

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอน
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา
เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

The Development of Mathematics Learning Activities using 5Es
Inquiry Cycle Instructional Model Emphasizing Metacognitive
Thinking about Probability for Matthayomsuksa 6

ดุษฎี ยอดอ่อน (Dussadee Yod-on)*

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) ศึกษาการคิดเชิงอภิปัญญาของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีคะแนนการคิดเชิง อภิปัญญาเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ 3) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบำเหน็จณรงค์วิทยาาคม จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบท้ายวงจรและ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 22 ข้อ

ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้นการคิด เชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจ และค้นหาซึ่งนักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาและตอบคำถามที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา 3 ขั้นตอน 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนการคิดเชิงอภิปัญญา และ 5) ขั้นประเมิน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้นักเรียนรู้จักสำรวจ ค้นหาและสรุปสร้างเป็น องค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการรู้จักวางแผน กำกับตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 2) นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงอภิปัญญา ในการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้นที่ 1 การรู้จักวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.83

คำสำคัญ : วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น การคิดเชิงอภิปัญญา ความน่าจะเป็น

Keywords : Inquiry cycle 5Es, Metacognitive Thinking, Probability

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขั้นที่ 2.1 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีที่กำหนดไว้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100 และขั้นที่ 3 การประเมินการคิด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 96.17 ซึ่งทุกขั้นตอน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิง อภิปัญญาในการแก้ปัญหา 3) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.53 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็นร้อยละ 82.86 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

Abstract

The Research method of this action research. The proposed of this research were: 1) to improve mathematics learning activities by using 5Es inquiry cycle instructional model emphasizing metacognitive thinking about probability for Matthayomsuksa 6 students. , 2) to study students' metacognitive thinking skills so that they could get metacognition average score more than 70%. and 3) to improve students' achievement so that at 70% of them had average achievement score more than 70%. The target group was 35 students of Bumnetnarongwittayakom school. The instrument of this research were: 1) the experimental tool included 12 lesson plans, 2) the data collecting tool included a learning behavior observation form and tests after each cycles and 3) the evaluation tool was an achievement test include 22. The results of the development of mathematics learning activities were : consisted of 5 steps: Engagement, in this step the teacher provided students with Learning objectives and also review their prior knowledge, Exploration, teacher asked students to investigate and metacognition . Students needed to solve problem in 3 steps,i.e. Explanation, students make a conclusion about what they had learned from the previous activity, Elaboration, student applied their knowledge to solve problem that difference from the class and metacognition in 3 steps,i.e. the first step of planning problem solving , the second step of supervising and verifying problem solving, and the third step of evaluating problem solving. and Evaluation, teacher and students check the task that had been done. 2) The results of students metacognitive thinking score were: a) The planning problem solving score was 93.83, b) The upervising and verifying problem solving score was 100, c) The evaluating problem solving score was 86.19, and d) The internalization phase score was 96.17 and 3) The target group got average score of achievement at 77.53. There were 29 students passed the criterion (82.86%).

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ ดังนั้น กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งคณิตศาสตร์ก็เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์

ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่วัดด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหาทำให้สามารถเผชิญปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน วางแผน ตัดสินใจ

และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม การจัดการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ควรเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ เปิดโอกาสให้
ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง (วัลลภา อาริรัตน์,
2550) ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
จัดกิจกรรมเหมาะสมกับวัย ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม
ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยส่งเสริมให้
นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นและตรวจสอบ
คำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของตนอันจะเป็นประโยชน์
ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป (เกื้อจิตต์ ฉิมทิม
และคณะ, 2547)

จากผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษา
ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test)
หรือ O - NET ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียน
บำเหน็จณรงค์วิทยาคม อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัด
ชัยภูมิ ปีการศึกษา 2551 - 2553 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย
เท่ากับ 32.09, 29.57 และ 10.04 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนน
เฉลี่ยลดลง โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้ที่ 5 การวิเคราะห์
ข้อมูลและความน่าจะเป็นพบว่า มีค่าเฉลี่ยในระดับ
โรงเรียน คือ 2.27 ซึ่งต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยระดับประเทศ
คือ 3.52 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2553)
นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ในปีการศึกษา 2551-255 ได้คะแนนเฉลี่ย 55.20, 66.70
และ 58.76 ตามลำดับ ซึ่ง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียน
กำหนดคือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนไม่ต่ำกว่า
ร้อยละ 70 (กลุ่มงานบริหารวิชาการโรงเรียน
บำเหน็จณรงค์วิทยาคม, จากผลการประเมิน ดังกล่าว
จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ควรเร่งพัฒนาผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยเฉพาะ
วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปพัฒนา
คุณภาพชีวิตตลอดจนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์
ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่งการ
จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้
ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ยัง
จำเป็นต้องอาศัยกลวิธีหรือยุทธวิธีในการแก้ไขปัญหา
เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
โดยใช้ทักษะการคิดและกระบวนการการคิดเป็นเครื่องมือ
ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

