

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดศรีสะเกษ

The Effects of Activities Using Heuristics Thinking Approach of Fraction on Mathematics Learning Achievement and Mathematics Creative Ability of Mathayom Suksa I Students in Si Sa Ket Province

จำเนียร เหมาะสมาน, สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุลก้องโลก*, ต้องตา สมใจเพ็ง**

Chamnian Maosaman, Sureerat Areeruksakulkonglok*, Tongta Somchaipeng**

หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Master of Education in Curriculum and Instruction School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัยที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แล้วจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ก็คือ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ มีความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คำสำคัญ : การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

*ที่ปรึกษาหลัก

**ที่ปรึกษาร่วม

ABSTRACT

The purposes of this research were (1) to compare the mathematics learning achievement between groups which were taught by activities using heuristics thinking approach and group which were taught by using conventional mathematics learning activities. (2) to compare the mathematics learning creative abilities between groups which were taught by activities using heuristics thinking approach and group which were taught by using conventional mathematics learning activities. Students in experimental group were activities using heuristics thinking approach and those in control group were using conventional mathematics learning activities. A Sample was selected from Mathayomsuksa 1 in Si Sa Ket Wittayalai School, Si Sa Ket Province, studying in the first semester 1, academic year 2018, numbering 2 classes: they were Mathayomsuksa 1, numbering 40 students for classes. A Sample selected by cluster random sampling method and then selected as an experimental group and control group. The research instruments were the mathematics learning achievement on fraction test and the mathematical creativity test.

The experimental materials were lesson plans for activities using heuristics thinking approach and the conventional lesson plans. The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation, and t-test. The Research findings revealed that (1) Mathematics learning achievement of these students were activities using heuristics thinking approach were higher than those of students who were using conventional mathematics learning activities at the significant level of .05. (2) Mathematical creativities of these students were activities using heuristics thinking approach were higher than those of students who were using conventional mathematics learning activities at the significant level of .05.

Keywords: Heuristics Thinking Approach, Mathematics Learning Achievement, Mathematics Creative Ability

บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมาก โดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ยากซับซ้อนมากขึ้น ทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์จะทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาและสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) มุ่งเน้นให้การศึกษาและการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิดสังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม ซึ่งทักษะการคิดนี้ถือเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้แก่ การคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem-Solving) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ควบคู่ไปกับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 2)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ มีรากฐานมาจากแนวคิดของ ครูติก และ รูดนิค (Krulik and Rudnick, 1995 : 82-87) ซึ่งสรุปกระบวนการของการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ แบ่งออกได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอนการอ่าน วิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นภาษาของตนเอง นักเรียนต้องทราบหัวใจที่กำหนดข้อมูลอะไรมาให้บ้างและโจทย์ถามอะไร 2) ขั้นการสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนต้องทราบข้อมูลโจทย์กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ และสามารถนำข้อมูล

มาสร้างรูปภาพ ตาราง แผนภาพ หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์ 3) ชั้นเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ 4) ขั้นตอนการหาคำตอบ (Find an Answer) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถใช้ทั้งความรู้ แนวคิด หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ต้องการ 5) ขั้นทบทวนและขยายแนวคิด (Reflect and Extend) เป็นการตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบที่ได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ รวมทั้งสอดคล้อง มีความสมเหตุสมผลของคำตอบ และนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นมีผลการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ระบุชี้ชัดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เช่น งานวิจัยของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1993: 57-78) ซึ่งศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และมีการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ที่มีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของนักเรียน (เจษฎา รัตนบรรเทิง, 2558 : 52-53 ; พิจิตรา สิทธิวงค์, 2557 : 63-64 ; สุชาติ สอดแสงอรุณงาม, 2557 : 42-44) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อให้เกิดกระบวนการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาทางเลือก ดังนั้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ผลดี นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ครูจึงควรหาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และค้นหาคำตอบด้วยตนเองสามารถนำวิธีการเรียนนี้ไปใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เชฟฟิลด์ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ ได้ศึกษาแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guiford, 1967: 147-151) อ้างถึงใน ปนัดดา แก้วสะเทือน, 2554 : 30) และแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973 : 91-95 อ้างถึงใน เรืองชัย คำสุวรรณ, 2553 : 29) ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ผักผ่อนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford ได้เสนอว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) งานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552 : 211-213) ได้ศึกษาเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นไปที่การคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์มาทำการศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย มี 13 ห้องเรียน จำนวน 516 คน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แล้วจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่องเศษส่วนจำนวน 9 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$)

