



ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทาง
ปัญญามีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING THE PROBLEM
SOLVING MODEL OF METACOGNITIVE PROCESS ON MATHEMATICS PROBLEM SOLVING
AND CRITICAL THINKING ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS

นางสาวมณฑนา พรหมรักษ์ *

Mantana Promrak

รศ.ดร.อัมพร ม้าคนอง **

Assoc. Prof. Aumporn Makaanong, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหอวัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 108 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 54 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 54 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

* นิสิตมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: M_promrak@hotmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Aumporn.M@chula.ac.th

ISSN 1905-4491

Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students before and after using the problem solving model of metacognitive process; 2) to compare the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students being taught by organizing mathematics learning activities using the problem solving model of the metacognitive process and those being taught by a conventional approach; and 3) to study the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students being taught using the problem solving model of the metacognitive process. The subjects were 108 eighth grade students at Horwang School, in the first semester of the academic year 2013. There were 54 students in the experimental group and the other 54 students in the control group. The experimental group was taught by using the problem solving model of the metacognitive process, while the control group was taught by the conventional approach. The result of the study revealed that: 1) the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students in the experimental group, after the experiment, were statistically higher than those before at the .05 level of significance; 2) the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students in the experimental group were higher than those of students in the control group at the .05 level of significance; and 3) the mathematics problem solving and critical thinking abilities of students in the experimental group were developed in a positive direction.

คำสำคัญ: โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา / ความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

KEYWORDS: PROBLEM SOLVING MODEL OF METACOGNITIVE PROCESS / MATHEMATICS
PROBLEM SOLVING ABILITY / CRITICAL THINKING ABILITY

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (ศึกษาธิการ, 2552: 1) สอดคล้องกับคำกล่าวของยุพิน พิพิธกุล (2539: 1) ที่ว่า "คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดนั้น เป็นความจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิดเราก็สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้เราเป็นผู้มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ตลอดจนพยายามคิดสิ่งที่แปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ"

ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมนุษย์ แต่ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2553 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.85 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.18 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.99 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554) ประกอบกับผลการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2550 (Trends in International Mathematics and Science

Study 2007 [TIMSS 2007]) ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 49 ประเทศ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในลำดับที่ 29 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน และประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 441 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้ 500 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ปรีชาญู เดชศรี และ เกตุวดี กัมพลาศิริ, 2552)

จากการที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จัดเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (จรุง ขำพงศ์, 2542: 3) ดังที่ สิริพร ทิพย์คง (2544: 4) ได้กล่าวไว้ว่า “นักการศึกษาคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า การแก้ปัญหาคือหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิต และสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง” ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งนับเป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากความสำคัญดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่า การแก้ปัญหาคือทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (NCTM, 1980: 1-3) แต่ในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยของเจษฎ์สุตา จันทรเอี่ยม (2542, บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 7 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ทั้งสามระดับชั้น

จากปัญหาดังกล่าวควรหาแนวทางการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้ คือ การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการกำกับทางปัญญา (Metacognitive Process) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยของครามาสกี้ เมวาเรชและอรามี (Kramaski, Mevarech and Arami, 2002: 225-250) ได้ศึกษาผลของการสอนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อการแก้ปัญหางานตามสภาพจริงในทางคณิตศาสตร์ โดยได้แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบกับการสอนการกำกับทางปัญญาและกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว และในแต่ละกลุ่มยังแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มย่อย คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบกับการสอนการกำกับทางปัญญามีปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและสูง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว

จากผลของงานวิจัยข้างต้นทำให้เชื่อได้ว่ากระบวนการกำกับทางปัญญาน่าจะเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำกระบวนการดังกล่าวมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (The Problem Solving Model of Metacognitive Process) ตามรูปแบบของยิมเมอร์และแอลเลอร์ตัน (Yimer and Ellerton, 2010: 250) ซึ่งพัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา

(Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการแก้ปัญหา (Transformation-Formulation) ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ขั้นที่ 4 ขั้นประเมิน (Evaluation) และขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) ซึ่งในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยวิธีการหรือขั้นตอนย่อย ๆ ที่เน้นให้มีการกำกับ ควบคุมตนเองอย่างมีสติ ตระหนักรู้ถึงขั้นตอนและกระบวนการคิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในช่วงการแก้ปัญหา

