



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการ แก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The Development of Mathematics Learning Activities Based on Constructivist Theory Emphasizing Problem Solving through the Use of The Geometer's Sketchpad as a Learning Tool on 'the Pythagoras Theorem' for Eighth Graders

วิธินี บัวเพื่อน¹ และ เกื้อจิตต์ ฉิมทิม²
Withinee Buapheun¹ and Guajit Chimtim²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไปและนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป 3) ศึกษาทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มเป้าหมาย ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 39 คน โรงเรียนขามนาหวาวิทยาคม รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร คือ วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 และวงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 - 11 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียน จำนวน 11 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.28-0.74 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21-0.62 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละและสรุปความเรียง

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 5 ชั้น ดังนี้ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย ขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน (3) ขั้นสรุป (4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ และ (5) ขั้นประเมินผล 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.37 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 77 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป 3) ทักษะการแก้ปัญหานักเรียนอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.80

คำสำคัญ : ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ; กระบวนการแก้ปัญหา ; โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ; ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ; กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Graduate Student, Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Khon Kaen University

² รองศาสตราจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Associate Professor, Faculty of Education, Khon Kaen University.



ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) to develop mathematics learning activities based on constructivist theory emphasizing problem solving process by using “The Geometer’s Sketchpad as a learning tool on ‘Pythagoras theory’ for eighth graders, 2) to develop students’ mathematics learning achievement to meet the criterion which states that at least 70% of whom are able to score not less than 70% of the total score or better, and 3) to examine problem-solving skills in mathematics using Polya’s method of problem-solving. The target group in study was 39 eighth-grade students room 1 at Chanuman Withayakhom School. The study is a type of action research which had 3 operating cycles: cycle 1 – learning management plans 1 to 4, cycle 2 – learning management plans 5 to 8, and cycle 3 – learning management plans 9 to 11. The research tools were divided into 3 types: 1) a tool used for performing experiment comprising 11 lesson plans, 2) a tool used for reflecting the result of performance, and 3) a tool used for assessing efficiency of learning management comprising a test of learning achievement, whose difficulty values ranged between 0.28 and 0.74, discrimination power values between 0.21 and 0.62, and reliability coefficient was 0.72. The data analysis employed mean, percentage and it was concluded in form of essay.

The findings were as follows: 1) The learning management plan consisted of 5 steps, namely (1) step of being imported into a lesson; (2) step of learning activity management comprising three sub-steps: sub-step of pondering individually, sub-step of pondering at small-group level, and sub-step of pondering at classroom level; (3) step of conclusion; (4) step of skill practice and application, and (5) step of assessment. 2) Students gained a learning achievement mean score of 73.37 out of 100 and of whom, 77% got at least a mean score of 70 out of 100 or better in learning achievement. 3) Students’ problem-solving skill was at high level (76.80%).

Keywords : Constructivist Theory ; Problem-Solving Process ; The Geometer’s Sketchpad (Program) ; Pythagoras Theorem ; Mathematics Learning Activities

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พุทธศักราช 2555-2559 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพคนไทยให้มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง มุ่งพัฒนาคุณภาพคนไทยทุกช่วงวัย สอดแทรกพัฒนาด้านกระบวนการเรียนรู้ที่เสริมสร้างนวัตกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนเป็นความคิดสร้างสรรค์ปลูกฝังการพร้อมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นและจิตใจที่มีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2555) แนวทางในการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ พัฒนาตนเองได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยเฉพาะการศึกษาขั้นพื้นฐานนับเป็นการศึกษาที่มีความจำเป็นและสำคัญยิ่งสำหรับเยาวชนทุกคน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้

อย่างถ่องถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชานุมานวิทยาคม ประจำปีการศึกษา 2554-2556 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.48 24.60 และ 23.10 ตามลำดับ (ระดับประเทศคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.08 26.95 และ 25.45 ตามลำดับ) (ฝ่ายบริหารวิชาการ โรงเรียนชานุมานวิทยาคม. 2547) พบว่าผลการทดสอบต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศและไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ และเมื่อศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET 2547) โดยพิจารณาตามสาระ พบว่า สาระการเรียนรู้ที่โรงเรียน ควรเร่งพัฒนา คือ สาระที่ 3 เรขาคณิต ในปีการศึกษา 2555-2556 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.78 และ 18.36 ตามลำดับ (ระดับประเทศคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.17 และ 24.55 ตามลำดับ) ในสาระที่ 3 มีเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

รวมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูงและยาก หากนักเรียนไม่เข้าใจในกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหา จะส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจในบทเรียน ไม่สามารถทำแบบฝึกหัดที่พลิกแพลงไปจากที่สอนได้ เด็กส่วนใหญ่มีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดี เฉพาะโจทย์ที่ง่าย แต่เมื่อไปพบกับโจทย์ที่ซับซ้อนขึ้น ต้องใช้ความคิด ก็จะประสบกับปัญหาทันที (วิชัย พาณิษฐ์สว. 2546) ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรตระหนักถึงการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทาง เซวี่ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky ซึ่งอธิบายว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคลมีการพัฒนาผ่านทางกระบวนการดูดซึมหรือซึมซับ และกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา เพื่อให้บุคคลอยู่ในสภาวะสมดุล (ทิสนา แหมมณี. 2551) สอดคล้องกับ สุมาลี ชัยเจริญ (2551) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิม โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญานักการศึกษาพยายามหาวิธีการจัดการเรียนรู้หลายรูปแบบเพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และลดภาวะความเครียดของนักเรียน เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไร และเรารู้อะไรบ้าง เป็นการสร้างความหมายจากประสบการณ์ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องความรู้และการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill (1991) ประกอบไปด้วยกิจกรรม 5 ขั้น คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย (1) ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา (2) ขั้นไตร่ตรองระดับ กลุ่มย่อย (3) ขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน (3) ขั้นสรุป (4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ (5) ขั้นประเมินผล ซึ่งทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตัวเองอย่างดีแล้วเขาจะต้องจัดการทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่และถ้าข้อมูลใหม่ ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้ง ขึ้นในใจและจะต้องหาทางแก้ไขต่อไป (ชนาธิป พรกุล. 2554)

โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจะสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาไปตามลำดับ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี (2550) ได้เสนอแนวปฏิบัติของกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ประกอบด้วย 4 ขั้น คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ปฏิบัติตามแผน 4) ตรวจสอบ โดยสามารถนำทักษะกระบวนการแก้ปัญหาแทรกเข้าไป ในขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นสรุป และขั้นฝึกทักษะ ซึ่งเป็นการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถจัดกระทำและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการและสามารถสร้างความเข้าใจได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง อันเป็นจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการเรียนรู้ (พรนภา ราชรองเมือง. 2556 ; อ้างอิงมาจาก เกื้อจิตต์ ฉิมทิม. 2547)

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้าง สำนวน และวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับเรขาคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลายตั้งแต่การค้นหาละดับพื้นฐาน ซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนและเคลื่อนไหวได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548) ผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม GSP มาเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นสรุป และขั้นฝึกทักษะ และนำไปใช้

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขามนาญวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 โดยใช้รูปแบบการวิจัย เชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. เพื่อศึกษาทักษะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

