

ผลของการใช้โปรแกรม **GeoGebra** ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

สุทิน บัณฑิต¹
โรงเรียนนางรองบุรีรัมย์

รับต้นฉบับ: มีนาคม 2558 รับตีพิมพ์: มิถุนายน 2558

บทความวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับ เกณฑ์ร้อยละ 75 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 34 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการสอนจำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนและมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: GeoGebra ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กิจกรรมการเรียนรู้

¹ การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง สุทิน บัณฑิตโรงเรียนนางรองบุรีรัมย์ 19 ถนนณรงค์รักษาเขต ตำบลนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ E-mail: tinmath@hotmail.com

The Effect of Using GeoGebra Software for Mathematics Learning Activity Based on Constructivist Theory on the Topic of Relationship Between Two – Dimensional and Three – Dimensional on Learning Achievement for Matayomsuksa1 Students Nangrong School Buriram Province

Sutin Babphavata¹

Nangrong School

Received: March 2015 Accepted: June 2015

Research Article

The purposes of this research was to study mathematics learning achievement and Compare Achievement The threshold of 75 percent and satisfaction towards Using of GeoGebra software for mathematics learning activity based on constructivist theory on the topic of relationship between two – Dimensional and three – Dimensional for matayomsuksa 1 students. The sample was matayomsuksa1 students of Nangrong school in the academic year 2014. The sample was selected by purposive sampling. The research instruments were 9 lesson plans and 20 items of mathematics learning achievement test with 4 multiple choice and evaluation of satisfaction with the learning activities. The instruments for collecting data means, percentage, standard deviation and t-test were used for the data analysis. The result showed that after teaching was higher than before teaching and was higher than 75% at the .05 level of significance. Also found Level of satisfaction with the learning activities at the most.

Keywords: GeoGebra software, constructivist theory, relationship between two – Dimensional and three – Dimensional, learning activities.

¹Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Sutin Babphavata Nangrong School 19, Narongraksakat Road, Nangrong Province, Thailand. 31110 E-mail: tinmath@hotmail.com

บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้บรรยายอธิบายให้นักเรียนฟัง และยกตัวอย่าง 2-3 ตัวอย่างบนกระดานแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบเรียน นักเรียนต่างคนต่างทำงานไม่ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว คือทำตามตัวอย่างที่ครูสอนมีวิธีการคิดที่ไม่หลากหลาย และไม่กล้าคิดหาคำตอบที่แตกต่างจากครู กิจกรรมไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหรือแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นักเรียนไม่กล้าแสดงออกตามศักยภาพ เกิดความเบื่อหน่ายและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อคณิตศาสตร์ จึงไม่สนใจเรียนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ต่ำ (สุนทรีย์ วงศานาม, 2550) เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ย้อนหลังในปี 2553 - 2555 ในมาตรฐานที่ 3.1 ที่ว่าอธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีคะแนนเป็นร้อยละดังนี้ 84.31, 44.80 และ 14.68 ตามลำดับ จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในมาตรฐานนี้มีแนวโน้มลดลงอย่างมาก จากประสบการณ์ของผู้สอน เนื้อหาเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ มีความยากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากขาดสื่อและนวัตกรรมที่สามารถอธิบายภาพด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการมองโครงสร้าง หรือ รูปสำคัญออกจากรูปที่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ ปัจจุบันมีโปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเรขาคณิต ทั้งในการสำรวจ การตั้งข้อความคาดการณ์และการตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่ไม่เสียค่าลิขสิทธิ์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่าบุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่างกันอาศัยประสบการณ์กับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมโดยมีความสนใจและแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานเมื่อบุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการกลุ่มและได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนดี ส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียน (วรรณทิพาอรอดแรงคำ, 2541)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำโปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอนและการเสนอแนวคิดที่สำคัญ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี ที่มีความสามารถในการสอนเรขาคณิตได้เป็นอย่างดี มีความน่าสนใจ ช่วยให้เข้าถึงและเข้าใจเนื้อหาสาระได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย เรื่อง การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือและการดำเนินการพัฒนาเครื่องมือ แยกตามประเภท ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด วิธีการวัดผลประเมินผลในรายวิชาที่สอน จากเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหา

1.4 ศึกษาข้อช่วยและวิธีการใช้โปรแกรม GeoGebra

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องและเป็นไปตามจุดประสงค์ของแต่ละเนื้อหา จำนวน 9

คาบ

1.6 จัดทำไฟล์สำเร็จรูป จากโปรแกรม GeoGebra

1.7 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่บกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.8 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยการพิจารณาเกี่ยวกับสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ แหล่งเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน และ เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตามข้อ 1.9 ตรวจสอบความถูกต้องของสาระการเรียนรู้ และประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของLikertซึ่งมี 5 ระดับ ตามข้อ 1.8 การประเมินหาค่าเฉลี่ยโดยยึดหลักเกณฑ์คะแนนเฉลี่ย 3.51 ถึง 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ผลปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.00 - 4.67 และ โดยรวมจากการประเมินทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 หมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วไป ทดลองใช้กับนักเรียนห้อง ม.1/4 จำนวน 42 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความชัดเจนของลำดับขั้นตอน ของการจัดกิจกรรม และความเหมาะสมของเวลา