(สิริพร ทิพย์คง, 2545)

และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ
พบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดที่น่าสนใจและ
มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการคิด ของนักเรียนได้
คือ กระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา (metacognition)
เพราะการคิดเชิงอภิปัญญา เป็นกระบวนการทางความคิด
และผลที่ได้จากการใช้กระบวนการทางความคิดของ
ตนเองนั้น เป็นกระบวนการที่สะท้อนให้เห็นถึงการ
เรียนรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้และการควบคุมการ
เรียนรู้ของตนเอง Osman and Hannafin (1992
อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี, 2548) กล่าวว่า การคิดเชิง
อภิปัญญา (Metacognition) หมายถึง การตระหนักรู้
เกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตนเอง และใช้
ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดกระบวนการคิด การทำงาน
ของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และ
งานที่ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการ และพิมพันธ์
เดชะคุปต์ (อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี และคณะ, 2544)
ได้เสนอกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1
การรู้จักวางแผน เป็นขั้น ที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ข้อมูล
บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและข้อมูลที่ต้องใช้ในการ
แก้ปัญหา คาดเดาอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
และวิธีแก้ไข และประมาณคำตอบหรือผลลัพธ์ที่
ต้องการ ขั้นที่ 2 การดำเนินการแก้ปัญหาตามยุทธวิธี
และการกำกับควบคุมตรวจสอบความคิด นักเรียน
จะต้องแสดงวิธีคิดหาคำตอบตามยุทธวิธีที่เลือกไว้
พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบและตรวจสอบวิธีการ
แก้ปัญหา และขั้นที่ 3 การประเมินการคิด ซึ่งเป็นการฝึก
ให้นักเรียน ตระหนัก ตรวจสอบการคิดของตนได้
ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์
(2549) อัจฉริยา สีหามาตย์ (2552) ปิยธิดา เนื่องชุมพล
(2553) นุชจรินทร์ รื่นรมย์ (2554) และ พิเชษฐ์ โพนสิม
(2554) ที่พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีความคงทน
ของความรู้และมีเจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ด้วย

และจากการศึกษา ทฤษฎี เอกสารที่สามารถ
นำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ช่วยให้
นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิด
ด้วยกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้ง
ส่งเสริมให้นักเรียนมีสัมพันธภาพที่ดีต่อบุคคลอื่นโดย
แนวคิดสำคัญที่พบ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยเฉพาะวิธีการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ชื่อภาษา
อังกฤษว่า Inquiry Cycle ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบการเรียน
การสอนหนึ่งที่น่าสนใจพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
(Constructivism) สสวท. ได้นำมาเสนอแนะเป็นแนวทาง
ในการจัดการเรียนการสอน ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้น
ในตัวของผู้เรียนเอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น อำนวย
ความสะดวก ชักถามและจัดสถานการณ์ให้เหมาะสม
กับความรู้เดิมของนักเรียน ให้นักเรียนได้คิดและเชื่อมโยง
ความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เหมาะสม
ในการนำมาพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน ซึ่งการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
ดังกล่าวได้ยึดตามแนวทางของนักศึกษากลุ่ม BSCS
(Biological Science Curriculum Study) โดยเสนอ
ขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา
(Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน
(Evaluation) (สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์, 2549) ซึ่งจุดเด่น
ของการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นทำให้ ผู้เรียน
มีแรงจูงใจในการเรียนสูง กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ
ท้าทายความสามารถ มุ่งพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการ
ทำงาน มีการรู้จักวางแผน ควบคุม ตรวจสอบความคิด
ของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิง
อภิปัญญา ที่ประกอบด้วย ขั้นตอนให้นักเรียนรู้จัก
วิเคราะห์ วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาควบคุมตรวจสอบ
ความคิด รวมถึงสามารถประเมินการคิดของตนเองได้
ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นฐานให้นักเรียนได้ขยายความรู้ และ
ความคิด อันมีส่วนช่วยให้พัฒนาทั้งในกระบวนการคิด
และกระบวนการเรียนรู้ ตลอดจนส่งผลพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนเอง (อัมพร ม้าคอง, 2553)
เช่นเดียวกับงานวิจัย ของ วนาวัน เมืองมงคล (2552)
นุชจรินทร์ รื่นรมย์ (2554) และ พิเชษฐ์ โพนสิม (2554)

ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นหรือ
5Es ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์
พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้
คือ 70/70 ด้วยหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น
ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่เน้น
การคิดเชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียน
มีทักษะการแก้ปัญหา มีความสามารถในการวางแผน
แก้ปัญหา กำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของ
ตนเอง อันจะส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นและยังช่วยส่งเสริม
กระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาในการแก้โจทย์ปัญหาของ
นักเรียนได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้น
การคิดเชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาการคิดเชิงอภิปัญญาของนักเรียน
ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
5 ขั้น เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มี
คะแนนการคิดเชิงอภิปัญญาเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่า
ร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ย
ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดเชิงอภิปัญญา (Metacognition)
หมายถึง กระบวนการต่างๆ ในการควบคุม และประเมิน
ความคิดของตนเอง และใช้ความตระหนักรู้ และยุทธวิธี
ช่วยในการแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จอย่างสมบูรณ์
ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การรู้จักวางแผน การดำเนินการ
แก้ปัญหาในการกำกับควบคุมตรวจสอบ และการประเมิน
การคิด

2. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
5 ขั้น ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา หมายถึง การจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญาในการฝึก
แก้โจทย์ปัญหา แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา มีการประเมิน
การคิดเชิงอภิปัญญา 3 ขั้น ดังนี้
 - (1) ขั้นวางแผน
 - (2) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาให้กับและ
ตรวจสอบความคิด
 - (3) ขั้นประเมินการคิด
- 3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป
- 4) ขั้นขยายความรู้ มีการประเมินการคิด
เชิงอภิปัญญา 3 ขั้นดังเช่นขั้นสำรวจและค้นหา
- 5) ขั้นประเมินผล

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หมายถึง แบบทดสอบวัดคะแนนความสามารถของ
นักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถใน
การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน เรื่อง ความเป็น
ของเหตุการณ์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัย 2 ข้อ ซึ่งกำหนด
ให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วิธีการวิจัย การวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการ
วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ
Kemmis and Mc Taggart (1992 อ้างถึงใน ยาใจ
พงษ์บริบูรณ์, 2537) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย
ซึ่งดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

2. กลุ่มเป้าหมาย ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนนักเรียน 35 คน
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบำเหน็จณรงค์
วิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้
ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) เครื่องมือที่ใช้ในทดลองปฏิบัติ ได้แก่
แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอน
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา
เรื่อง ความเป็นจำนวน 12 แผน 12 ชั่วโมง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการ
ปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้
ใบกิจกรรม และแบบฝึกทักษะ

3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพ
การจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบท้ายวงจร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการรวบรวม
ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตาม
ขั้นตอนดังนี้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้
ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกแผน
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน
12 แผน ดังนี้ (1) วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 1 - 4 (2) วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 5 - 8 (3) วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 9 - 12 (4) การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการ
ประเมินพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน พฤติกรรม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และหลังจากสิ้นสุด
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรการปฏิบัติจะ
มีการทดสอบท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลมาสะท้อนการ
ปฏิบัติ และปรับปรุงการสอนในวงจรต่อไป

2) การประเมินผลการเรียน เมื่อสิ้นสุด
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ให้นักเรียนทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความเป็น
ของเหตุการณ์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้มีจำนวนนักเรียน
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
คะแนนเฉลี่ย (EMBED Equation.3) ตั้งแต่
ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ มีนาคม
2554 - มีนาคม 2555

1) **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นโดยการเล่น เกม ทบทวนความรู้เดิมโดยการตอบคำถาม และทราบจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถสร้างความสนใจให้กับนักเรียนและเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป 2) **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้เสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนศึกษาสำรวจความรู้ของตนเอง และร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยคอยใช้คำถามกระตุ้น ดูแลให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาและตอบคำถามที่เน้นการคิดเชิงอภิปราย ตาม ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การรู้จักวางแผน เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนวิเคราะห์เป้าหมาย บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา คาดเดาอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีแก้ไข รวมถึงสามารถประมาณคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ ขั้นที่ 2 การดำเนินการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีและการกำกับควบคุมตรวจสอบความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีที่เลือกไว้ สามารถตรวจสอบ คำตอบและวิธีการขั้นตอนในการปฏิบัติได้ ขั้นที่ 3 ประเมินการคิด เป็นขั้นที่นักเรียนหลังจากได้ปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอน หรือยุทธวิธีที่เลือกใช้แล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ สามารถตรวจสอบคำตอบ และประเมินความสำเร็จตามเป้าหมายได้ถูกต้องหรือไม่ 3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว สุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียน เพื่อน ๆ ช่วยกันซักถาม แสดงความคิดเห็น และตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้วิจัยคอยกระตุ้นด้วยคำถาม หลังจากตัวแทนกลุ่มนำเสนอคำตอบเสร็จแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมอภิปราย

ซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้จากการค้นพบจากการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน โดยผู้วิจัยช่วยเสริมแนวคิด หลักการให้ชัดเจนยิ่งขึ้น คอยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อสรุปให้ถูกต้องชัดเจน ทำให้สามารถเข้าใจตรงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ขยายความรู้ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะโดยที่นักเรียนนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้อย่างไรทั้งในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อนมากยิ่งขึ้น นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้และทำให้เกิดองค์ความรู้กว้างขวางขึ้น ขยายความคิดและคำนึงถึงผลที่จะเกิดในมุมมองที่หลากหลายแตกต่างกันโดยมีขั้นตอนในการประเมินการคิดเชิงอภิปัญญา 3 ขั้นตอน ดังเช่นในขั้นสำรวจและค้นหาและ

5) ขั้นประเมิน เป็นขั้นการประเมินว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด และสามารถตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่ามีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมิน ด้านความรู้และความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกตจากการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนการร่วมกิจกรรมภายในกลุ่ม การตรวจผลงานได้แก่การตรวจใบกิจกรรม การตรวจแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบท้ายวงจร

ผลที่ได้จากการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความสนใจ สำรวจเกี่ยวกับปัญหาเกิดความท้าทาย อยากคิด อยากลองทำ มุ่งคิดหาคำตอบรวมถึงได้ขยายความรู้ และความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กล่าวคือ กล่าวทำแล้วแสดงออก มีความรับผิดชอบในการเรียน นอกจากนี้การฝึกการคิดเชิงอภิปัญญา ยังช่วยให้นักเรียนรู้จักการวางแผนแก้ไขปัญหาลักษณะวิธีที่เหมาะสมสามารถช่วยให้การแก้ปัญหาได้คำตอบที่ถูกต้องรวมถึงนักเรียนยังรู้จักการตรวจสอบคำตอบ วิธีการและประเมินการคิดของตนเองได้

2. คะแนนการคิดเชิงอภิปัญญา นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหาครั้งนี้ ขั้นที่ 1 การรู้จักวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.83 ขั้นที่ 2.1 นักเรียนดำเนินการแก้

ปัญหาตามยุทธวิธีที่กำหนดไว้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100 และขั้นที่ 3 การประเมินการคิด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 96.17 ซึ่งทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.53 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็นร้อยละ 82.86 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากสรุปผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 แสดงว่านักเรียนมีการคิดเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหา และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนตามเนื้อหาในบทเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.53 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็น ร้อยละ 82.86 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์ (2549) ที่ศึกษาผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันโดยการฝึกแก้โจทย์ปัญหาปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ 1) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 2) ขั้นกำกับและตรวจสอบการแก้ปัญหา และ 3) ขั้นการประเมินการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลการทดสอบวัดเมตาคอกนิชันผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการ

วัดเมตาคอกนิชันของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.96 แสดงว่านักเรียนมีการปฏิบัติเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในระดับดี อัจฉริยา สีหามาตย์ (2552) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.94 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 78.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และ พิเชษฐ์ โพนสิม (2554) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาดังนี้ ชั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.56 ชั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหานักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.14 ชั้นที่ 4 การประเมินผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.19 ชั้นที่ 5 สะท้อนผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.71

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551) . **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551** . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์

กลุ่มงานบริหารวิชาการ โรงเรียนบำเหน็จณรงค์วิทยา. (2551 - 2553). รายงานสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ปีการศึกษา 2551. ชัยภูมิ : โรงเรียนบำเหน็จณรงค์วิทยา.

เกื้อจิตต์ ฉิมทิมและคณะ. (2547). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทศนา แหมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้วิจัยต้องทำการปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหา

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา ในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนจะเป็นผู้สำรวจ ค้นหา และสร้างแนวความคิดที่ได้จากประสบการณ์ของนักเรียนเองในการทำกิจกรรม ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างมาก ควรคำนึงหรือมีการปรับยืดหยุ่นเวลาการจัดกิจกรรมให้มีความกระชับและเหมาะสม

3) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญาเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ครูจึงต้องคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญาไปใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในเนื้อหา สารการเรียนรู้ และระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ทีศนา แคมมณี และคณะ. (2544). **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 12 . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุชจรินทร์ รื่นรมย์. (2554). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา (Metacognition) เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมโดยใช้วิธีสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยธิดา เนื่องชุมพล. (2553). **การศึกษาทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิเชษฐ์ โพนสิม. (2554). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537) . **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนระหว่างวันที่ 26-28 กันยายน 2537**. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วนาวิน เมืองมณฑล. (2552) . **การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วัลลภา อารีรัตน์. (2550). **รายงานการวิจัย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดตามกลุ่มสาระ การเรียนรู้ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 . (ขอนแก่น) : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2553) . **รายงานผลการระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O – NET) ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2553**. กรุงเทพฯ . : (ม.ป.พ)

สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์. (2549). **เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : อารักษ์.

แสงจันทร์ พิษณุรัตน์. (2549). **ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อัจฉริยา สีหามาตย์ .(2552) . **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.