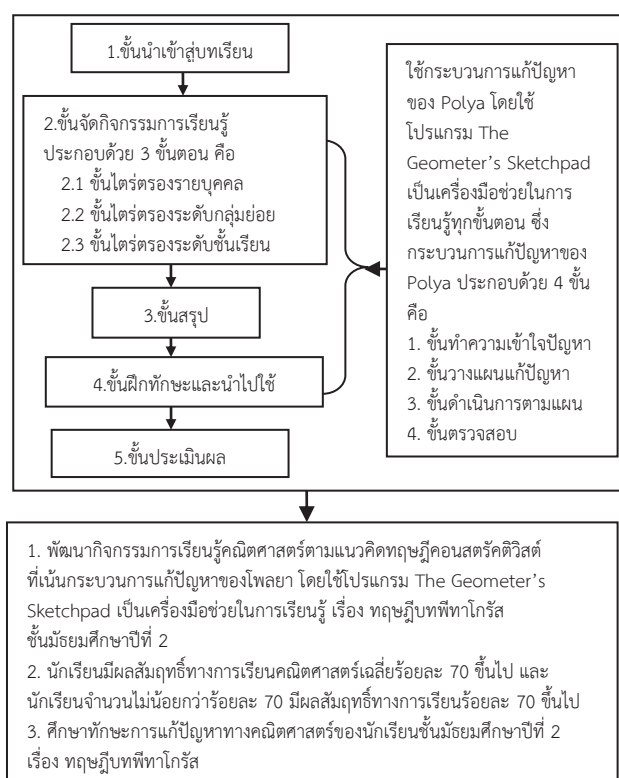


ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2/1 จำนวน 39 คน โรงเรียนขามนาหวาวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
3. ระยะเวลา ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2558

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน 4. ขั้นตรวจสอบ และการสร้างสื่อการเรียนรู้จากโปรแกรม GSP ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นวางแผนโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ด้วยการเลือกวิธีการคิดคำนวณตามวิธีการที่เหมาะสม 4) ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบถึงคำตอบที่ได้ว่าน่าเชื่อถือได้หรือไม่

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา โดยมีกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของโพลยา

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามหลักแนวคิดของ Kemmis & Mc Taggart (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. 2537 ; อ้างอิงมาจาก Kemmis & Mc Taggart. 1992) มีขั้นตอนการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวางแผน 2) ขั้นปฏิบัติการ 3) ขั้นสังเกตการณ์ และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2/1 โรงเรียนขามนาหวาวิทยาคม อำเภอนาหวา จังหวัดอำนาจเจริญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 39 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน 4. ขั้นตรวจสอบโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 แผน 11 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ และด้านการวัดและประเมินผลโดยใช้มาตราส่วนแบบประมาณค่าผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้จากการ เปิดตารางที่ $\alpha = 0.05$ จะได้ค่าวิกฤต $t = 1.711$ เมื่อ



คำนวณแล้วมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต จึงพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องเชื่อมโยงครอบคลุมเหมาะสม มีความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ (Lawshe, 1975)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกผลการเรียนรู้ แบบทดสอบท้ายวงจร โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีคะแนนเฉลี่ย 0.67-1.00

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และอัตนัยเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21-0.62 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21-0.74 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.62

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียนโดยการให้ความรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งข้อตกลงบทบาทหน้าที่ต่างๆ

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มทดลองในเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 11 แผนใช้เวลา 11 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 วงจร ได้แก่

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 4

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 – 8

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 – 11

3. ประเมินพฤติกรรมกำเนินของนักเรียน พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู การทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่อนำข้อมูลมาสะท้อนผลการปฏิบัติ และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบท้ายวงจร และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์เพื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขึ้นไป และนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมกำเนินการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกผลการเรียนรู้ การทำใบกิจกรรมและใบงาน นำมาวิเคราะห์ แล้วสรุปผลโดยการบรรยาย เพื่อนำไปปรับปรุงให้ได้รูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการสร้างความสนใจและทบทวนความรู้เดิมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา พร้อมแจ้งวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นดำเนินการที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้โปรแกรม GSP และแทรกกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในทุกขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล ผู้วิจัยเสนอสถานการณ์ที่ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนใช้โปรแกรม GSP ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (2) ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย ผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองต่อกลุ่ม คัดเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสมที่สุด ไปอภิปรายระดับชั้นเรียนต่อไป (3) ขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน นักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมาเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มต่อชั้นเรียนโดยให้กลุ่มอื่นๆ ช่วยกันอภิปรายหรือเสนอแนะเพิ่มเติม 3) ขั้นสรุป พัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้โดยนักเรียนอภิปราย สรุปหลักการ และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม GSP ร่วมกัน 4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบงาน โดยการฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง 5) ขั้นประเมินผล ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมกำเนินร่วมกิจกรรมของผู้เรียน การตรวจใบกิจกรรมและใบงาน

2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 73.37 และนักเรียนร้อยละ 77 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จำนวนนักเรียน ทั้งหมด (คน)	คะแนน							จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	S.D.	จำนวน (คน)	ร้อยละ
39	20	14	20	16	15.41	73.37	2.54	30	77

3. นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คิดเป็นร้อยละ 76.80 ดังตารางที่ 2 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

จากเครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ พบว่า นักเรียนสามารถ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสามัคคี กล้าแสดงออก มีทักษะในการทำงานกลุ่ม

ตารางที่ 2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหา	จำนวน (คน)	คะแนน					ร้อยละ ของคะแนน
		เต็ม	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	S.D.	
ทำความเข้าใจปัญหา	39	4	4	2	3.69	0.47	92.25
วางแผนแก้ปัญหา	39	4	4	2	2.92	0.64	73.00
ดำเนินการตามแผน	39	8	8	2	6.08	4.31	76.00
ตรวจสอบ	39	4	4	1	2.67	0.60	66.75
รวม	39	20	20	10	15.36	2.48	76.80

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งพัฒนา และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการฝึกคิดแก้ปัญหา ด้วยตนเอง โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการ สร้างความสนใจและทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ โดยใช้คำถาม เกมและโปรแกรม GSP จากการจัดกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงคือความรู้ พื้นฐานสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ผู้สอนสามารถใช้คำถาม เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาใหม่ 2) จัด กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยาโดยมีโปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) ชี้นำไตร่ตรองรายบุคคล เป็นการแก้ปัญหา ด้วยตนเองตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลจากการ จัดกิจกรรมพบว่านักเรียนลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาและได้ ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง สอดคล้องกับทศนา แหม่มณี (2551) กล่าวว่า ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและประกอบกิจกรรม ด้วยตนเอง (2) ชี้นำไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย เป็นการอภิปราย

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระดับกลุ่มย่อย ผลจากการจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนสามารถแสดงศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็ม ความสามารถ มีวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม มีความมั่นใจและกล้าแสดงออกมากขึ้น มีความกระตือรือร้นในการ ทำกิจกรรม มีความมั่นใจในตนเองพร้อมนำเสนอผลงานของกลุ่ม ในระดับชั้นเรียนสอดคล้องกับ ชนาธิป พรกุล (2554) ว่าการจัด โอกาสให้นักเรียนออกมาเสนอแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ เพราะการ นำเสนอแต่ละครั้งนักเรียนมีโอกาสร่วมซักถามหาข้ออภิปราย ขัดแย้งด้วยเหตุและผลและ (3) ชี้นำไตร่ตรองระดับชั้นเรียน จากการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความพร้อมในการนำเสนอ ผลงานของตนเองในระดับชั้นเรียน สามารถตอบข้อซักถามและ ชี้แจงเหตุผลให้กลุ่มใหญ่ใน ชั้นเรียนได้ มีความมั่นใจและ กล้าแสดงออกมาก สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ดีผู้เรียน ควรมีโอกาสร่วมแสดงความคิดเห็น หรือซักถามหาข้ออภิปราย ขัดแย้งด้วยเหตุและผลร่วมกัน 3) ชี้นำสรุป เป็นการสรุปกระบวนการ หลักการที่ได้จากการอภิปราย การจัดกิจกรรมพบว่านักเรียน สามารถสรุปแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ใหม่ต่อไปได้ โดยมีครูเป็นผู้ช่วย



สรุปเพิ่มเติม สอดคล้องกับ Judd (พจนานุกรมเมือง. 2556; อ้างอิงมาจาก Judd. 1939) กล่าวว่าการสรุปหลักการ และวิธีการถ่ายโยง การเรียนรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปยังสถานการณ์หนึ่ง ครูสามารถช่วยสรุปเพิ่มเติม ถ้าเห็นว่านักเรียนสรุปได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา 4) ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ เป็นการฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ที่คล้ายคลึง พบว่านักเรียนนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า การทำแบบฝึกหัดจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจที่แท้จริงเรื่องนั้นๆ 5) ขั้นประเมินผล ประเมินความรู้จากการตรวจใบงาน จากการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนจำนวนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 70 สอดคล้องกับ บุชบา พลรัตน์ (2554) และ พจนานุกรมเมือง (2556) ในการประเมินผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนจำนวนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 สามารถทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ทั้งชั้นเท่ากับ 15.41 คิดเป็นร้อยละ 73.37 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 30 คนคิดเป็นร้อยละ 77 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ บุชบา พลรัตน์ (2554) วิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้วิธีสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.40 และมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 79.17 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป และ วิริยะสมร บัวทอง (2557) วิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.99/89.68 ซึ่งสูงกว่า 80/80 ที่ตั้งไว้

3. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.80 แสดงว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนได้ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา มีวิธีคิดอย่างเป็นขั้นตอน มีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่น

ในตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนานุกรมเมือง (2556) วิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งพบว่า นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการวางแผนการทำงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เป็นผู้ที่รู้จักการยอมรับ ความคิดเห็นของผู้อื่นมีความกล้าแสดงออก ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ที่กำหนดกรอบสาระและมาตรฐานการคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ว่าผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ต้องเผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ควรมีความยืดหยุ่นตามความเหมาะสมกับเวลา
2. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้ความรู้ ความคิดและความ สามารถของตน ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ มีการให้กำลังใจ กระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ มาใช้กับนักเรียนกลุ่มเดิมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับสาระพืชคณิต



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีศนา เขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุษบา พลรัตน์. (2554). *การศึกษาศาสนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้วิธีสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ฝ่ายบริหารวิชาการ โรงเรียนขามุนามวิทยาคม. (2557). *สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2557*. อำนาจเจริญ : โรงเรียนขามุนามวิทยาคม.
- พรนภา ราชมงคลเมือง. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชัย พานิชย์สว. (2546). *สอนอย่างไรให้เด็กเก่งแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : พัฒนาวิชาการ (พว.).
- วิริยะสมร บัวทอง. (2557, มกราคม-เมษายน). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์*. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 4(1), 45-52.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559*. กรุงเทพฯ : สหพันธ์พริ้งดำรงค์วัฒนา.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2548). *แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : สสวท.
- _____. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สสวท.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Lawshe, C.H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- Underhill, R.G. (1991). Two layers of constructivist curriculum interaction. In E. von Glaserfeld (ed.). *Radical constructivism in mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands : Kluwer Academic.

Translated Thai References

- Academic administration, Chanuman Withayakhom School. (2014). *Summary of learning achievement in academic year 2014*. Amnat Charoen : Chanuman Withayakhom School. [in Thai]
- Buathong, V. (2014). Development of learning achievement, self-confidence, analytical thinking, and learning attitude among ninth grade students in the learning substance group of work, occupation and technology using constructivist-based learning management. *Journal of Nakhon Phanom University*, 4(1), 45-52. [in Thai]
- Chaicharoen S. (2008). Educational technology: Principle and theory to practice. Khon Kaen : Faculty of Education, Khon Kaen University. [in Thai]



- Khammanee, T. (2008). *Science of teaching*. Bangkok : Chulalongkorn University Printing House. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service (2014). *A report of the result of ordinary national education test (O-NET)*. Bangkok : Ministry of Education. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Board. (1012). *National Economic and Social Development Plan No. 11 B.E. 2555-2559*. Bangkok : Sahamitr Printing and Publishing. [in Thai]
- Phanichsuay, V. (2003). *How to teach children to be good at mathematics problem solving*. Bangkok : Puttana Wichakarn. [in Thai]
- Phonrat, B. (2011). *The study of problem solving ability and learning achievement of eight grade students on ratio and percentage using the instructional model based on constructivist theory with emphasis on Polya's problem solving* (Unpublished master's thesis). Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. [in Thai]
- Phongboriboon, Y. (1994). *Doing research for the development of teaching and learning*. Khon Kaen : Faculty of Education, Khon Kaen University. [in Thai]
- Pornkul, C. (2011). *Teaching of thinking process: Theory and practice*. Bangkok : Chulalongkorn University Printing House. [in Thai]
- Rajrongmueang, P. (2013). *The development of mathematics learning activities using the learning model based on constructivist theory emphasizing Polya's problem solving process on linear equation for seventh grade students* (Unpublished master's thesis). Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2005). *The concept of The Geometer's Sketchpad program and instruction*. Bangkok : Printing House of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. [in Thai]
- _____. (2007). *Mathematical skills/processes*. Bangkok : Printing House of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. [in Thai]
- The Ministry of Education. (2009). *The mathematics learning substance group: A core curriculum of the basic education, B.E. 2551*. Bangkok : Printing House of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. [in Thai]