1.12 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ทดลองสอนกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสาม มิติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อโดยมีลำดับการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเทคนิคการสร้างแบบทดสอบที่ดีและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ และสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 35 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ แบบทดสอบ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้น เสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร IOC และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและเทียบเกณฑ์ที่กำหนดโดยถือค่าเฉลี่ยของคะแนน ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นคำนวณค่า IOC ของข้อสอบ ที่ คัดเลือกไว้ได้คะแนนความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่จะทดลองจริง จำนวน 40 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

2.6 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือทำไม่ได้หรือตอบเกิน 1 ข้อให้ 0 คะแนน

2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบแต่ละข้อใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปมีข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 24 ข้อซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.65

2.8 เลือกแบบทดสอบที่เข้าเกณฑ์จำนวน 20 ข้อมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ (r_{cc}) โดยใช้วิธีของ Lovett มีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับ 0.91

2.9 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยโปรแกรมGeoGebra

แบบวัดความพึงพอใจต่อการ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างคำถามจากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยอื่น ๆ ได้สร้างขึ้นรวมถึงงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

3.4 สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อโปรแกรมgeoGebraประกอบการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebraของ ปิยวุฒิ ศรีชนะ (2556) และประเมินผลความพึงพอใจโดยใช้เกณฑ์การประเมินของ สมนึก ภัททิยธนี (2546)

3.5 นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านของภาษา ความถูกต้อง ชี้แนะข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไขและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง

3.6 นำแบบวัดความพึงพอใจ มาปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านของความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ชี้แนะข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และเสนอผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง

3.7 นำแบบวัดความพึงพอใจมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญให้เรียบร้อย

3.8 จัดทำแบบวัดความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปประเมินกับกลุ่มทดลองต่อไป

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยเตรียมผู้เรียนโดยการชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงจุดมุ่งหมายและขั้นตอนในการเรียน เพื่อให้กลุ่มทดลองเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2. อบรมการใช้โปรแกรม GeoGebraเบื้องต้นให้กับนักเรียนเป็นเวลา 1 วัน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. เตรียมกลุ่มทดลอง ให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้โปรแกรม GeoGebraเบื้องต้น ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เกี่ยวข้องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชี้แจงจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่จะจัดตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถกลุ่มละ 4 คนจำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คนจำนวน 2 กลุ่ม ในการจัดกิจกรรมจะใช้นักเรียนกลุ่มเดิมเสมอ

4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

5. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนโดยใช้โปรแกรม GeoGebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ใช้เวลาจำนวน 9 คาบ คาบละ 50 นาที

6. เมื่อสิ้นสุดการเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

7. หลังการเรียนให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจ เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอข้อมูลที่วิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติ มีรายละเอียดจะนำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้โปรแกรม GeoGebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏผล ดังในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้โปรแกรม GeoGebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

การทดลอง	n	X	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	34	9.29	2.381	- 43.192*	.000
หลังเรียน	34	16.97	1.992		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ปรากฏผล ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 (เกณฑ์ 15 จากคะแนนเต็ม 20)

การทดลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
หลังเรียน	34	16.97	1.992	5.768*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏผล ดังตาราง 3

ตาราง 3 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วนักเรียนมีความสุข สนุกสนาน	4.61	0.49	มากที่สุด
2. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วทำให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล	4.79	0.41	มากที่สุด
3. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วทำให้นักเรียนคิดและทำงานอย่างมีระบบ	4.52	0.50	มากที่สุด
4. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.58	0.60	มากที่สุด
5. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.44	0.74	มาก

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อความ	X	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
6. ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ อ่านแล้วเข้าใจง่ายและไม่สับสน	4.41	0.70	มาก
7. นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมจากโปรแกรม GeoGebraเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ได้ด้วยตนเอง	4.55	0.56	มากที่สุด
8. นักเรียนสามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาของ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ได้ด้วยตนเอง	4.41	0.49	มาก
9. การเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากโปรแกรม GeoGebraทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพิ่มขึ้น	4.61	0.55	มากที่สุด
10. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเป็นเรื่องที่น่าสนใจ	4.64	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.56	0.56	มากที่สุด

จากตาราง 3 พบว่า ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($X=4.56$, $S.D. = 0.56$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยข้อที่ 2 เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วทำให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($X=4.79$, $S.D. = 0.41$) รองลงมาคือข้อที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ($X = 4.64$, $S.D. = 0.48$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปราย ดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยแล้วหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

