



รหัสบทความ OR66059

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The results of the teaching-learning activities (CGI) together with the use of high-level questions to develop mathematical achievement and reasoning ability on addition, subtraction, multiplication and division of numbers with and without parentheses of students in grade 4

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 29 คน ได้มาโดยเลือกแบบการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผล จำนวน 2 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติ t-test (One sample test)

ผลการศึกษาพบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05



คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์, คำถามระดับสูง

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare reasoning ability on addition, subtraction, multiplication, and division of numbers with and without brackets of grade 4 students after receiving instructional learning activities. Cognitive Thinking (CGI) with the use of high-level questions with the criteria of 70 percent 2) To compare the achievement in solving math problems on addition, subtraction, multiplication, and division of numbers with and without parentheses. of the 4th grade students after receiving the Cognitive Thinking (CGI) learning activities together with the use of high-level questions. The target group used in the research were 29 students in Prathom Suksa 4 at the Demonstration School of Loei Rajabhat University, Muang District, Loei Province, in the first semester of the academic year 2022. The total number of 29 students was selected by purposive sampling. Used in this study were the learning management plan on adding, subtracting, multiplying, and dividing numbers with and without parentheses.

The results showed that 1) the reasoning ability on adding, subtracting, multiplying, and dividing counting numbers with and without parentheses of Grade 4 students after receiving the CGI together with the use of high-level questions. 2) The achievement in solving math problems on addition, subtraction, multiplication and division of numbers with and without parentheses of Grade 4 students after receiving learning activities. Knowing the Cognitive Thinking (CGI) model with the use of high-level questions Above the 70 percent threshold at the .05 level of significance

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ ให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ เกิดสมรรถนะ มีความรู้ความสามารถการสื่อสาร ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดเป็นระบบ

เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม สามารถแก้ปัญหาอุปสรรค มีทักษะชีวิตและเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีคุณค่า (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ดังนั้นการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจที่มากพอเพียงและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะระดับประถมศึกษาต้องเป็น การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมนักเรียนให้รับกับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาที่สูงขึ้น ครูผู้สอนต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถรู้จักดัดแปลงตัวอย่างกิจกรรม แบบฝึกหัด ตลอดจนหาสื่ออุปกรณ์ประกอบการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง การสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนั่นเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องฝึกให้เยาวชนรู้จักพูด แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน สมเหตุสมผล มีวิจารณ์ญาณ ฝึกให้เยาวชน เป็นผู้รู้จัก ใฝ่แสวงหาความรู้ กล้าแสดงความรู้ และความคิดเป็นผู้เสียสละเพื่อส่วนรวม มีน้ำใจ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เพื่อเตรียมนักเรียนให้เป็นทรัพยากรที่มีค่าในยุคข่าวสารสนเทศและยุคไร้พรมแดนต่อไป (ปานทอง กลุณาศิร, 2555)

ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้น เรียนโดยทั่วไป พบว่า นักเรียนยังมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมน้อยครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วจะสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทัน หรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายจะเกิดความเบื่อหน่ายเจตคติไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อต้องเรียนเรื่อง ใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่นั้น จิราวรรณ จันทระแพ (ออนไลน์, 2555)

จากสภาพปัจจุบันโรงเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลยประสบกับปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์รวมไปถึงการประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พบว่า ผลการทดสอบ (O - NET) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ในรายวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ร้อยละ 39.43 และคะแนนเฉลี่ยในระดับจังหวัดอยู่ที่ร้อยละ 34.44 ซึ่งจากผลคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสาเหตุหนึ่งนั้นผู้เรียนไม่ค่อยสนใจที่จะเรียนรู้ เนื่องจากไม่มีแรงกระตุ้นและไม่มีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้ อาจเป็นเพราะว่าเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก ต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาโดยส่วนใหญ่ อีกทั้งยังคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและไม่เป็นสาขาวิชาที่จะศึกษาต่อในอนาคต ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประกอบกับเทคนิคการสอนของครูยังคงสอนในรูปแบบเดิม ๆ ไม่ส่งผลในทางที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีหนึ่ง ที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาโดยให้เหตุผลประกอบ แนวคิดนี้ถูกพัฒนาโดยคาร์เพนเทอร์และคณะในปี ค.ศ. 1980 (Carpenter et al, 2000, p. 1) ซึ่งแนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด หรือ CGI นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูผู้สอน ที่เกิดจากการสังสมและการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนผ่านการแก้ปัญหา

การใช้คำถามระดับสูงเป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 75) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบระดับการแปล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า หรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิดช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผล

สายัณห์ ผาน้อย (2549, หน้า 110) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า เป็นคำถามที่ ต้องการคำตอบที่ต้องใช้สติปัญญาสูงขึ้น คือ คำถามในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า หรือเรียกว่าคำถาม



