 9.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Burkhardt, H. (2001). *The Emperor's old clothes, or how the world see It*. Retrieved from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm.
- Eric, K. J. (2000). Understanding connections between equations and graphs. *The mathematics teacher*, 93(1), 48-53.