

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development of Mathematics Learning Activities by Using GeoGebra Program On Topic Sequences and Series for Grade 11 Students

ฉลาด สายสินธุ์¹ มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ² และ นิภาพร ชุตินันต์³

Chalard Saisin¹ Maliwan Tunapan² and Nipaporn Chutiman³

(Received: September 7, 2018; Revised: October 12, 2018; Accepted: October 18, 2018)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนี ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการ เรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรากับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อศึกษาความคงทน ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัด กาฬสินธุ์ จำนวน 83 คน จาก 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เพื่อใช้ เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 43 คน และเป็นกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แต่ละ แบบทำการสอนแผนละ 1 ชั่วโมง จำนวน 18 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 30 ข้อ มีค่าความยาก (p) รายข้อตั้งแต่ 0.54 – 0.76 มีค่าอำนาจจำแนก (B - index) รายข้อตั้งแต่ 0.22 – 0.61 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการ

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ M.Ed. student, Mathematics Education Program, Faculty of Science, Mahasarakham University

² Asst. Prof, Department of Mathematics, Faculty of Science, Mahasarakham University

³ Assoc. Prof, Department of Mathematics, Faculty of Science, Mahasarakham University

เรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.22 – 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ E1/E2, E.I. และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t - test (independent samples) และ t - test (dependent sample)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.28/78.84 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6408 หรือ คิดเป็นร้อยละ 64.08
3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคงทนในการเรียนรู้
5. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37, S = 0.58)

คำสำคัญ ลำดับและอนุกรม จีโอจีบรา ความพึงพอใจ

Abstract

The purposes of this study were to 1) develop learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students to meet the efficiency criterion of 75/75, 2) study the effectiveness index of the learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students, 3) compare the achievement of the students who learned with the learning activities using GeoGebra and the students who learned with the traditional learning activities, 4) study learning retention of the students who learned with the learning activities using GeoGebra and 5) study the satisfaction of the students who learned with the learning activities using GeoGebra. The sample consisted of 83 students from 2 classes in grade 11 of Buakhao School, Kuchinarai District, Kalasin Province, in the second semester of the academic year 2017, obtained through cluster random sampling; 43 students from Group 3 were in the experimental group while 40 students from Group 4 were in the control group. The instruments in this study comprised 18 plans of organizing learning activities using GeoGebra and 18 traditional plans of organizing learning activities. The allotted time for each plan was 1 hour; a 4-choice learning achievement test containing 30

items, with item difficulty (p) ranging from 0.54 to 0.76, item discrimination (B-index) ranging from 0.22 to 0.61, the total reliability of 0.86; and a questionnaire inquiring the satisfaction with the learning activities using GeoGebra, containing 20 questions, with item discrimination (r_{xy}) ranging from 0.22 to 0.68 and the total reliability of 0.76. The statistics employed in the analysis of data were the arithmetic mean, percentage, standard deviation, E1/E2, E.I. The statistics used in hypothesis testing were t-test (independent samples) and t-test (dependent samples).

The results of this study were as follows:

1. The learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students had the efficiency of 88.28/78.84 which passed the defined 75/75 efficiency criterion.
2. The effective index of the learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students was 0.6408 or 64.08%
3. The students who learned with the learning activities using GeoGebra had the learning achievement higher than the students who learned with the traditional learning activities, with statistical significance at the .05 level.
4. The students who learned with the learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students maintained their learning retention.
5. The students who learned with the learning activities using GeoGebra on the topic of Sequences and Series for grade 11 students, as a whole, were satisfied at a high level ($X^2 = 4.37$, $SD = 0.58$).

Keywords: sequence and series, GeoGebra, satisfaction

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วน และรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ด้วยลักษณะของคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจยาก จึงทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายที่จะเรียนรู้ ยิ่งกว่านั้นในห้องเรียนส่วนใหญ่ ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความ

แตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนนักเรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นความรู้พื้นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง (ฟาฏินา วงศ์เลขา, ม.ป.ป.) ดาเรียส มาเจอร์ค (Majerek, 2014) กล่าวถึงอุปสรรคในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า การสอนความคิดรวบยอดโดยขาดการแสดงภาพอย่างเพียงพอ การเขียนกราฟของฟังก์ชันโดยใช้เพียงกระดาษ วัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนไหวไม่เอื้อต่อการสร้างความรู้ใหม่ ๆ จากผลสอบของนักเรียนชั้น ม. 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 ถึงปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์พบว่าผลสอบวิชาคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้พีชคณิตคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังต่ำกว่าคะแนน ในสาระอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่ จากรายงานผลสัมฤทธิ์ของโรงเรียนบัวขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 - 2558 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวขาวมีผลการเรียนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ สาเหตุอาจเกิดจากการใช้สื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยังไม่เพียงพอ อาจเกิดจากธรรมชาติและลักษณะของวิชา เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกล่าวคือ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ส่งเสริมประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือทำ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ เกิดความคิดที่ต่อเนื่อง ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างบทเรียนกับสิ่งแวดล้อม ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ลดเวลาเรียนรู้ สื่อบางอย่างใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามความสนใจ และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีการพัฒนาให้ทันสมัยและใช้งานได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนการสอนในหลากหลายสาขาวิชา การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านสื่อเทคโนโลยีได้ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้มีการนำมาใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและระดับช่วงชั้น ซึ่งส่งผลในทางบวกช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ครูสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้ทั้งครูเป็นผู้นำมาใช้เอง เป็นผู้อำนวยความสะดวกและแนะนำการใช้ให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ (Majerek, 2014)

โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป มีศักยภาพที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการทดลองทางคณิตศาสตร์ การสำรวจ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงเรขาคณิต พีชคณิต และสเปรดชีต (spread sheet) เข้าด้วยกัน และเป็นพลวัตเต็มรูปแบบ (Hohenwarter & et al, 2018) โปรแกรมสามารถแสดงทั้งองค์ประกอบเชิงพีชคณิต เชิงจำนวน แสดงพิกัด สมการ หรือ สมการอิงพารามิเตอร์ องค์ประกอบเชิง

เรขาคณิตเป็นชุดวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบเชิงพีชคณิต โดยองค์ประกอบทั้ง 2 ชนิดสามารถแก้ไขได้โดยตรงจากผู้ใช้งาน องค์ประกอบเชิงพีชคณิตอาจสามารถแก้ไขโดยการใช้แป้นพิมพ์ แล้วองค์ประกอบเชิงเรขาคณิตก็จะเปลี่ยนแปลงแบบสอดคล้องกัน ทำให้ขอบเขตความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมความเข้าใจในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถใช้งานออนไลน์ได้ รองรับได้หลายระบบปฏิบัติการ รองรับได้หลายภาษา (Preiner, 2008) รวมทั้งภาษาไทยด้วย ดาเรียส มาเจเรค (Majerek, 2014) กล่าวว่า ซอฟต์แวร์จีโอจีบรา มีลักษณะเด่นคือ ใช้งานได้ฟรี หน้าตามีความชัดเจน และง่ายต่อการเข้าใจ รองรับได้หลายภาษา สามารถนำไปใช้งานบนเว็บไซต์ได้โดยใช้ โปรแกรม JavaScript สามารถบันทึกไฟล์ไปใช้งานได้หลายนามสกุล รองรับการทำงานกับโปรแกรม LaTeX วัตถุทุกอย่างเป็นพลวัต เป็นต้น นอกจากนี้มีความสามารถพื้นฐานในการวาดภาพ เส้น เขียนกราฟของฟังก์ชัน คำนวณและวัดมุม หาจุดสัมผัสกราฟของเส้นตรง หาพื้นที่ ความยาวเส้นรอบวงวงกลม หาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน หาอนุพันธ์ และ ปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชัน สามารถใช้เป็นเครื่องคิดคำนวณขั้นสูง สามารถสร้างและรองรับการดำเนินการของเวกเตอร์ และเมทริกซ์ รวมทั้งสามารถแก้ระบบสมการเชิงเส้นได้ ส่งผลให้โปรแกรมจีโอจีบราได้รับรางวัลระดับนานาชาติมาแล้วมากมาย

จากผลการนำโปรแกรมจีโอจีบราไปจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราหลังเรียนกับหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 8 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ มีนักเรียนทั้งหมด 336 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว จาก 2 ห้องเรียน รวม 83 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

- 1) สุ่มห้องเรียนมา 2 ห้อง โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)
- 2) สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีจับฉลากจาก 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.5/3 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และห้อง ม.5/4 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินโดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตั้งแต่ 4.17 – 4.95 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 3.50 – 5.00