ต้องการสอบความคิด (Thought question) การตอบคำถามระดับนี้ผู้ตอบต้องใช้ความคิด ความสัมพันธ์และการแปลผล โดยอาศัยพื้นฐานความจำมาสัมพันธ์กัน

สราวดี เพ็งศรี โคตร (2549, หน้า 60) กล่าวไว้โดยสรุปว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ ส่งเสริมให้เด็กคิด โดยนำความรู้และประสบการณ์เดิมหรือจากความรู้ที่ได้จากคำถามระดับต่ำมา เป็นพื้นฐานในการสรุปหาคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80-82) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหาแบบรูป หาข้อสรุปที่เป็นเหตุ เป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 58) ได้กล่าวว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ ผู้ตอบใช้ความรู้ นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานแล้วสรุปหาคำตอบเป็นการส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จากสภาพปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตลอดจนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอมือง จังหวัดเลย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 29 คน ได้มาโดยเลือกแบบการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีจำนวน 4 แผน โดยสอนแผนละ 2 ชั่วโมง รวม 8 ชั่วโมง



3.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ เป็นแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 8 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ

2. ปฐมนิเทศ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ และอธิบายถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 15 ข้อ

5. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วให้ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลจำนวน 2 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 15 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบการศึกษาแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังทดลอง One - shot case design (Cambell & Stanley, 1969) มีรูปแบบการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบ
E	X	O



สัญลักษณ์ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง
- X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
- O แทน การทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือ และหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 14101 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีทั้งหมด 4 แผน ดังนี้

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย ในด้านคำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และการใช้คำถามระดับสูง จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และชั่วโมง

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ครุนำเสนอปัญหา โดยที่ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบ ความคล้ายคลึง ความแตกต่างของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมาให้ และให้นักเรียนยกตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมคิดหาคำตอบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาและอภิปรายปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหามาขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการ ค้นหาเงื่อนไขอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนกำหนดแนวทางหรือแผนการที่เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกเอาไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 สรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปผลที่ได้มาคืออะไร ถูกต้องหรือไม่

3. นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งแสดงผล ซึ่งในระหว่างนักเรียนรายงานคำตอบ ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ ตัวอย่างคำถามเช่น “ทำไม” “อย่างไร” หรือ “เหตุผลใด” และให้นักเรียนวิเคราะห์ แยกแยะ จัดหมวดหมู่ ของสถานการณ์ปัญหา โดยบอกถึงความสัมพันธ์และเหตุผลของปัญหาที่กำหนดมาให้ เพื่อกกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

4. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่า “ทำไม” “อย่างไร” หรือ “เหตุผลใด” เพื่อยืนยันวิธีการที่ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมาให้อีกครั้ง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันและเป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียน ตัวอย่างประเภทของคำถามระดับสูงที่ใช้ไว้ในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 4 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) โดยมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
8. การบันทึกผลหลังการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงของเนื้อหาความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การบันทึกผลหลังการเรียนรู้ตลอดจนภาษาที่ใช้และนำข้อเสนอมาปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 160-162)

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง



2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และมีวิธีการพิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 โดยประยุกต์ใช้จาก ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) ซึ่งจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม ซึ่งผลการประเมิน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

1.7 หลังจากนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง และนำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน

1.9 นำผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ มาปรับปรุงและจัดพิมพ์ฉบับจริง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาคู่มือครู หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 กำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย

2.4 วิเคราะห์เนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดจำนวนข้อสอบ



2.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ตามตารางวิเคราะห์ข้อของเนื้อหา จำนวน 4 ข้อ นำไปใช้จริง จำนวน 2 ข้อ

2.6 กำหนดเกณฑ์ การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 3 ดีมาก	มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบการแก้ปัญหา ถูกต้องและสมเหตุสมผลทั้งหมด
ระดับ 2 ดี	มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบการแก้ปัญหา ถูกต้องและสมเหตุสมผลเกือบทั้งหมด
ระดับ 1 พอใช้	มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบการแก้ปัญหา ถูกต้องและสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
ระดับ 0 ปรับปรุง	ไม่มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิด

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและชี้แนะข้อบกพร่อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of objective congruency) ค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้ คะแนน ดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

2.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มที่ทดลองใช้กับแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับคำถามระดับสูง



2.11 นำคะแนนจากผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ

2.12 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 3 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (เวซทรี อังกะภักทรจร . 2555, หน้า 161)

2.13 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎีวิธีสร้าง เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ ศึกษาแบบเรียน ศึกษาคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of objective congruence) ค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้ คะแนน ดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามที่สร้างขึ้นกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี./2546 : 150) เพื่อหาผลรวมของคะแนนแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งพบว่า ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ โดยมีค่า 1.00