1.1 การใช้โปรแกรม Geogebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นโปรแกรมที่ไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ ช่วยในการอธิบายนักเรียนจะเห็นภาพได้ชัดเจน โดยเฉพาะความแตกต่างของภาพสองมิติและสามมิติสามารถที่จะเข้าใจได้เร็วขึ้นและที่สำคัญยังสามารถจะทดลองปรับค่าต่างๆได้ตามต้องการในลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยที่ครูและนักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้หลากหลาย เพื่ออธิบายให้เห็นภาพและมิติที่ซับซ้อนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ที่กล่าวว่า โปรแกรม Geogebra เป็นหนึ่งในโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นโปรแกรม ที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ ผู้สอนสามารถสร้างและส่งออกไฟล์ในรูปแบบของ java ซึ่งเป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่าง รูปแบบของเนื้อหา ในขณะที่เรียนรู้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Valerian Antohe (2011) ที่กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดการสำรวจและทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการเรียนรู้แบบเดิม และสอดคล้องกับ Lopez (2011) ที่กล่าวว่า การใช้โปรแกรม GeoGebraสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้ 1) โปรแกรม GeoGebraช่วยให้มีวิสัยทัศน์ในการพัฒนาการแก้ปัญหา 2) การเรียนการสอนต้องมีความเข้าใจคำศัพท์ทางเรขาคณิต 3) โปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของรูปร่างที่ไม่สามารถสร้างด้วยกระดาษและดินสอได้ 4) นักเรียนที่เรียนไม่เก่งในวิชาคณิตศาสตร์ อาจมีแรงบัลดาลใจจากโปรแกรม ที่ช่วยในการแก้ปัญหาและมีความรู้คงทนในการแก้ปัญหา 5) โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้สะดวกและนักเรียนสามารถเรียนรู้กับเครื่องมือได้ง่าย

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สร้างขึ้นนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองซึ่งครูจะเป็นเพียงคนจัดกิจกรรมให้และในขณะที่การสอนครูจะใช้คำถามกระตุ้นถามให้มากแล้วให้นักเรียนพยายามตอบคำถามจากนั้นครูจึงค่อยสรุปตามอีกครั้งเพื่อเป็นการทบทวนและที่สำคัญถึงแม้ว่านักเรียนสงสัยหรือทำไม่ได้ครูก็จะไม่ใช่วิธีบอกความรู้ให้นักเรียนโดยตรงแต่จะใช้คำถามถามกลับกระตุ้นให้นักเรียนคิดซึ่งกระบวนการเหล่านี้สำคัญมากเพราะจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จริงๆและมีความรู้จริง ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งนักเรียนได้เสนอและเลือกใช้ชีวิตคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองและมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนตลอดเวลาโดยเฉพาะในชั้นระดมสมองนักเรียนจะช่วยกันเสนอแนวความคิดเพื่อแก้ปัญหาาร่วมกันตลอดจนการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดของครูจะส่งผลให้นักเรียนชอบที่จะคิดแก้ปัญหาด้วยกัน สอดคล้องกับ ไพจิตรสดวกการ (2539) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการ ถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตอนต้นที่เรียนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 สอดคล้องกับ สาริศจันทร์แรม (2548) ได้ศึกษาผลของการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่องเศษส่วน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สอดคล้องกับ อรุณ มาวัว (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน จากการศึกษาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติสามมิติน่าสนใจ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ และโปรแกรม GeoGebra เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียน เกิดความกระตือรือร้น ดึงดูดความสนใจ เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ได้ด้วยตนเอง นำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ต่าง ๆ ทั้งนี้โปรแกรม GeoGebra สามารถสร้างกิจกรรมได้เพิ่มเติมนอกจากสื่อที่ผู้สอนได้จัดทำไว้ในตอนแรก จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยะวุฒิ ศรีชนะ(2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมGeoGebraและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อนโยบายกำหนดการเชิงเส้นและการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมGeoGebraผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมGeoGebraมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดการเรียนการสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมGeoGebraที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อนโยบายกำหนดการเชิงเส้นและการจัดการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมGeoGebraในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรพัฒนาการใช้โปรแกรม GeoGebra ในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยให้คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับสื่อการสอนอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สัจจารักษ์ ลาตสูงเนิน ผศ.วณา กองอินทร์ นางสาวณอมศรี สมานชาติ นายวรารุช บุตรรัตน์ และ ดร.ณพฐ์ โสภีพันธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาตรวจสอบคุณภาพและให้ข้อคิดเห็นในการจัดทำเครื่องมือในการวิจัย บทความนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ประจำปีการศึกษา 2557

เอกสารอ้างอิง

- ปิยะวุฒิ ศรีชนะ. (2556). ชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมGeoGebraสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 29 ณ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงจังหวัดเชียงใหม่. [Online].www.mfu.ac.th/division/graduate/NGRC29th/PDF/PDF-ST/.../300.pdf. [2556, พฤศจิกายน 8].
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). “ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)”. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 35(101): 7-12.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *สสวท*, ปีที่ 41, หน้า 13.
- สุนทรีย์ วงศานาม. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรงโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สาริศา จันทรธรม. (2548). ผลของการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เรื่องเศษส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรุณ มาวิน. (2549). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ศษ.ม.ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Lopez Chavez. (2011). Using GeoGebra in Secondary Mathematics. University of Missouri-Columbia. College of Education. Department of Learning, Teaching, and Curriculum. [Online]. Available <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/10367/UsingGeoGebraSecondary.pdf?sequence=1>. [2013, August 20]
- Mohsen. (2002, June). A Comparison of the Effectiveness of Computer Assisted.
- Valerian Antohe. (2009). GeoGebra software in teaching-learning process. Baharvand,