

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Development of Learning Activities focusing on Metacognitive Processes Using 5Es Teaching Model involving One Variable Linear Equation for Matthayomsuksa I Students

พิเชษฐ โพนสิม (Pichet Ponsim)*

หล้า ภาวภูตานนท์ (Lha Pavaputanon, Ph.D.)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 3) เพื่อศึกษากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่ใช้ในการแก้ปัญหา กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา มีขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การประเมินผล ขั้นที่ 5 สะท้อนผล (3) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นประเมิน 2) กลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 76.19 และ 3) คะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 ในทุกขั้นตอน

Abstract

The aims of this research were: 1) to develop mathematics learning activities emphasizing meta-cognition in problem solving processes used 5Es teaching model, 2) to improve students' achievement, and 3) to study students' meta-cognition skills during solving Mathematical problems. The target group was 42 Matthayomsuksa I students. The findings were: 1) The development of Mathematics learning activities emphasizing meta-cognition in problem solving processes used 5Es teaching model consisted of 5 steps: (1) Engagement, (2) Exploration, within this step students needed to solve problem in 5 phases as follow; a) The engagement phase, b) The transformation - formation phase, c) Implementation phase, d) The evaluation phase, and e) The internalization phase, (3) Explanation, (4) Elaboration, and (5) Evaluation. 2) The target group got average score of achievement at 76.32. Student numbers of 76.19% passed the criterion score, and 3) Students' average score on meta-cognition during solving Mathematical problems was higher than 70%.

คำสำคัญ: เมตาคอกนิชัน วิธีการสอนแบบ 5Es สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

Keyword: Metacognition, 5Es Teaching Model, One Variable Linear Equation

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (เลข-หนองบัวลำภู) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550-2552 ได้คะแนนเฉลี่ย 64.52, 47.52 และ 53.15 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 (กลุ่มงานบริหารวิชาการโรงเรียนเชียงคาน, 2551, 2552, 2553) ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่พยายามที่คิดหาวิธีการแก้ปัญหา จะคอยทำตามตัวอย่างและจะคอยให้ครูคอยบอกเท่านั้น ไม่พยายามจะคิดด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนมากยังขาดการไตร่ตรองที่ดีในการแก้ปัญหา มักจะไม่ค่อยรู้ว่สิ่งที่ตนเองกระทำนั้นผิดพลาด ซึ่งทำให้ไม่สามารถหาคำตอบหรือบางครั้งก็ได้คำตอบที่ผิดพลาด

จากการศึกษาวรรณกรรมต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่าองค์ประกอบของการคิดที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ คือ เมตาคอกนิชัน (Flavell, 1979 อ้างถึงใน สมบัติ ไพฑูริทอง, 2539) เมตาคอกนิชันเป็นวิธีการที่บุคคลได้รู้ถึงกระบวนการคิด และผลผลิตของการคิดหรือสิ่งอื่น ๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิด อาจปรากฏเป็นความรู้ กิจกรรมทางการคิดใด ๆ ที่มีเป้าหมายมีทิศทาง

Osman and Hannafin (1992) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การตระหนักเกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดกระบวนการคิดการทำงานของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการความรู้ในเชิงเมตาคอกนิชันหรือการรู้คิด ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ 1) บุคคล ประกอบด้วย

ด้วยความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ลักษณะของกระบวนการรู้คิด 2) งาน ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับขอบข่ายงาน เงื่อนไขของงานและลักษณะของงาน และ 3) กลวิธี ประกอบด้วยกลวิธีการรู้คิดเฉพาะด้านและโดยรวมและประโยชน์ของกลวิธีที่มีต่องานแต่ละอย่าง (Garofalo and Lester, 1985 อ้างถึงในอ้างอิงในทศนาชมมณี, 2548) และ Yimer (2004) ได้เสนอกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) การเข้าสู่ปัญหา 2) กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) ประเมินผล และ 5) สะท้อนผล ดังนั้น ถ้าผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันก็จะสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองว่า สิ่งที่ตนเองได้กระทำไปนั้นถูกต้องหรือไม่ ผิดพลาดหรือไม่อย่างไร ถ้ามีการผิดพลาดก็ตรวจสอบได้ว่าเกิดจากอะไร ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากงานวิจัยด้านทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันจะเห็นว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีนั้นเป็นกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเมตาคอกนิชัน เป็นผู้เรียนที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้อย่าง ฉับไว และเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมอย่างดี สามารถควบคุมกำกับตนเองจนสามารถเข้าใจได้ และเมตาคอกนิชันเป็นสิ่งที่มิอาจพลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับยุทธวิธีการเรียนของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชัน (Metacognitive strategies) ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ดีมีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ จำได้ถาวร (Baker & Brown, 1984; Worrell, 1990; Miller, 1991 อ้างถึงใน ทศนา ชมมณี และคณะ, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัคริภรณ์ จิวสกุล (2541), จรุง ชำพงค์ (2542), แสงจันทร์ พิษญาอรุณรัตน์ (2549), และอัจฉริยา สีหามาตย์ (2552) ที่พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคงทนของความรู้และมีเจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เมตาคอกนิชันเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดระดับสูง พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

การเรียนการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดย Robert Karplus นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา เป็นผู้เสนอการสอนโดยสืบเสาะหาความรู้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเรียนและช่วยลดความเบื่อหน่ายของ

การเรียน ในห้องเรียน ต่อมาได้มีกลุ่มนักศึกษานำวิธีการนี้ มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอน ในการเรียนการสอนแตกต่างกัน นักการศึกษาของ สหรัฐอเมริกาจากกลุ่ม BSCS (1997 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) ได้นำวิธีการเรียน การสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตร วิชาชีววิทยา และได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ เป็น 5 ขั้นตอน (5E) ในการเรียนการสอนแต่ละ ครั้งหรือ แต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน และจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะถูกนำไปใช้เป็น พื้นฐานในการเรียนครั้งต่อไป จึงเรียกการเรียนการสอนวิธีนี้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วัฏจักร การเรียนรู้ 5E มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explana- tion) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งการจัดกิจกรรมหากดำเนินการ ครบทั้งวงจรเป็นประจำจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ขั้นขยายความรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ จะช่วยทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ เพิ่งค้นพบนั้นไปสู่อุปกรณ์ใหม่ที่ยังสงสัยหรือนำสงสัย นำไปสู่การสำรวจและค้นหา เสาะหา ความรู้ต่อไปไม่หยุดยั้ง ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดให้ลึกซึ้งหรือ กว้างไกลมากขึ้นกว่าเดิม จะช่วยทำให้สามารถพัฒนาทักษะ การคิดขั้นสูง การคิดมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 5E เป็นกระบวนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการสืบเสาะหา ความรู้ (Inquiry) ได้ด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547) และ จากการศึกษางานวิจัยด้านทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธี การสอนแบบ 5Es ของ มงคล ประเสริฐสังข์ (2551) วราวัน เมืองมงคล (2552) และ สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพและมีความคงทนของความรู้ด้วย

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจ ที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิง เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอน แบบ 5Es สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (เลย-หนองบัวลำภู) เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะ การแก้ปัญหา มีความสามารถในการวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา อันจะส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว มาข้างต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. เพื่อศึกษากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยให้นักเรียนมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาร้อยละ 70 ขึ้นไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความรู้ความสามารถ ของบุคคลในการจัดกระบวนการคิดการทำงานด้วยวิธีการ ต่างๆ ซึ่งการจัดระเบียบกระบวนการคิด ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้ ประกอบด้วย ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี และประสบการณ์ ประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล
2. กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ (Yimer, 2004) 1) การเข้าสู่ปัญหา (The engagement phase) เป็นขั้นเผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา 2) กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา (The transformation-for- mation phase) เป็นขั้น วางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา

(Implementation phase) เป็นขั้นดำเนินการตามแผน
4) ประเมินผล (The evaluation phase) เป็นขั้นประเมิน
กระบวนการแก้ปัญหา และตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการ
ตามแผน 5) สะท้อนผล (The internalization phase)
เป็นขั้นที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง
กระบวนการนำความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่มากคิด หาวิธี
การเพื่อหาคำตอบทางคณิตศาสตร์

4. วิธีการสอนแบบ 5Es หมายถึง การจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีการสืบเสาะหา
ความรู้ (Inquiry) ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัด
กิจกรรม 5 ขั้นตอนดังนี้ (สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์, 2549)