กระบวนการกำกับทางปัญญานอกจากจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนแล้ว ยังพบว่า มีความเป็นไปได้ที่กระบวนการกำกับทางปัญญาจะสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ให้แก่นักเรียนได้อีกด้วย ดังเช่นข้อเสนอจากผลงานวิจัยของมิลเลอร์ (Miller, 1991) ที่กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนที่ไม่เก่งสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ดี จำได้ถาวร และมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถ้าผู้เรียนเหล่านี้ได้รับการสอนโดยใช้กลวิธีการกำกับทางปัญญา (Metacognitive Strategies) จากผลการศึกษาข้างต้นทำให้เชื่อได้ว่าโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาน่าจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดทางคณิตศาสตร์ที่จัดเป็นความคิดระดับสูง (Krulik and Rudnick, 1993: 3) ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ดังเช่นคำกล่าวของคันทันนี ฉัตรคุปต์และอุษา ชูชาติ (2544: 7) ที่กล่าวไว้ว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณถือเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียน ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีขึ้น สามารถที่จะคิดได้ด้วยตัวเองและเกิดความสำเร็จในการเรียนรู้” ซึ่งสอดคล้องกับลักขณา สรวิวัฒน์ (2549: 102) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับว่าเปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคนเราที่ใช้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าในโลกข่าวสารข้อมูลและเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเช่นปัจจุบัน บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณย่อมมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการ สามารถควบคุม จัดการ และตรวจสอบความคิดของตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม”

จากความสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น ส่งผลให้ผู้วิจัยสนใจนำรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ เนื่องจากผลการศึกษาของคอสตา (Costa, 1984: 57-62) พบว่า กลวิธีการกำกับทางปัญญาเป็นความในกระบวนการคิดที่มีรูปแบบ (Formal Thought) สามารถที่จะพัฒนาได้กับเด็กอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปซึ่งเป็นระดับอายุที่เหมาะสมในการนำกลวิธีการกำกับทางปัญญาไปใช้ช่วยควบคุมกระบวนการคิดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับการเรียนรู้แบบปกติ

5. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) แบบสองกลุ่มวัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (Two-Group Pretest Posttest Design) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	X	- ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
C	- ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	~X	- ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา
~X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Selection) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนห้วยวัง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น

พื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จากการสำรวจพบว่าโรงเรียนหอวัง มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 772 คน โดยผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนทั้ง 15 ห้อง มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) แล้วผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ใกล้เคียงกันมากที่สุด จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้อง ม.2/10 จำนวน 54 คน และห้อง ม.2/11 จำนวน 54 คน ซึ่งมีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 80.5 และ 79.24 ตามลำดับ นำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลจากการทดสอบ พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนน ด้วยค่าที (t-test) พบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบห้อง ม.2/10 และห้อง ม.2/11 เท่ากับ 23.13 และ 24.02 คะแนนตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลจากการทดสอบ พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยค่าที (t-test) พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ซึ่งได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบห้อง ม.2/10 และห้อง ม.2/11 เท่ากับ 18.64 และ 18.47 คะแนนตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลจากการทดสอบ พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่า คะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน จากการทดสอบดังกล่าว จะได้ว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน

3. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.2/11 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา และนักเรียนห้อง ม.2/10 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาสำหรับกลุ่มทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป โดยในขั้นสอนแบ่งเป็น 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา ขั้นกำหนดกระบวนการ ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นประเมินผลและขั้นซึมซับทางความคิด

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มครอบคลุมสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 แผน ระยะเวลา 16 คาบ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.75 ค่าความยากเป็น 0.42 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.33 – 0.53

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.82 ค่าความยากเป็น 0.39 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.28 – 0.62

2.3 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน (ใช้ฉบับเดียวกัน) จำนวน 28 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.83 ค่าความยากเป็น 0.21 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.24 – 0.69

2.4 แบบบันทึกการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นเตรียมการ

1. ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม และจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

2. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงโรงเรียนหอวัง โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับก่อนเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการ กำกับทางปัญญา และ

สอนนักเรียนกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มละ 16 คาบ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เนื้อหาที่สอน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