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องเศษส่วน จำนวน 9 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$)

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21–0.74 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21–0.67 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

4) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เป็นแบบอัตนัยให้เขียนตอบวัดความสามารถ 3 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านจะวัดองค์ประกอบความคิด 3 ลักษณะคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.71 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43–0.48 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50–0.63

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ปฐมนิเทศนักเรียน เพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) สำหรับกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องเศษส่วน จำนวน 9 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง โดยกลุ่มทดลองแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละความสามารถ และเวลาในการจัดกิจกรรม 1 ชั่วโมง ในระหว่างการทดลองได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน จาก การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม การนำเสนอผลงาน เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลตามเกณฑ์การประเมินหลังการจัดกิจกรรม

3) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน

4) วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และสะท้อนผลการเรียนรู้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วย การทดสอบค่าที (t-test) เพื่อการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. การสังเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์แบบอุปมาน (Analytic induction) การสรุปข้อมูลจากปรากฏการณ์ในชั้นเรียน

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กลุ่ม	n	\bar{x}	S.D.	t
ทดลอง	40	15.65	1.49	5.218*
ควบคุม	40	13.48	2.17	

*p-value < 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

	กลุ่ม	n	\bar{x}	S.D.	t
คิดคล่อง	ทดลอง	40	8.55	1.319	5.039*
	ควบคุม	40	7.02	1.387	
คิดยืดหยุ่น	ทดลอง	40	8.38	1.148	3.608*
	ควบคุม	40	7.32	1.439	
คิดริเริ่ม	ทดลอง	40	8.92	1.095	5.535*
	ควบคุม	40	7.42	1.318	
คิดสร้างสรรค์	ทดลอง	40	25.85	2.517	6.717*
	ควบคุม	40	21.78	2.896	

*p-value < 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ มีความแตกต่างกันกับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

นอกจากนั้นผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 1-2 นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการโต้ตอบกับครูน้อย ไม่กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ ครูเรียกชื่อตอบคำถาม นักเรียนที่นั่งเรียนแถวหน้าจะตั้งใจเรียน แต่นักเรียนที่นั่งแถวหลังและนั่งริมหน้าต่างจะไม่ค่อยตั้งใจเรียน ผลงานของนักเรียนทั้งสองห้องมีลักษณะที่คล้ายกัน คือ นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการคิดยังไม่ค่อยได้ นักเรียนเรียบเรียงขั้นตอนแสดงวิธีการทำวกไปวนมา ทำให้นักเรียนสับสน และนักเรียนขอให้ครูเขียนอธิบายวิธีคิดเป็นตัวอย่าง ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 ผู้สังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มยังคงเขียนอธิบายวิธีคิดไม่ค่อยได้ มีนักเรียนห้องละ 5-6 คน ที่เริ่มอธิบายได้ดีขึ้น สำหรับการทำโจทย์ที่มีความซับซ้อนในการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ สัปดาห์ที่ 1-2 ครูต้องอธิบายซ้ำหลายครั้ง ยกตัวอย่างโจทย์หลายๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ โดยเฉพาะแบบฝึกหัดที่ยาก

2) พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 3-4 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนมากขึ้น นักเรียนที่นั่งแถวหลัง เริ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและเริ่มอาสาในการ