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นของการนำเข้าสู่
บทเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนและสนใจกิจกรรม
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำ
กิจกรรมต่างๆ ในการสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้าง
แนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ได้
จากการสำรวจค้นคว้าซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียน
ควรจะสามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามแนวความเข้าใจ
ของนักเรียนเอง และสามารถประมวลเป็นความรู้ เพื่อถ่ายทอด
และสื่อสารไปยังผู้อื่นได้ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้แนวความคิดรวบยอด
นำไปสู่การค้นคว้าในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ละเอียดและระดับลึก
ลงไป 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับ
ผลสะท้อนกลับ (Feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจ
ของนักเรียน

**5. กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิง
เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้
วิธีการสอนแบบ 5Es** หมายถึง การใช้กระบวนการคิดเชิง
เมตาคอกนิชันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อฝึกการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es
ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement), 2)
ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ซึ่งเป็นขั้นที่จัดกิจกรรม
การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชันในการฝึกแก้ปัญหา
ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา
(The engagement phase), ขั้นตอนที่ 2 กำหนดโครงสร้าง
ในการแก้ปัญหา (The transformation-formation phase),
ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (Implementation phase),

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล (The evaluation phase),
ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผล (The internalization phase), 3)
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation), 4) ขั้นขยายความรู้
(Elaboration), และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

6. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิง
เมตาคอกนิชันโดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es ในรูปแบบของ
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรมีขั้นตอนการปฏิบัติ
ดังนี้ (1) ขั้นวางแผนการปฏิบัติการ (2) ขั้นปฏิบัติการ (3)
ขั้นสังเกตการณ์ และ (4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ
ในแต่ละวงจรผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสังเกตและวิเคราะห์
วิจารณ์ผลการปฏิบัติ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้

**7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์** หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ใน
วัดความสามารถในการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียว ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20
ข้อและแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนน
ความสามารถของผู้เรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้จากการทำแบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบปรนัย
จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ในขั้นที่ 3
การดำเนินการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

9. คะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา
หมายถึงคะแนนความสามารถของผู้เรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่ง ได้
จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในขั้นที่ 1
เข้าสู่ปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา ขั้นที่
4 ประเมินผล และขั้นที่ 5 สะท้อนผล

10. ผู้ช่วยวิจัย หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิต
ศาสตร์ที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของครูผู้วิจัย
และนักเรียนในขณะดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอน
และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

11. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่
1 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (เลข-

หนองบัวลำภู) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 42 คน

12. เกณฑ์ หมายถึง เป้าหมายการประเมินผล
คะแนนความสามารถของผู้เรียน กำหนดให้มีจำนวนนักเรียน
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนน
เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน
จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
เขต 19 (เลย-หนองบัวลำภู) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553
จำนวน 42 คน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action
Research) โดยผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิง
ปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1992
อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ซึ่งดำเนินการตามวงจร
ปฏิบัติ PAOR แบ่งเป็น 3 วงจร

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ คือ
แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เน้น
กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา โดยใช้
วิธีการสอนแบบ 5Es ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและ
สะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบท้ายวงจร

3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ
การจัดการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ
และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้
ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกแผน โดย
ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน
ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-
4 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8
วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-12

2) การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการประเมินพฤติกรรม
การเรียนของนักเรียน พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ของครู และหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละ
วงจรการปฏิบัติจะมีการทดสอบท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูล
มาสะท้อนการปฏิบัติ และปรับปรุงการสอนในวงจรต่อไป

3) การประเมินผลการเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70
ขึ้นไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลจากแบบ
บันทึกพฤติกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลจากการ
ทำใบงานและแบบฝึกทักษะ การทดสอบย่อยท้ายวงจร
นำผลสะท้อนจากการปฏิบัติ มาวิเคราะห์ และอภิปรายผล
สรุปเป็นผลการวิจัยเพื่อให้ได้แนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติ
ที่มีประสิทธิภาพ

2) ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลจากการทำ
แบบทดสอบท้ายวงจร และแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาหาสถิติ ร้อยละ
และค่าเฉลี่ย เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีจำนวนนักเรียน
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนน
เฉลี่ยตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น
กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธี
การสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัยจึงสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ
คิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีรายละเอียด ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้
ทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละชั่วโมง ที่จะทำให้การเรียน
ทบทวนความรู้เดิม