3. เมื่อดำเนินการสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับหลังเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วนำผลการทดสอบจากมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าที (t-Paired Samples Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (t-Independent Samples Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
3. วิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองจากร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากแบบบันทึกการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา การตอบคำถามครูและการอภิปรายในชั้นเรียน

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. นักเรียนกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปในทางที่ดีขึ้น

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา นักเรียนถูกกระตุ้นให้มีกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากพิจารณาจากขั้นตอนของการจัดกิจกรรมโดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า กระบวนการดังกล่าวสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นของโพลยา (Polya, 1957: 5-40) ได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ ในขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาได้ เนื่องจากในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ในขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation - Formulation) สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นวางแผนแก้ปัญหาได้ เนื่องจากในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา โดยใช้การวิเคราะห์และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา ในขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เนื่องจากในขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ และในขั้นประเมินผล (Evaluation) สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบได้ เนื่องจากในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีการตัดสินใจเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผน การปฏิบัติตามแผนและวิธีการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ในระหว่างดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นนักเรียนจะต้องมีกระบวนการกำกับทางปัญญาอยู่เสมอ นั่นคือ มีกระบวนการตรวจสอบการแก้ปัญหาของตนเอง และตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดของนุชจรี ศรีเสวก (2553: 26) ที่กล่าวว่า การกำกับทางปัญญาเป็นการตระหนักรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง สามารถวางแผน กำกับตรวจสอบกระบวนการคิด ประเมินการคิดและกิจกรรมทางการคิดของตนเองได้ ตลอดจนสามารถใช้กลยุทธ์ในการทำงานเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายได้ นั่นคือหากนักเรียนได้รับการฝึกโดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาอย่างสม่ำเสมอจะสามารถพัฒนาให้เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของพี และแอนดรี (Phye and Andre, 1986: 228) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การนำกระบวนการกำกับทางปัญญามาใช้ในการแก้ปัญหาสามารถส่งเสริมให้ผู้ใช้เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีได้

สรุปได้คือ การใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลสามารถคาดคะเนถึงขอบเขตของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ ได้ ช่วยให้ตระหนักรู้ว่าจะนำกลยุทธ์ที่รู้มาใช้แก้ปัญหายังไรและแต่ละวิธีใช้เมื่อไรจึงเหมาะสม ช่วยในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมตัวแก้ปัญหาต่อไป ช่วยในการวางแผนเลือกกลยุทธ์ ช่วยในการควบคุมและตรวจสอบประสิทธิภาพของกลยุทธ์ และช่วยในการประเมินประสิทธิภาพของกลยุทธ์ที่นำมาใช้ จากผลของการวิจัยในครั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทรังษร มะลิจันทร์ (2554: 141) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 32.61 คะแนน และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 26.94 คะแนน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการของโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (Yimer and Ellerton, 2010: 250) ทั้ง 5 ขั้นตอน ซึ่งนักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา วางแผน เลือกใช้กลยุทธ์ ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบการแก้ปัญหาและสะท้อนความเข้าใจของปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นกระบวนการที่มีการกระตุ้นนักเรียนให้ได้ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่สำคัญอยู่เสมอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การแก้ปัญหาประสบผลสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้ผ่านการฝึกกระบวนการกำกับทางปัญญาแล้วทำให้นักเรียนมีทักษะในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงมีทักษะในการเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของยูทการ สิบแก้ว (2551: 37) ที่กล่าวว่า การกำกับทางปัญญาเป็นความสามารถที่บุคคลจะตระหนักถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ว่ามีคุณลักษณะหรือองค์ประกอบใดบ้างที่เหมาะสมกับตนเองที่สุดในกระบวนการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับ ติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ได้รับการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ และการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ จากการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้แล้วมักขาดกระบวนการตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของออสซอยและอาตามัน (Ozsoy and Ataman, 2009: 67-82) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้กระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และทักษะการกำกับทางปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ อันเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา นักเรียนเป็นผู้ถูกกระตุ้นให้มีการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองอยู่ตลอดเวลา โดยมีการกำกับและควบคุมตนเอง ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่สำคัญต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตรวจสอบกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหาและตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง นั่นคือเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและ

