



ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI
ที่มีต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING CANGELOSI'S
CONCEPT CONSTRUCTING STRATEGY ON MATHEMATICAL LEARNING RETENTION AND
REASONING ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS

นางสาวภูมิฤทัย วิทย์วิจิตร *

Poomruthai Whitayawhijin

ผศ.ดร.สมยศ ชิดมงคล **

Asst. Prof. Somyot Chidmongkol, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐานุตรบำเพ็ญ โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: cho_co_late_pear@hotmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: syot_chd@hotmail.com

ISSN 1905-4491

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the learning retentions of students in the experimental and control group, 2) to compare mathematical reasoning abilities of students before and after the intervention, and 3) to compare mathematical reasoning abilities of students in the experimental group and control group. The experimental group was taught using mathematics learning activities based on Cangelosi's concept constructing strategy while the control group received conventional mathematics instruction. The instruments of data collection were mathematics achievement tests, and mathematical reasoning ability tests. The results of the study revealed that 1) the learning retention of students in the experimental group was higher than that of students in the control group at the .05 level of significance, 2) the mathematical reasoning ability of students after the intervention was significantly higher than that before at the .05 level, and 3) the mathematical reasoning ability of students in the experimental group was higher than that of students in the control group at the .05 level of significance.

คำสำคัญ: กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI / มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ / ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ / ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

KEYWORDS: CANGELOSI'S CONCEPT CONSTRUCTING STRATEGY / MATHEMATICAL CONCEPT / MATHEMATICAL LEARNING RETENTION / REASONING ABILITY

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยให้ความสำคัญกับการเรียนคณิตศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าวิชาอื่นๆ เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ดังที่ ยูพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญ ทุกคนต้องใช้ จะใช้มากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นๆ คนที่จะไปเป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงขึ้นไป ในชีวิตประจำวันเราใช้คณิตศาสตร์ธรรมดาจำพวกการบวก ลบ คูณ การหาร ใช้คณิตศาสตร์นั้นใช้ตามสภาวะของคนคนนั้น และ ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ และอินทิรา ศรีวิวัฒนะธรรมมา (2533) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาต่างๆ หลายสาขา เป็นวิชาที่ช่วยทำให้ผู้ที่ศึกษามีความคิดอย่างเป็นระบบ เป็นเหตุเป็นผล แต่ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากสถิติการศึกษาว่า ปัจจุบันเรามีนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น ขณะที่ประเทศชั้นนำของโลกที่ให้ความสำคัญต่อคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เช่น ไต้หวัน หรือ สิงคโปร์ สามารถพัฒนานักเรียนจนนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ได้ถึงประมาณร้อยละ 40 และจากรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ประจำปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557 ของสำนักทดสอบทางการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์คิดเป็น ร้อยละ 26.95 25.45 และ 24.45 ตามลำดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2555) ซึ่งจะเห็นว่าต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ ร้อยละ 50 และคะแนนผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ยังมีแนวโน้มที่ลดต่ำลงทุกปี ดังนั้นจึงต้องศึกษาดูว่าเกิดจากสาเหตุหรือปัจจัยใดเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุงนั้น อาจเนื่องมาจากครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนนักเรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะ

เกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง (ฟาฏินา วงศ์เลขา, 2553) ดังนั้นการจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้นนั้น ควรพัฒนาจากความรู้พื้นฐาน นั่นคือการพัฒนาโมโนทัศน์ก่อน เพราะโมโนทัศน์มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานของการคิด (Toumasis, 1995) การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ต้องผ่านการกลั่นกรองมโนทัศน์ (Ausubel, 1968) นั่นคือหากนักเรียนมีความรู้และเข้าใจในหลักการ วิธีการ ทฤษฎี มโนทัศน์ของเรื่องนั้นๆ อย่างถ่องแท้ จนสามารถอธิบาย เขียน หรือ ยกตัวอย่างได้ นักเรียนจะสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปแก้ปัญหาในเรื่องอื่นๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ นวลจิตต์ เขาวกริตพิงศ์ (2537) ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นได้ถึงระดับสูงสุด ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดการสร้างมโนทัศน์หลากหลายแนวคิด ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI (Cangelosi, 1988) ซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งของการสร้างมโนทัศน์ที่น่าสนใจ ประกอบด้วย 4 ลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม (Sorting and categorizing) ครูนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้หลายข้อมูล ทั้งเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปทั่วไป จากนั้นนักเรียนนำข้อมูลมาเรียงและจัดกลุ่มด้วยตนเองตามลักษณะเฉพาะอย่างมีเหตุผล โดยนักเรียนจะต้องสังเกตความสัมพันธ์ในกลุ่มแต่ละกลุ่มว่ามีสิ่งใดเหมือนกันภายในกลุ่ม และสิ่งใดแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ซึ่งครูอาจช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียน

ลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย (Reflecting and explaining) นักเรียนสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลของการเรียงและการจัดกลุ่มในขั้นที่หนึ่งว่า นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม และพบความเหมือนใดภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม โดยครูอาจช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ต่างๆ อย่างชัดเจน

ลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน (Generalizing and articulating) นักเรียนสร้างหลักการทั่วไป โดยประมวลความสัมพันธ์ต่างๆ ในขั้นที่สอง และอธิบายหลักการทั่วไปโดยระบุลักษณะสำคัญของหลักการทั่วไปให้ถูกต้องครบถ้วน ในภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งนักเรียนไม่จำเป็นต้องบอกชื่อหลักการทั่วไปได้ถูกต้อง จากนั้นครูให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจรายละเอียดของหลักการทั่วไปชัดเจนมากขึ้น

ลำดับที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง (Verifying and refining) นักเรียนตรวจสอบข้อสรุปทั่วไปว่าถูกต้องหรือไม่ กับตัวอย่างต่างๆ ทั้งที่ตรงตามหลักการทั่วไปและไม่ตรงตามหลักการทั่วไป หากตรวจสอบแล้วมีข้อผิดพลาดนักเรียนต้องปรับปรุงหลักการทั่วไปให้ถูกต้อง

จากลำดับดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ทั้ง 4 ลำดับของกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ส่งเสริมให้นักเรียนสังเกต ผึกคิด วิเคราะห์ ลองผิดลองถูก หาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่างๆ จนนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งการที่นักเรียนต้องคิดทบทวนกับข้อมูลที่ได้มา ลองผิดลองถูกในการจับกลุ่ม ใช้เวลาในการหาความสัมพันธ์ จนในที่สุดจึงสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้นอย่างละเอียดถูกต้อง ครบถ้วน และอาจทำให้นักเรียนจดจำมโนทัศน์ได้ดี และยาวนานด้วย ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนจะจดจำมโนทัศน์ด้วยความเข้าใจและมีการคิดทบทวนรายละเอียดของมโนทัศน์ ซึ่งจะทำให้มโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจถูกจำได้ยาวนาน เมื่อนักเรียนจำมโนทัศน์ได้นาน นักเรียนก็จะสามารถนำมโนทัศน์นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ทั้งยังส่งผลให้สามารถนำมโนทัศน์เรื่องนั้นๆ มาต่อยอดไปสู่มโนทัศน์เรื่องอื่นๆต่อไป

ได้เป็นอย่างดี ซึ่งก็จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้นตามมาด้วยนั่นเอง ทั้งนี้การที่นักเรียนจดจำมโนทัศน์ได้อย่างยาวนานขึ้นและสามารถนำมโนทัศน์นั้นมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นั่นคือความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์นั่นเอง ซึ่งสิ่งนี้เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการนำมโนทัศน์มาการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว การนำมโนทัศน์มาพัฒนาสู่มโนทัศน์เรื่องใหม่ การนำมโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ซึ่งหากนักเรียนมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว อาจทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์ และรักวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นอีกด้วย

เมื่อพิจารณาถึงกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI (Cangelosi, 1988) ในลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย และลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน พบว่าเป็นลำดับที่นักเรียนจะต้องสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลจากความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ โดยนักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล อธิบายเหตุผลบนความจริงที่สามารถพิสูจน์ได้ และสามารถอ้างอิงหรือยกข้อความจริงทางคณิตศาสตร์ประกอบการให้เหตุผลนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน ในลำดับนี้เองนักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งตรงตามกำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ (NCTM, 2000) ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์
2. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้
4. เลือกและใช้การให้เหตุผลและการพิสูจน์ได้หลายประเภท