2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ครูเสนอใบความรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาสำรวจความรู้ของตัวนักเรียน และครูเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบงานที่ครูสร้างขึ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอ่านปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา และตอบคำถามในใบงานซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพิจารณาลักษณะของปัญหา และพิจารณาความเกี่ยวข้องของปัญหา ประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในการแก้ปัญหา ประเมินระดับความยาก-ง่าย และคาดคะเนความสำเร็จในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องวางแผนหรือหาวิธีวิธี คาดคะเนความเป็นไปได้เกี่ยวกับเงื่อนไข ที่กำหนดในปัญหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องแสดงวิธีคิดหาคำตอบตามที่เสนอไว้ในขั้นที่ 2 ขั้นที่ 4 การประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ตรวจสอบข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นในการคำนวณจากการตรวจสอบคำตอบ ขั้นที่ 5 สะท้อนผล เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนสะท้อนถึงความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาพิจารณาหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย และปรับใช้ในสถานการณ์อื่น

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้สอนออกมาแนะนำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียน แสดงความคิดเห็นและตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน และกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบจากการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้ อย่างชัดเจน

4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาที่คล้ายกับกิจกรรมที่ทำในช่วงด้วยตนเอง

5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความรู้เรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด โดยการสังเกตการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน การร่วมกิจกรรมภายในกลุ่มการตรวจผลงาน

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไป

ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. คะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหานักเรียนมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.56 ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.14 ขั้นที่ 4 การประเมินผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.19 ขั้นที่ 5 สะท้อนผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.71 ซึ่งทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา

จากการที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนตามเนื้อหาในบทเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนได้มีการฝึกฝนการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางเมตาคอกนิชันทั้ง 5 ขั้นตอน คือ การเข้าสู่ปัญหา การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การประเมินผล และการสะท้อนผล ซึ่งนักเรียนจะมีการตระหนักคิด ควบคุมพิจารณาและตรวจสอบในทุกขั้นตอนในการแก้ปัญหา ส่งผลให้หลังจากการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันแล้วทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉริภรณ์ จิวสกุล (2541) ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและความตระหนักในเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนร้อยละของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันต่ำ จรุง ขำวงศ์ (2542)

ศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อัจฉริยา สีหามาตย์ (2552) ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.94 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 78.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นภัสสร พุดมตยาตี (2552) ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 72.00 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 71.05 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนเชียงคาน. (2550). **รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2550**. เลย: โรงเรียนเชียงคาน. (เอกสารอัดสำเนา).
- _____. (2551). **รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2551**. เลย: โรงเรียนเชียงคาน. (เอกสารอัดสำเนา).
- กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนเชียงคาน. (2552). **รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2552**. เลย: โรงเรียนเชียงคาน. (เอกสารอัดสำเนา).
- จรุง ขำวงศ์. (2542). **ผลการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา ขัมมณี. (2548). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา ขัมมณี และคณะ. (2544). **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพฯ: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์ จำกัด.
- นภัสสร พุดมตยาตี. (2552). **การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยต้องทำการปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจถึงรายละเอียดและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา นั้น ครูควรให้เวลานักเรียนในการทำกิจกรรม เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนแก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการปรับยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการแจ้งผลการทำใบงาน แบบฝึกทักษะ และผลการทดสอบทุกครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ ต่อไปโดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

- มงคล ประเสริฐสังข์. (2551). การศึกษาโครงสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5Es.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ระหว่าง วันที่ 26-28 กันยายน 2537.
ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วนาวัน เมืองมงคล. (2552). การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2547). สรุปการศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle หรือ 5Es)
เพื่อพัฒนาการคิดระดับสูง สาขาชีววิทยา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2548). สรุปการศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5E).
กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง:
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: อารักษ์.
- สมบัติ โพธิ์ทอง. (2539). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอกนิชัน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรเดช ม่วงนิกร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนผสมผสานระหว่างแบบ 5E กับ STAD.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- แสงจันทร์ พิษานูรัตน์. (2549). ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัจฉริยา สีหามาตย์. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่องอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัคริภรณ์ จิวสกุล. (2541). การศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและความตระหนัก
ในเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Osman, M. E. and Hannafin, M. J. (1992). Metacognition Research and Theory: Analysis and Implications
for Instructional Design. *Educational Technology Research and Development*. 40(2), 83-99.
- Yimer, A. (2004). *Metacognitive and Cognitive Functioning of College Students During Mathematical Problem Solving*. Ph.D.Dissertation, Department of Mathematics, Illinois State University, U.S.A.