คิด ออกมาอธิบายแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน ซึ่งบางแนวคิดมีความคิดริเริ่มดีมากจนเพื่อนๆ ปรบมือให้ และเริ่มมีนักเรียนคนอื่นคิดแตกต่าง และช่วยกันคิดเสียดัง ใช้ความรู้พื้นฐานช่วยกันคิด ช่วยกันตอบคุณภาพของผลงานของนักเรียนมีพัฒนาการในทิศทางที่ดีขึ้น มีคุณภาพมากขึ้น มีแนวคิดที่หลากหลาย การเขียนอธิบายกระชับ เข้าใจง่าย มีกระบวนการคิดเป็นขั้นตอนมากขึ้น ลักษณะคำตอบมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

กลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีการโต้ตอบกับครูค่อนข้างน้อยอยู่ ไม่มีการถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนที่นั่งแถวหน้าจะตั้งใจเรียน ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม แต่นักเรียนมักตอบแบบไม่ค่อยมั่นใจ หรือตอบได้เฉพาะคำตอบ ไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้ ครูต้องอธิบายซ้ำหลายครั้ง ยกตัวอย่างโจทย์หลายๆ ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสุ่มให้นักเรียนลองออกมาทำหน้าที่ขึ้นเรียน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนทำโจทย์เอกสารแบบฝึกหัดในช่วงพักเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน สำหรับสัปดาห์ที่ 4 ครูอธิบายซ้ำน้อยลง การทำกิจกรรมของนักเรียนมีกระบวนการคิดที่ไม่หลากหลาย ไม่กล้าตัดสินใจ รอเพื่อนคิดให้ แล้วค่อยลอกเลียนแบบเพื่อนที่ตั้งใจเรียน คุณภาพของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเป็นในลักษณะคงที่ นักเรียนที่ตั้งใจเรียนจะเขียนอธิบายผลงานได้ดี เข้าใจง่าย แต่นักเรียนที่ไม่ตั้งใจเรียน จะเขียนไม่เป็นระเบียบ และคอยลอกเลียนแบบเพื่อนที่ตั้งใจเรียนโดยยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้

3) พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 5-7 นักเรียนกลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัดเจน คือ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานให้แล้วเสร็จในการทำกิจกรรม ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม นักเรียนมีความอยากนำเสนอแนวคิด ตลอดจนกิจกรรมอภิปรายแนวคิดรวมกันในห้องเรียน บรรยากาศในการเรียน สนุกสนาน นักเรียนแสดงออกถึงความขบคิด ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย ไม่เคร่งเครียดพยายามทำงานที่ตนเองได้รับผิดชอบให้มากที่สุดโดยมีความมั่นใจในกระบวนการคิดของตนเองมากขึ้น วิธีที่นักเรียนนิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การแก้สมการ รองลงมา คือ การเดาและการสุ่ม การใช้ตาราง และการวาดรูป สำหรับแนวคิดที่นักเรียนนิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา คือ การแก้ปัญหาโดยใช้การวาดภาพและการแก้สมการตัวแปรเดียว คุณภาพของผลงานของนักเรียนมีพัฒนาการในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน

การเขียนอธิบายการคิดได้กระชับ และนักเรียนมีกระบวนการคิดที่แตกต่างหลากหลายแนวทาง เพื่อหาคำตอบได้เหมือนกัน นักเรียนแต่ละคนจะติดาคำตอบด้วยวิธีคิดมากกว่า 1 วิธี แล้วอภิปรายกับเพื่อนโดยที่ครูไม่ต้องกระตุ้นกลุ่มควบคุม นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจเรียนมากขึ้น การทำกิจกรรมกลุ่มย่อยของนักเรียนตลอดทุกกิจกรรม พบว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายกันไม่หลากหลาย แต่นักเรียนได้แสดงความพยายามในการคิดและแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จะรอคำตอบจากคุณครูและเขียนตามแบบที่ครูอธิบาย สำหรับนักเรียนบางคนครูต้องคอยกระตุ้นบ่อย ๆ นักเรียนจึงจะแสดงความคิดเห็น นักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามจะต้องรอให้ครูเรียกชื่อจึงจะตอบ การออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนยังคงมีการเก็งงอนกันบ่อยครั้ง