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (B)

3.6 นำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร Kuder – Recharadson 20 (KR-20)

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ จำนวน 15 ข้อไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติ t-test for one sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{x}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>	<i>sig</i>
ความสามารถในการแก้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์	29	6	4.20	4.75	1.21	2.35*	.01

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.21 คะแนน และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{x}	<i>S. D.</i>	<i>t</i>	<i>sig</i>
ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์คณิตศาสตร์	29	15	10.50	11.66	2.63	2.25*	.01

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.66 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.63 คะแนน และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มียังเล็บของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มียังเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มียังเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ ที่ 1 ทั้งนี้มาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะการคิดด้วยตนเอง และนำไปสู่ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ Carpenter et al. (1989, pp. 499-531) และ Fennema et al. (1993, pp 555-583) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการ จัดการเรียนการสอนที่ต้องเกิดจากความรู้ของนักเรียน ให้มีความสำคัญกับการคิด การแก้ปัญหาด้วย ตนเอง พร้อมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ยิ่งไปกว่า นั้นการใช้คำถามระดับสูงที่สอดแทรกไว้ในขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น เป็นคำถามที่ทำให้ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงมากกว่าความรู้ความจำ เพราะคำถามมักจะมีคำว่า "ทำไม" ซึ่ง คำถามประเภทนี้จะเป็คำถามที่ช่วยพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50 ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น "ทำไม" "เพราะอะไร"

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นไว้ 4 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ครูนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา ขั้นที่ 3 นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งแสดงเหตุผล และขั้นที่ 4 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ พร้อมทั้งสอดแทรกคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น แบ่งออกเป็น 4 ประเภท 1) คำถามให้เปรียบเทียบ 2) คำถามให้ยกตัวอย่าง 3) คำถามให้อธิบาย 4) คำถามให้วิเคราะห์ โดยนำไปใช้ถามในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 4 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งในขั้นที่ 2 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ครูต้องใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบหรือหาความสัมพันธ์บนพื้นฐานความรู้เดิมของตนเอง พร้อมทั้งยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงจะทำให้ นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างมาก พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาของคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 75) ที่กล่าวว่าคำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิด ช่วยพัฒนาทักษะความคิดและการให้เหตุผล ในขั้นที่ 3 นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งแสดงเหตุผลเป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนออกมาแนะนำเสนอโดยครูสอดแทรกคำถามระดับสูง เพื่อให้นักเรียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มและวิเคราะห์เพื่อจัดหมวดหมู่และเหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่ขั้นที่ 4 ครูนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยครูสอดแทรกคำถามระดับสูง คือคำถามให้อธิบายเพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งช่วยกันสรุปและอภิปรายการทำใบกิจกรรมร่วมกัน



2. ผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับที่มีและไม่มีวงเล็บ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่วิจัยสังเคราะห์ขึ้น 4 ขั้น รวมทั้งสอดแทรกคำถามระดับสูงไว้ในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 4 กล่าวคือ ขั้นที่ 1 ครูนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน พร้อมนำเสนอปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่กระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนคิดตามและอยากจะทำปัญหาที่ครูนำเสนอ จากนั้นในขั้นที่ 2 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงสอดแทรกไว้ในขั้นนี้ ได้แก่

1) คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึง ความแตกต่าง หรือบอกถึงความสัมพันธ์

2) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมคิดหาคำตอบ และตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดมาให้ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทำกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนศึกษาปัญหาที่ครูกำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ร่วมดำเนินการกับชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่กระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนคิดตามและอยากจะทำปัญหาที่ครูนำเสนอ จากนั้นในขั้นที่ 2 นักเรียนวิเคราะห์ ข้อมูลจากปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงสอดแทรกไว้ในขั้นนี้ ได้แก่

1) คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้าย ความแตกต่าง หรือบอกถึงความสัมพันธ์

2) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมคิดหาคำตอบ และยกตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดมาให้ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทำกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนศึกษาปัญหาที่ครูกำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ร่วมดำเนินการกันในกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม โดยการดำเนินการตามขั้นที่ 2 นี้มี "ขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตามแนวคิดของ Polya (1957, PP. 16-17 ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์มาผสมผสานในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลซึ่งผู้วิจัยปรับเปลี่ยนขั้นที่ 4 ให้เป็นขั้นสรุปคำตอบ ซึ่งการดำเนินการตามขั้นตอนเหล่านี้เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ เป็นกระบวนการฝึกการแก้ปัญหาของนักเรียน ต่อมาในขั้นที่ 3 นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งแสดงเหตุผล เป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอ ซึ่งขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงสอดแทรกไว้ในขั้นนี้ ได้แก่

1) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่มีกม คำว่า ทำไม อย่างไร และเหตุผลใด

2) คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่นักเรียนได้วิเคราะห์ บอกความสัมพันธ์และเหตุผล ซึ่งเทคนิคการใช้คำถามระดับสูงในขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่เป็นเหตุผลของตนเองออกมา เพื่อจะนำไปสู่ขั้นที่ 4 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยครูสอดแทรกคำถามระดับสูง คือคำถามให้อธิบาย เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งช่วยกันสรุปและอภิปรายการทำใบกิจกรรมร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการใช้คำถามระดับสูงสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดในระดับที่สูงขึ้น ควรมีการศึกษาคำถามระดับสูงร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่นที่มีลักษณะการใช้คำถามและมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน



2. ควรใช้คำถามระดับสูงอย่างหลากหลายและไม่ควรกำหนดคำถามไว้ในชั้นใดชั้นหนึ่งอย่างตายตัว เพราะการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างยากลำบากในการหาคำถามที่เหมาะสมตามขั้นที่กำหนดไว้ซึ่งควรจะสังเคราะห์คำถามระดับสูงไว้แล้วตั้งคำถามเหล่านั้นไปใช้สอดแทรกตามความยืดหยุ่นของชั้นนั้น ๆ หรือตามสถานการณ์ที่เหมาะสม

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ไปใช้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะความคิด สร้างสรรค์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีนัยทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ได้ศึกษาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 255 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กุลวดี อำภาวษ์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตศาสตร์สองมิติและสามมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ขวัญ เพี้ยซ้าย. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิง สัดส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต. สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยวัฒน์ อัยปออาจ. (2552). ผลการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มี ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชษฐา ขาบาง. (2544). รุบริค: อีกคำตอบสำหรับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตาม สภาพที่แท้จริง. วารสารวิชาการ, 4(2), 42-45.
- ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม. (2555). เอกสารประกอบการสอน: สถิติเพื่อการวิจัยทางการศึกษา (Statistics for education research). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.



- ดิษพล เนตรนิมิตร. (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (SEs) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยสำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2546). คำถามที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสาร คณิตศาสตร์, 6, 4-8.
- พรณทิพา พรหมรักษ์.(2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮาส์ ออฟ เคอร์สมีสท์
- ยุพิน พิพิธกุล. (2542, กุมภาพันธ์-เมษายน). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 42(485), 5-11.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยา สาส์น.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CG) ที่ใช้ ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อม ศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาคณิตศาสตร์ ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทร ขจร. (2552-2553, ตุลาคม-มกราคม). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI): รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์, 21(1), 2-4.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ภาควิชาการ จัดการเรียนรู้, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ภาควิชาการ จัดการเรียนรู้, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไวยัญญาณี ศรีรังฆานนท์. (2562, 23 ธันวาคม). ครูโรงเรียนสตรีชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ. สัมภาษณ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: รากขวัญ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซี
เอ็ดดูเคชั่น.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ภาพพิมพ์

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: อี เค บூคส์.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ในพร้อมพรรณ

อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (บรรณาธิการ), ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ (หน้า 110-125). กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Baroody, A. J. (1993). Problem solving, reasoning, and communicating, K-8: Helping children think
mathematically: New York : Merrill.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C., & Loef, M. (1989). Using Knowledge of
Children's Mathematics Thinking in Classroom Teaching: An Experimental Study. American
Educational Research Journal, 26(4), 499-531.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Levi, L., & Empson, S. B. (2000). Cognitively Guided
Instruction: A research-based Teacher Professional Development Program for Elementary
School Mathematics. Research Report.

Fennema, E. (1993). Using Children's Knowledge Instruction. American Educational Research
Journal, 27(4), 555-583.

Hendricks, C. (2013). The Effect of Cognitively Guided Instruction on Mathematics Achievement of
Second Grade Children. Walden University.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary
School Teacher. Massachusetts: Allyn and Bacon.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (2000). Principle and Standards for School
Mathematics. Reston, Va: NCTM.

Polya, G. (1957). How to solve it (3rd ed.). New York: Double Day.

Polya, G. (1985). How to solve it: A New Aspect of Mathematical Method. New Jersey: Princeton
University Press.

Rosemary Schmalz, S. P. (1973). Categorization of Questions that Mathematics Teacher Ask. The
Mathematics Teacher, 66(7), November.

Ryan, T. P. (2013). Sample Size Determination and Power. Hoboken, New Jersey.



Sahin, N. (2015). The Effect of Cognitively Guided Instruction on Students' Problem Solving Strategies and The Effect of Students' Use of Strategies on Their Mathematics Achievement. the University of Central Florida.