ลงมือแก้ปัญหาอย่างไตร่ตรอง ละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งนับว่าเป็นกระบวนการที่ส่งผลในเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณณาดังกล่าวของแสงรุ่ง พูลสุวรรณ (2554: 34) ที่ได้สรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดหรือกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และประเมินเกี่ยวกับข้อมูล หรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล นำไปสู่การตัดสินใจที่เหมาะสมต่อไป ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของเรย์โนลด์และเลมอนส์ (Reynolds and Lemons, 2009) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนการกำกับทางปัญญาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในรายวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 21.37 คะแนน และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 17.93 คะแนน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ อันเนื่องมาจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาในแต่ละชั้นนอกจากนักเรียนจะต้องมีกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนยังต้องมีการคิดวิเคราะห์ ทบทวนไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล และมีการประเมินทางการคิดตลอดกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดิวอี้ (Dewey, 1993: 30) เสนอไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

เมื่อพิจารณาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาในแต่ละชั้น พบว่า ในแต่ละชั้นเป็นกระบวนการส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองและมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถี่ถ้วน นั่นคือ จากกระบวนการของโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาดังกล่าวจัดเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับพิชิต สนั่นเอื้อ (2542:29) กล่าวโดยสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสม นักเรียนต้องมีการประมวลผลข้อมูล ความรู้ หรือข้อคิดเห็นต่างๆ อย่างกว้างขวางมาประกอบการพิจารณากันกรอง ไตร่ตรอง และประเมินอย่างรอบคอบ เพื่อให้เกิดผลการคิดที่รอบคอบและสมเหตุสมผล ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวจัดได้ว่าเป็นกระบวนการที่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนมีกระบวนการแก้ปัญหาแต่ไม่ได้มีการกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณา ไตร่ตรอง รวมถึงประเมินกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถี่ถ้วน จึงนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเลแกร์ (Legare, 2002: 1740A) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดระดับสูงของนักศึกษาวิศวกรรมมหาวิทยาลัยคอนคอร์เดีย 65 คน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้การกำกับทางปัญญา การปฏิบัติด้วยมือ การตัดสินใจ และใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ระดับที่ 1

ของการเปลี่ยนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ซับซ้อนเหมือนกับการจัดการที่แตกต่างของทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ และระดับที่ 2 ของนักศึกษาที่ซับซ้อนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

5. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการ
แก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญามีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เป็นไปในทางที่ดีขึ้น นั่นคือ หากพิจารณาพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในช่วงแรก
ของการจัดกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถวางแผนได้ด้วยตนเอง ไม่สามารถอธิบายกระบวนการ
แก้ปัญหาของตนเองได้ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาที่เน้น
กระบวนการกำกับทางปัญญาแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง มีการวิเคราะห์
ข้อมูล วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาและมีกระบวนการตรวจสอบการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นกว่าช่วงแรก โดย
สังเกตได้จากการทำแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับคำ
กล่าวของทิตินา แชมมณีและคณะ (2544: 105-110) ที่กล่าวว่า การใช้การกำกับทางปัญญาในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม
ที่มีอยู่ แล้วเลือกยุทธวิธีในการคิด วางแผน กำกับหรือตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด ซึ่งเป็นการคิดที่
ต้องดำเนินการไปเป็นลำดับขั้นตอนที่จะช่วยให้การคิดนั้นประสบความสำเร็จ

พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาเป็นไปในทางที่ดีขึ้น นั่นคือ
หากพิจารณาพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในช่วงแรกของการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดการวิเคราะห์ ขาดการพิจารณาไตร่ตรองข้อมูลอย่างรอบคอบ โดย
สังเกตได้จากการตอบคำถามครูและการทำแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทาง
ปัญญา นักเรียนยังไม่เห็นความสำคัญของการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาทำให้ในบางข้อคำถามนักเรียน
ไม่เขียนอธิบายแนวคิดของตนเอง แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการ
แก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาแล้ว นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณที่ดีขึ้น โดยสังเกตได้จากการตอบคำถามของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีกระบวนการวิเคราะห์
ไตร่ตรองข้อมูลและกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้นอันจะส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้สำเร็จอีกด้วย ซึ่ง
สอดคล้องกับผลการวิจัยของแมกโน (Magno, 2010: 137-156) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของการกำกับทางปัญญาที่
ส่งผลต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยต่างๆ จำนวน 40 คน ในประเทศ
ฟิลิปปินส์ พบว่า การกำกับทางปัญญาส่งผลต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาให้สูงขึ้น อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทาง
ปัญญามีขั้นตอนในการสอนหลายขั้นตอน ครูจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย
เตรียมคำถามเป็นลำดับขั้น รวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจใน
คำถาม ไม่เกิดการสับสน และสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทาง
ปัญญาในระยะแรกอาจต้องใช้เวลานาน เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการสอนในลักษณะนี้ อาจ
ทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้ ประกอบกับมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจึงต้องให้เวลาและ
โอกาสแก่นักเรียนมากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ รวมทั้งครูควรมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้

นักเรียนได้คิดและทำความเข้าใจปัญหา นั่นคือครูต้องมีความอดทนและควรยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับสภาพจริงของนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษารายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ นอกจากเรื่องการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละ หรือในระดับชั้นอื่นๆ หรือในรายวิชาอื่นๆ
2. ควรมีการศึกษารายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จรุง ขำพงศ์. (2542). ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสลับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เจษฎ์สุดา จันทร์เอี่ยม. (2542). การศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. (2554). ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการสอบ O-NET ป.6 ม.3 และ ม.6 ปีการศึกษา 2553 จำแนกตามวิชา (คะแนนเต็ม 100 คะแนน) [online]. แหล่งที่มา: <http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/bdaea64f96d90aeca> สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2555.
- ทีศนา แคมมณี และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- นุชจรี ศรีเสวก. (2553). การพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ที่จะเรียนด้วยกิจกรรมตามกลยุทธ์การคิดอภิमानของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5: การวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาวิธีการวิจัยทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชาญ เดชศรี และเกตุวดี กัมพลาศิริ. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศสตร์นานาชาติ (Trends in International Mathematics Study 2007). นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.

- พิชิต สนั่นเอื้อ. (2542). ผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบสอดแทรกในวิชาที่สอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุทธการ สืบแก้ว. (2551). การพัฒนาแบบวัดอภิปัญญา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การสอนคณิตศาสตร์. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2544). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- แสงรุ่ง พูลสุวรรณ. (2554). การพัฒนาหลักสูตรบรรณาธิการเพื่อเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการตรวจหนังสือเรียนอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเอนนิส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Anderson, K.B., & Pingry, R.E. (1973). *Problem solving in Mathematics: Its theory and practice*. Washington, D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Costa, A. L. (1984). Mediating the metacognition. *Education leadership*, 42(November), 57 – 62
- Dewey, J. (1993). *How we think*. New York: D.C. Healt and company.
- Kramaski, B., Mevarech, R. Z., & Arami, M. (2002). The effect of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational studies in mathematics*, 49, 2, 225 - 250.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem-solving: a handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Legare, G. (2002). An investigation of the effect of task design on the development of critical thinking skills by engineering student. *Dissertation abstracts international*, 63, 5, 1740A.
- Magno, Cargo. (2010). The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition learning*, 5, 137 – 156.

- Miller, M. (1991). Self-assessment as a specific strategy for teaching the gifted learning disabled. *Journal for the Education of the Gifted*, 14, 178 - 188.
- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1980). *An agenda for action recommendation for school mathematics: Dale seymour*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ozsoy, G., & Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International electronic journal of elementary education*, 1, 2, 67 – 82.
- Phye, G.D., & Andre, T. (1986). *Cognitive classroom learning: understanding, thinking, and problem solving*. Orlando: Academic Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it : a new aspect of mathematic method*. New York: Doubleday and company.
- Reynolds, J., & Lemons, P. (2009). *Teaching metacognition to improve critical thinking skills in introductory science courses*. Retrieved July 18, 2011, from <http://academics.georgiasouthern.edu/etc>.
- Yimer, A., & Ellerton, F. N. (2010). A five-phase model for mathematical problem solving: Identifying synergies in pre-service-teachers metacognitive and cognitive actions. *ZDM Mathematics Education*, 42, 245 - 261.