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาเป็นการให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง นักเรียนได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับหลักการสอนคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) คือ ผู้เรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยการกระทำโดยตนเองจนสามารถค้นพบความรู้ใหม่จากประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่ก่อน บทบาทของผู้สอนต้องพยายามทำให้ช่องว่างระหว่างการสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองกับการสามารถแก้ปัญหาได้ภายใต้การแนะนำของผู้อื่นให้แคบลง กระบวนการแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์ สอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2551: 137-138) และอุษาวดี จันทรสนธิ (2554: 64) ที่ระบุว่ากระบวนการแก้ปัญหาแบบอิวริสติกส์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับ

คณิตศาสตร์มาทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาจนเกิดยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ การคิดใหม่และต่อยอดความรู้ และประสบการณ์เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนค้นพบ และสร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ตลอดจนเกิดการพัฒนาความสามารถในการใช้ยุทธวิธีการคิดแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญและต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดี เมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านการเรียน และชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของวิลสัน เฟอร์นานเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1999: 57-78) ซึ่งศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ งานวิจัยของ ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545 : 58) และกัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล (2556 : 89) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียน ที่เรียนโดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดคล่องในการหาคำตอบจำนวนมากในเวลาจำกัด มีความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง รวมทั้งมีความคิดริเริ่มโดยสามารถคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่นและมีความคิดละเอียดลออ คือคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน ยังช่วยสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความคิดเชื่อมโยงข้อมูลจนสามารถสร้างเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปอย่างสมเหตุสมผล ตลอดจนการขยายความคิด โดยสามารถหาความสัมพันธ์ของประเด็นหรือคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วสำรวจตรวจสอบ และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายทางเลือก ส่งเสริมให้นักเรียนพูดคุยปัญหาของตนเองกับบุคคลอื่น และรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่นอย่างมีวิจารณญาณ และเป็นผู้รู้จักประเมินความคิดของตนเอง โดยครูสามารถประยุกต์ใช้การคิดแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556 : 170-171) ; ชลลดา ห่องแขง (2557 : 125-127) ; พัทยากร บุสยา (2559 : 125-128) ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างหลากหลายและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนค่อนข้างใช้เวลา นาน ไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ควรปรับเนื้อหาและยืดหยุ่นเวลา และเหมาะสมกับเวลา
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ความพร้อมของนักเรียน และความรู้พื้นฐาน นักเรียนที่ไม่ผ่านในการทำกิจกรรมควรซ่อมเสริมให้
3. นักเรียนควรฝึกตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ และการกำหนดปัญหาใหม่โดยใช้สถานการณ์เดิมในทุกแผน การจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ใช่ต้องการคำตอบอย่างเดียว ต้องฝึกให้นักเรียนคิดนอกกรอบ คิดแตกต่างและยอมรับความคิดของผู้อื่น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สอง พ.ศ. 2555-2564.

กรุงเทพฯ : สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กัลยา ปัญญาวัฒน์จันทกุล. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ขอบใจ สาสิทธิ์. (2545). ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉษฎา รัตน์บรรเทิง. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลดา ห้องแขง. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้เทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิตนา แชมมณี. (2551). พิมพ์ครั้งที่ 8. ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปนัดดา แก้วสะเทือน. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พัทยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิจิตรา สิทธิวงค์. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เรื่อง ความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพร้าววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เริงชัย คำสุวรรณ. (2553). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเรื่องฟังก์ชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาญจนาภิเษก วิทยาลัยสุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุชาดา สอดแสงอรุณงาม. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการสอน คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้เทคนิคระดมสมองและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุษาวดี จันทรสณี (2556). พิมพ์ครั้งที่ 2. สารัตถะและวิทยวิถีทางคณิตศาสตร์ (หน่วยที่ 11-15). นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา.
- Krulik Stephen, Rudnick Jesse A. (1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Massachusetts. Allyn and Bacon: A Simon & Schuster.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L. & Hadaway, N. (1993). *Mathematic Problem Solving*. In P.S. Wilson (Ed.), *Research ideas for the Classroom : High School Mathematics*. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.