

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการเรื่อง ปริมาตรและความจุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา
จังหวัดนครสวรรค์

The Effects of Hands-on Learning Activities in the Topic of Volume and Capacity
on Mathematics Learning Achievement and Mathematical Connection Ability
of Grade 3 Students at Banphot Burapha School Network,
Nakhon Sawan Province

(Received: January 20, 2021; Revised: February 19, 2021; Accepted: March 9, 2021)

สุริจันทร์ ม่วงขวัญ^{1*} สุรีรัตน์ อารีรักษ์สกุลก้องโลก² วินิจ เทือกทอง²

Surichan Muangkhwan^{1*}, Sureerat Areeruksakul konglok², Vinit Thueakthong²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวิเวตาราม กลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 19 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ เรื่อง ปริมาตรและความจุ และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ และ 3) แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ Wilcoxon Signed-ranks Test

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการทาง

¹ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Master of Education Program in Curriculum and Instruction, Sukhothai Thammathirat Open University

* e-mail: surichan2520@gmail.com

² สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Master of Education Program in Curriculum and Instruction, Sukhothai Thammathirat Open University

คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare mathematics learning achievements in the topic of Volume and Capacity of grade 3 students at Watwiwittaram School in Nakhon Sawan province before and after learning with the hands-on learning activities; and 2) to compare mathematics connection ability in the topic of Volume and Capacity of grade 3 students before and after learning with the hands-on learning activities.

The research sample consisted of 19 grade 3 students an intact classroom of Wat Wiwittaram School in Nakhon Sawan province during the first semester of the 2020 academic year, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments comprised 1) learning management plans with the hands-on learning activities in the topic of Volume and Capacity; 2) a mathematics learning achievement test in the topic of Volume and Capacity; and 3) a mathematics connection ability test in the topic of Volume and Capacity. Statistics employed for data analysis were the mean, standard deviation, and Wilcoxon sign-ranks test.

Research findings showed that 1) the post-learning mathematics learning achievement in the topic of Volume and Capacity of grade 3 students who learned with the hands-on learning activities was significantly higher than their pre-learning counterpart achievements at the .05 level; and 2) the post-learning mathematics connection ability in the topic of Volume and Capacity of grade 3 students who learned with the hands-on learning activities was significantly higher than their pre-learning counterpart achievements at the .05 level.

Keywords: Hands-on learning activities in Mathematics, Mathematics learning achievement, Mathematics connection ability

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาในศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมถึงการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ จำเป็นต้องบูรณาการการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกันหรือเชื่อมโยงความรู้โดยใช้คณิตศาสตร์ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ (รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, 2555 : 33-42)

จากรายงานผลการดำเนินงานด้านคุณภาพการศึกษาในภาพรวมของกลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา จังหวัดนครสวรรค์ โดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ปีการศึกษา 2559-2561 พบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37.58 32.25 และ 34.62 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผลการทดสอบมีคะแนนปีการศึกษา 2559 และ 2560 ลดลงร้อยละ 2.33 และปีการศึกษา 2561 เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2.37 ซึ่งไม่ถึงเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะเนื้อหาในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต พบว่า เป็นสาระที่ควรเร่งปรับปรุงเป็นอันดับแรก (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2, 2562 : 11) ทั้งนี้พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในกลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา จังหวัดนครสวรรค์ ผู้สอนไม่ได้เน้นบทบาทนักเรียนเป็นสำคัญ จัดการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบแบบเรียนเป็นส่วนใหญ่ เน้นการท่องจำ ส่งผลให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ช้า ไม่เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในทางกลับกันหากการจัดการเรียนรู้เน้นบทบาทนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและเข้าใจอย่างแท้จริง สามารถสร้างความคิดรวบยอดและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาของ จอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ (Learning by Doing) และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการค้นพบ ทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด รวมถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560 : 45) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ตลอดจนให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ ยุพิน พิพิธกุล (2537 : 81) ยังได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบปฏิบัติการว่า เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผ่านการลงมือฝึกปฏิบัติ ทดลอง เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล เชื่อมโยงข้อสรุปหรือข้อคาดการณ์ แล้วหาเหตุผลยืนยันข้อคาดการณ์ เป็นวิธีการและกระบวนการหาความรู้ด้วยตนเอง นำเอารูปธรรมมาอธิบายนามธรรม ทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน เพลิดเพลิน เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความรู้ความเข้าใจและรักคณิตศาสตร์ และถ้าเลือกใช้เนื้อหาวิชาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเนื้อหาที่เลือกใช้ นั้น ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 3-85) ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558 : 361-362) กล่าวว่า ควรเลือกเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมจะเป็นบทเรียนปฏิบัติการ มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แก่ การวัด คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น