จะเห็นได้ว่ากลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด และอธิบายเหตุผลประกอบข้อสรุปที่สมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ โดยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการหนึ่งทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญและควรพัฒนาอย่างยิ่ง และเนื่องด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีมาก ครูมีเวลาในการจัดการเรียนการสอนจำกัด ครูมักจะสอนแบบบอกและแสดงวิธีทำให้นักเรียนจึงไม่ได้ใช้ความคิด ไม่ได้วิเคราะห์ ไม่ได้แสดงความคิดเห็น อีกทั้งนักเรียนชอบการบอกกฎ สูตร มาให้ท่อง แล้วนำไปใช้ได้เลย ซึ่งสิ่งนี้เป็นสิ่งที่ย่ำต่อการสอน และสถาบันกวดวิชาคณิตศาสตร์ มักจะใช้วิธีการสอนแบบนี้ ซึ่งเป็นความจริงที่ว่า การสอนแบบท่องจำ แล้วนำไปใช้นั้น เห็นผลชัดเจนว่าสามารถทำให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้จริง ซึ่งนั่นเหมือนเป็นผลดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แต่หากเราพิจารณาลงไปรายละเอียดแล้วนั้น สูตรแต่ละสูตร ที่จะนำมาใช้ โดยเฉพาะสูตรลัดต่างๆ สามารถนำมาใช้ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะบางเงื่อนไขเท่านั้น เมื่อปัญหาคณิตศาสตร์มีการพลิกแพลง หรือไม่ตรงตามเงื่อนไขเฉพาะแล้ว นักเรียนจะไม่สามารถนำสูตรมาใช้ได้เลย และเนื่องจากนักเรียนไม่รู้ที่มาที่ไปของสูตรคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่มีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนก็จะไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พลิกแพลงเหล่านั้นได้เลย อีกทั้งยังไม่สามารถที่จะเลือกสูตรอื่นหรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วย หากนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนจะสามารถอธิบายและเลือกวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง “วงกลม” เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีมโนทัศน์จำนวนมาก และมโนทัศน์มีลักษณะสำคัญคล้ายคลึงกัน ทำให้นักเรียนหลายๆคนมักเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนเรื่องนี้ อันเนื่องมาจากมโนทัศน์เยอะ จดจำยาก เมื่อเรียนมโนทัศน์ใหม่ มักลืมมโนทัศน์เก่า หรือบางครั้งเกิดความสับสนระหว่างมโนทัศน์ที่คล้ายคลึงกัน และมักเข้าใจมโนทัศน์ผิดพลาด การจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองอาจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจดจำมโนทัศน์ที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม ในการทำวิจัย เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีจำนวน 15 ห้องเรียน โดยพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค23201 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง ม.3/2 และห้อง ม.3/3 จำนวน 76 คน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เวลาในการเรียน 7 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI
2. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 เป็นแบบสอบคู่ขนานกัน ลักษณะแบบวัดเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (ข้อละ 1 คะแนน) ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.86 มีค่าความยาก (p) 0.21 – 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.22 – 0.85 และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.83 มีค่าความยาก (p) 0.21 – 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.23 – 0.86

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (ข้อละ 4 คะแนน) ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ค่าความเที่ยง 0.69 ค่าความยาก (p) 0.55 – 0.70 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 – 0.70 และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ค่าความเที่ยง 0.65 ค่าความยาก (p) 0.43 – 0.63 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.35 – 0.65

ก่อนการจัดการเรียนสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน แล้วผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอน โดยกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยขณะจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียน จดบันทึกหลังแผน และเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผล ฉบับหลังเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 (ซึ่งคู่ขนานกับฉบับแรก) ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ ผู้วิจัยศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง จากร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากแบบฝึกเสริมทักษะ เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test)

ผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อที่ 1 อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ประกอบด้วย 4 ลำดับ ดังนี้ ลำดับที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม นักเรียนวิเคราะห์ แยกแยะส่วนประกอบของข้อมูล และลักษณะเฉพาะของสิ่งเรียนรู้ จากนั้นจึงเรียงและจัดกลุ่มข้อมูล ลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย นักเรียนสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลของการเรียงและการจัดกลุ่ม ในลำดับที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่า นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม และเมื่อจัดกลุ่มแล้วนักเรียนพบความเหมือนใดของลักษณะเฉพาะภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน นักเรียนสร้างหลักการทั่วไป โดยใช้ภาษาของนักเรียน จากการประมวลความสัมพันธ์ต่างๆ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไป โดยสามารถระบุลักษณะสำคัญของหลักการทั่วไปได้ถูกต้องครบถ้วน ลำดับที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง นักเรียนตรวจสอบข้อสรุปทั่วไปที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ กับตัวอย่างต่างๆ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดนักเรียนต้องปรับปรุงให้ถูกต้อง จากลำดับ 4 ลำดับของ กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI นั้นเป็นกลวิธีที่ส่งเสริมให้สร้างมโนทัศน์จากการสังเกต คิววิเคราะห์ลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ลักษณะสำคัญอย่างละเอียดครบถ้วน ถูกต้อง เข้าใจมโนทัศน์อย่างมีความหมาย และจดจำมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง จึงสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมมโนทัศน์ แสดงความคิดเห็น มีการอภิปราย และใช้คำถามนำกระตุ้นการถามตอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียน เมื่อมีการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจะฝึกคิดวิเคราะห์ ด้วยตนเอง และอภิปรายร่วมกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำ ครูอาจสุ่มเรียกนักเรียนถามตอบ หรือนำเสนอวิธีแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบว่า คำตอบที่ได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ จากการทำงานของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม ในด้านการนำมโนทัศน์ไปใช้หาคำตอบในแบบฝึกเสริมทักษะจะไม่แตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถนำมโนทัศน์ไปใช้ในการหาขนาดของมุม ความยาวของส่วนของเส้นตรง ความยาวของส่วนโค้ง และแก้ปัญหาได้ถูกต้องไม่แตกต่างกัน แต่จากผลเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม แม้จะสามารถนำมโนทัศน์ไปใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้องไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถจดจำมโนทัศน์ได้ดีกว่าจึงสามารถนำมโนทัศน์ไปใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slade (2007) ได้ทำการศึกษาพบว่า กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI เป็นวิธีและแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในการ

จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สุธีรัตน์ อริเดช (2540) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างมโนทัศน์มีความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อที่ 2 อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ว่าเป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนได้ด้วยตนเอง จากการสังเกต และใช้ภาษาของตนเองสรุปมโนทัศน์ ที่ประกอบด้วย 4 ลำดับ ดังนี้ ลำดับที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม ลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย ลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน ลำดับที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง โดยเฉพาะในลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย ในลำดับนี้นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลของการเรียงและการจัดกลุ่มของข้อมูลที่นักเรียนได้แสดงในลำดับที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่า นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม และเมื่อจัดกลุ่มแล้วนักเรียนพบความเหมือนใดของลักษณะเฉพาะภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม โดยในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI แผนที่ 2 ถึง แผนที่ 3 นั้นนักเรียนไม่อธิบายเหตุผล อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการอธิบายเหตุผลหรืออาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่รู้ว่าจะอธิบายเหตุผลอย่างไร โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI แผนที่ 5 เป็นต้นไป นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลโดยระบุลักษณะสำคัญในการจัดกลุ่มได้ละเอียดมากกว่าช่วงแรก และพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ และลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน ลำดับนี้นักเรียนได้สร้างหลักการทั่วไป โดยใช้ภาษาของนักเรียนที่ได้จากการประมวลความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่ม มาสรุปเป็นหลักการทั่วไป โดยนักเรียนสามารถระบุลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ถูกต้องครบถ้วน โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI แผนที่ 6 เป็นต้นไปนักเรียนสามารถเขียนสรุปมโนทัศน์โดยระบุลักษณะของมโนทัศน์ได้ครบถ้วนหรือแสดงรายละเอียดได้ถูกต้องมากกว่าช่วงแรก และจากร่องรอยการทำแบบฝึกเสริมทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองด้านการให้เหตุผล โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่แบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 และพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับอย่างรวดเร็ว โดยตั้งแต่แบบฝึกเสริมทักษะที่ 6 เป็นต้นไป นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องสามารถระบุลักษณะสำคัญได้ครบถ้วน จะเห็นได้ว่าในลำดับที่ 2 ขั้นการสะท้อนผลและการอธิบาย และลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน เป็นลำดับที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mergel (1998) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่

สอนโดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI จะสร้างแนวความคิดของตัวเองซึ่งช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนในการเรียนรู้ประสบการณ์ของตัวเองกับสถานการณ์ใหม่

3. จากผลการวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อที่ 3 อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมความพร้อมสร้างแรงจูงใจขั้นจัดกิจกรรม ขั้นพัฒนาทักษะ และขั้นสรุปสิ่งเรียนรู้ โดยสิ่งที่มีความแตกต่างกันคือขั้นจัดกิจกรรม กล่าวคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ขั้นจัดกิจกรรมจะประกอบด้วย 4 ลำดับ ดังนี้ ลำดับที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม ลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย ลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน ลำดับที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง ซึ่งลำดับขั้นนี้ช่วยทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะในลำดับที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย ลำดับที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน ซึ่งเป็นลำดับที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการให้เหตุผลอยู่เสมอ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ขั้นจัดกิจกรรมจะเป็นการจัดกิจกรรมตามคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยดำเนินการจัดกิจกรรม ดังนี้ ทำให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ การถาม-ตอบ ประกอบการอธิบาย การยกตัวอย่างประกอบ การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และใช้คำถามนำกระตุ้นการถามตอบ นำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์เพิ่มเติม ที่ช้อยกับมโนทัศน์ที่สอน จนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการหาคำตอบ และการแก้ปัญหา โดยนักเรียนกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับการฝึกทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอนและสม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างกับนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอนและสม่ำเสมอ โดยตั้งแต่คาบที่ 6 เป็นต้นไป นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นตามลำดับ และจากร่องรอยการทำแบบฝึกเสริมทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมด้านการให้เหตุผลจะสังเกตเห็นได้ชัดเจน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมตั้งแต่แบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 และพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับอย่างรวดเร็ว โดยตั้งแต่แบบฝึกเสริมทักษะที่ 6 เป็นต้นไป นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง สามารถระบุลักษณะสำคัญได้ครบถ้วน แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้องในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 - 3 หลังจากแบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เป็นต้นไปนักเรียนกลุ่มควบคุมมีการพัฒนาการให้เหตุผลดีขึ้นตามลำดับ แต่ไม่มากเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องหรือถูกต้องแต่ระบุลักษณะสำคัญไม่ครบถ้วน จนกระทั่งในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 13 นักเรียนกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ก็ยังไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mergel (1998) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI จะสร้างแนวความคิดของตนเองซึ่งช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนในการเรียนรู้ประสบการณ์ของตนเองกับสถานการณ์ใหม่

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ไปประยุกต์ใช้จะมีความเหมาะสมในบางเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพราะกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI เป็นกลวิธีที่เน้นการสร้างมโนทัศน์และประกอบด้วยลำดับขั้น 4 ขั้นสำหรับการสร้างมโนทัศน์ ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ในลำดับขั้นต่างๆ ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการคิด การแสดงเหตุผล ไม่ควรบอกหรืออธิบายมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้นักเรียน ควรให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ อธิบายเหตุผล และสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยครูเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำนักเรียนหากนักเรียนเกิดข้อสงสัย

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ประกอบด้วยลำดับขั้น 4 ขั้น โดยแต่ละลำดับขั้นใช้เวลาในการทำกิจกรรม อีกทั้งควรทำกิจกรรมให้ครบทุกลำดับขั้นภายในหนึ่งคาบ ครูผู้สอนควรวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับสภาพจริงในชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น เช่น พัฒนากลยุทธ์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพราะในลำดับขั้นที่ 1 และ ลำดับขั้นที่ 3 เป็นลำดับขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมของนักเรียนมาเรียงลำดับและจัดกลุ่ม แล้วสรุปความสัมพันธ์จากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้สู่ข้อสรุปใหม่ หรือพัฒนาทักษะทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะในลำดับขั้นทั้งสองขั้น นักเรียนต้องใช้ในการปรึกษา อภิปรายกันภายในกลุ่ม และอธิบายเหตุผลให้นักเรียนในห้องฟัง ตลอดจนเขียนสรุปหลักการทั่วไป โดยระบุรายละเอียดครบถ้วน เป็นต้น

2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ไปใช้ในการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น พัฒนาคูณลักษณะใฝ่เรียนรู้ เพราะลำดับขั้นทั้งสองขั้นของกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งใจเพียรพยายามในการเรียน เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ บันทึกความรู้ และวิเคราะห์สรุปองค์ความรู้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- นวลจิตต์ เขาวงศ์พิงค์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. *วารสารพัฒนาหลักสูตร*. ปีที่ 14, 55-60.
- พลาภีนา วงศ์เลขา. (2553). *การเรียนคณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม*. สืบค้นวันที่ 30 กันยายน 2555, จาก <http://social.obec.go.th/node/22>.
- ภัทรกุล จริยวิทยานนท์และอินทิดา ศรีวัฒนะธรรมมา. (2533). คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ. *วารสาร สสวท*. ปีที่ 18, 2-3.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555). ผลการสอบวัดคุณภาพระดับชาติ. สืบค้นวันที่ 21 เมษายน 2557, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>
สุธีรัตน์ อริเดช. (2540). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Rinehart and Winston.
- Cangelosi, J. (1988). *Development and validation of the underprepared Mathematics teacher assessment*. New York: John Wiley & Sons.
- Mergel, B. (1998). Instructional design & learning theory. *Educational Communications and Technology*. 4183, 45-47.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Curriculum and evaluation standard for schools Mathematics*. Reston, VA: The Council.
- Slade, P. (2007). A constructivist approach to Mathematics education. *Memorial University of Newfoundland Education*, 6390, 9-12.
- Toumasis, C. (1995). Concept Worksheet: An important tool for learning. *The Mathematics Teacher*, 88(2), 98 - 100.