นอกจากนี้นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยที่ อัญญา สืบสกุล (2557 : 47-53) ศึกษาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเชื่อมโยงโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนสูงขึ้น ส่วน ชีร์ธวัช โพธิ์เจริญ (2557 : 63-65) และพัชรา ทรงประศาสน์ (2551 : 91-92) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร่วมกับทักษะการสื่อสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการเหมือนกัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยบางท่านที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเชื่อมโยง โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเองและมีลักษณะใกล้เคียงกับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ ดังที่ จตุพร ผ่องลุนหิต (2560 : 115-116) ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น จึงได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา จังหวัดนครสวรรค์ โดยกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ประโยชน์ของการวิจัย

1. สามารถนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไปเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้เรื่องอื่นได้
2. โรงเรียนสามารถนำแนวทางการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไปวางแผนนิเทศการเรียนการสอนได้

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา จังหวัดนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 187 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาตรและความจุ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3. ตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวิจิตราราม กลุ่มโรงเรียนบรรพตบุรพา จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 19 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ตรวจสอบภาพโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และการจัดกิจกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ เพื่อจัดทำแผนการจัดกิจกรรมที่สมบูรณ์พร้อมใช้

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนานจำนวน 20 ข้อ ตรวจสอบภาพโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ซึ่งพบว่าทุกข้อคำถามมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุ มาแล้ว เพื่อหาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) พบว่าแบบทดสอบก่อนเรียนทุกข้อคำถามมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.60-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.60 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86 ส่วนแบบทดสอบหลังเรียนได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.50-0.77

และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.67 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82

2.3 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เป็นแบบอัตนัยฉบับคู่ขนานกันและมีข้อคำถามในการเชื่อมโยงความรู้ เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและแสดงวิธีทำในการวิเคราะห์และหาคำตอบ จำนวน 9 ข้อ ตรวจสอบคุณภาพ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ซึ่งพบว่า ทุกข้อคำถามมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และเคยเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุ มาแล้ว พบว่า แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ก่อนเรียน ทุกข้อคำถามมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 ส่วนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงหลังเรียนได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (ก่อนเรียน) จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (ก่อนเรียน) จำนวน 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง ในต่างวันและเวลาอื่น แล้วบันทึกคะแนนไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน รวม 18 ชั่วโมง พร้อมสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและบันทึกข้อมูล ข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข

3.3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (หลังเรียน) จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (หลังเรียน) จำนวน 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง ในต่างวันและเวลาอื่น และบันทึกคะแนนไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการโดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Sign Ranks Test

4.3 หาค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 เปรียบเทียบผลของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตร และความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Sign-ranks Test

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยไว้ 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ในการทดสอบสมมติฐานวิจัยว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ (Post) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม (Pre)” ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 19 คน มีค่าเฉลี่ยตัวแปร Pre และ Post เท่ากับ 8.42 และ 16.05 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.71 และ 1.82 คะแนน ตามลำดับ นั่นคือ การวัดหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน 7.63 คะแนน โดยที่ค่าเฉลี่ยตัวแปร Post มีค่าสูงประมาณสองเท่าของตัวแปร Pre แสดงว่า ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการได้ผลดีมาก และจากผลการทดสอบโดยใช้ Wilcoxon Sign-ranks Test พบว่า ค่า Z เท่ากับ 3.843 และ Asymp. Sig. (1-tailed) เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด ($\alpha = .05$) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปร	n	$\bar{X}$	S.D.	Z	Asymp. Sig. (1-tailed)
Pre	19	8.42	1.71	3.843*	0.000
Post	19	16.05	1.82		

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ในการทดสอบสมมติฐานวิจัยว่า “ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ (Post) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pre)” ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายสรุปได้ว่า จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 19 คน มีค่าเฉลี่ยตัวแปร Pre และ Post เท่ากับ 15.11 และ 22.37 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.45 และ 2.83 คะแนน ตามลำดับ นั่นคือ การวัดผลความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน 7.26 คะแนน โดยที่ค่าเฉลี่ยตัวแปร Post มีค่าสูงมากกว่าประมาณ 1.5 เท่าของตัวแปร Pre แสดงว่า ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนรู้แบบปฏิบัติการ สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้น และจากผลการทดสอบโดยใช้ Wilcoxon Sign-ranks Test พบว่า ค่า Z เท่ากับ 3.627 และ Asymp. Sig. (1-tailed) เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด ($\alpha = .05$) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	n	$\bar{X}$	S.D.	Z	Asymp. Sig. (1-tailed)
Pre	19	15.11	3.45	3.627*	0.000
Post	19	22.37	2.83		

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อของจริง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ชอบ และสนุกสนาน มีความตั้งใจเรียน สามารถสรุปความรู้ด้วยตนเองได้ดี เข้าใจเนื้อหา และเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในที่สุด ซึ่งนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือ

ปฏิบัติด้วยตนเองดังกล่าว สอดคล้องกับหลักปรัชญาของ จอร์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จากการกระทำ (ลาวัลย์ พลกล้ำ, 2523 : 1-2; ยุพิน พิพิธกุล, 2537 : 12; ทิศนา แคมมณี, 2553 : 26-27) สร้างให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงความรู้ในการสรุปความรู้และหลักการร่วมกันของนักเรียน โดยอภิปรายในกลุ่มใหญ่ก่อนไปสู่การสรุปความคิดรวบยอด แล้วจึงนำไปฝึกทักษะความรู้นั้นด้วยตนเองจากบัตรงาน ถือเป็นความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนในการดึงความรู้ที่ได้ออกมาใช้แก้ปัญหา สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ที่เชื่อว่า การเรียนรู้ไม่ได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงอย่างเดียว แต่เป็นกระบวนการสะสมข้อมูลและดึงข้อมูลออกมาใช้ เมื่อได้รับการเรียนรู้ที่เหมาะสม (ลาวัลย์ พลกล้ำ, 2523 : 1-2; ยุพิน พิพิธกุล, 2537 : 12; ทิศนา แคมมณี, 2553 : 26-27) และสอดคล้องทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของวิกทอสกี (Vygotsky) ที่เชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ไม่เป็นเพียงผู้รับอย่างเดียว แต่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติเรียนรู้จากบริบทจริง โดยแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (ทิศนา แคมมณี, 2553 : 94; ลักขณา สรวิวัฒน์, 2557 : 187; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558 : 51) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมให้ตรงตามแผนที่วางไว้มากที่สุดโดยคำนึงถึงเป้าหมายของกิจกรรมในแต่ละขั้น โดยเฉพาะในขั้นปฏิบัติการนักเรียนลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง ผู้วิจัยคอยดูแลให้นักเรียนได้ลงมือกระทำปฏิบัติการตามขั้นตอนในบทเรียนปฏิบัติการอย่างเคร่งครัดและกำกับเวลา รวมถึงใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องปฏิบัติการ ห้องเรียนธรรมชาติ โรงอาหาร ส่วนชั้นฝึกทักษะ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะด้วยตนเองโดยใช้บัตรงาน ซึ่งในบัตรงานจะมีลักษณะแบบฝึกให้ทบทวนความรู้ความคิดรวบยอดเรื่องที่เรียนมาแล้วนั้นด้วยตนเองเป็นรายบุคคล หลังจากผ่านการเรียนรู้แบบรายกลุ่มจะทำให้เกิดทักษะชำนาญมากขึ้น นักเรียนบางคนทำบัตรงานได้รวดเร็วมาก อาจเนื่องจากมีความชำนาญมากขึ้น สอดคล้องกับ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ ภัทรวดี หาดแก้ว (2555 : 4) ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558 : 360; อ้างอิงจาก Cooney, 1975 : 351) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการจะต้องมีใบคำสั่ง สื่อปฏิบัติการ ได้แก่ บทเรียนกิจกรรม บทเรียนปฏิบัติการ บัตรงาน มีขั้นตอนการปฏิบัติที่จะทำให้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือข้อคาดการณ์และยืนยันข้อคาดการณ์นั้น จะทำให้นักเรียนได้องค์ความรู้ที่สมเหตุสมผลเหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ของ พัทธรา ทรงประศาสน์ (2551 : 91-92) อัญญา สืบสกุล (2557 : 47-53) ธีรวัช โพธิ์เจริญ (2557 : 63-65) นอกจากนี้การเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ ยังส่งผลให้การออกแบบกิจกรรมนั้นมีความน่าสนใจและง่ายต่อการเรียนรู้อีกด้วย ซึ่งเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ นั้นสามารถออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการได้หลากหลายและน่าสนใจ สอดคล้องกับ ลาวัลย์ พลกล้ำ (2523 : 3) ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558 : 361) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมจะเป็นบทเรียนให้นักเรียนปฏิบัติการด้วยตนเองได้ เช่น การวัด คุณสมบัติรูปสามเหลี่ยม ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรวัช โพธิ์เจริญ (2557 : 63-65) ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และงานวิจัยของ อัญญา สืบสกุล (2557 : 56) ศึกษาเนื้อหาเรื่อง

การวัดความยาว พื้นที่ และปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งทั้งสองงานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการส่งผลให้นักเรียนมีความอยากรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้ เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมนักเรียนจะได้นำความรู้รวบยอดมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงทุกคาบเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายที่ผู้สอนออกแบบไว้ ส่งผลให้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม สอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics. 1991 : 360) อัมพร ม้าคะนอง (2554 : 60) และ รุ่งฟ้า จันทจักรุณณ์ (2555 : 934) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นการนำเนื้อหาคณิตศาสตร์วิชาเดียวกันหรือตั้งแต่สองวิชามาสัมพันธ์กัน มาคิดวิเคราะห์และริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อเรียนรู้และนำมาใช้เรียนรู้เนื้อหาใหม่และใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ผู้สอนควรให้นักเรียนได้หาข้อมูลนอกห้องเรียนเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง เชื่อมโยงความคิดรวบยอดคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เกิดประสบการณ์การจดจำว่าความรู้ในตอนเริ่มต้น จำนวน ขนาด รูปร่าง และรูปแบบ มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่อยู่รอบตัวผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบอัตรายที่มีข้อคำถามในการเชื่อมโยงความรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและแสดงวิธีทำในการวิเคราะห์และหาคำตอบ สอดคล้องกับ ชานนท์ จันทรา (2554 : 14-36) และ สสวท. (2555 : 30-38) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ว่า เป็นการวัดพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนถึงการหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตรงกับแนวคิดการแสดงออกถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการควรมีทั้งแบบรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และในขณะเดียวกันนักเรียนทุกคนต้องได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องอธิบายและชี้แจงรายละเอียด วิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัตินั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการควรกำหนดเวลาและกิจกรรมให้เหมาะสม เพราะบางกิจกรรมใช้เวลาไม่เท่ากัน กรณีที่เวลาไม่พอผู้สอนควรมอบงานและติดตามให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียนได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น เช่น เส้นขนาน ความน่าจะเป็น เศษส่วน เป็นต้น

2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับความคงทนในการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

3. ควรมีการศึกษาดูการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การให้เหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

- จตุพร ผ่องลุดิน. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นนทบุรี: พิบาลานซ์ ดีไซน์แอนด์พริ้นติ้ง.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน. ใน ประมวลสาระชุด วิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 14 (หน้า 14 - 36). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิตนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรวัช โพธิ์เจริญ. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตพลวัต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียน พระตำหนัก จังหวัดอ่างทอง. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.
- พัชรา ทรงประศาสน์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีศรีน่าน จังหวัดน่าน. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2537). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอดิสันเพรสโปรดักส์.

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์. (2555). กิจกรรมส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9* (หน้า 33 – 42). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ลักขณา ศรีวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ลาวัลย์ พลกล้า. (2523). *การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ ภัทรวดี หาดแก้ว. (2555). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 11* (หน้า 4 – 27). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2. (2562). *รายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2562 เอกสารลำดับที่ 20/2562 หน้า 11*. นครสวรรค์: สำนักงานฯ.

อัญญา สืบสกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง การวัดความยาว พื้นที่ และปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดศรีสว่าง จังหวัดเชียงใหม่*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.

อัมพร ม้าคะนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: NCTM.