2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินโดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตั้งแต่ 4.70 – 4.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 3.50 – 5.00

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตั้งแต่ 0.67 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 – 1.00 จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไปทดลองใช้ (try - out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 พบว่าข้อสอบมีค่าความยากรายข้อ (p) ตั้งแต่ 0.54 - 0.76 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.20 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B - index) ตั้งแต่ 0.22 - 0.61 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.20 - 0.80 (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2556) และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 คำนวณโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

2) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เท่ากับ 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 - 1.00 จากการนำแบบวัดความพึงพอใจไปทดลองวัดกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับที่นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราไปทดลองใช้ (try - out) พบว่าข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.22 - 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 คำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (cronbach's alpha coefficient)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัย ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างและนักเรียนกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน (pre - test) แล้วบันทึกผลคะแนนที่ได้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

3.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บรวบรวมคะแนนในแต่ละแผนจนครบ 18 แผน

3.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับนักเรียนกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บรวบรวมคะแนนในแต่ละแผนจนครบ 18 แผน

3.4 หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียน (post - test) โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนแล้วบันทึกผลคะแนนที่ได้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1

3.5 วัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.6 หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงแล้วอีก 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียน (post - test) ครั้งที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 แล้วบันทึกผลคะแนน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัย ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 หาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า E_1/E_2 เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด คะแนนคุณลักษณะ และแบบทดสอบย่อย 4 ครั้ง และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1

4.2 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ (independent samples)

4.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างหลังเรียนกับหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ (dependent sample)

4.5 หาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจรายข้อ รายด้าน และรวมทุกด้านของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย และคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคำนวณค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (E_1/E_2)

ประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนน		คิดเป็นร้อยละ
		เต็ม	ที่ได้	
ประสิทธิภาพของกระบวนการ(E_1)	43	2,150	1,898	88.28
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	43	1,290	1,017	78.84
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 88.28/78.84				

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด คะแนนคุณลักษณะ และคะแนนแบบทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนทั้ง 43 คน เท่ากับ 1,898 จากคะแนนเต็ม 2,150 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.28 และคะแนนรวมจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 43 คนเท่ากับ 1,017 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1,290 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.84 คะแนน ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ $88.28/78.84$ ซึ่งผ่านเกณฑ์ $75/75$ ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมทดสอบ		ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
43	1,290	530	1,017	0.6408

จากตาราง 2 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6408 หรือ คิดเป็นร้อยละ 64.08

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	SD	df	t	p
กลุ่มทดลอง	43	23.65	2.298	81	2.039*	.045
กลุ่มควบคุม	40	22.58	2.510			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	SD	df	t	p
หลังเรียน	43	23.65	2.298	42	1.950	.058
หลังเรียน 2 สัปดาห์	43	23.42	1.979			

จากตาราง 4 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 หรือนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีความคงทนในการเรียนรู้

ตอนที่ 5 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

ลำดับที่	ด้าน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	ด้านเนื้อหา	4.32	0.61	มาก
2	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.28	0.69	มาก
3	ด้านสื่อการเรียนรู้	4.40	0.49	มาก
4	ด้านการวัดผลประเมินผล	4.46	0.50	มาก
	รวมทุกด้าน	4.37	0.58	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37) จากการพิจารณารายด้านพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลประเมินผลอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37, 4.28, 4.40 และ 4.46 ตามลำดับ)

อภิปรายผล

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.28/78.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ รัตน์ศุวณต์ดา ชันธุแสง (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 75.13/72.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ สุขหา เพ็ญจันทร์ (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 78.11/76.13 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ ดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 79.12/76.84 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

สาเหตุอาจเกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราได้ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบถูกต้องตามขั้นตอน ได้ผ่านการแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรามีค่าเฉลี่ยจากการประเมินระหว่าง 4.17 – 4.95 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้คือ 3.50 – 5.00 รวมทั้งมีการนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ทำให้พบจุดที่ต้องแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.08 สอดคล้องกับ รัตนศัญญาดา ชันธุแสง (2555) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6642 สอดคล้องกับสุกษา เพ็ญจันทร์ (2555) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6319 และสอดคล้องกับ ดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรามีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6410

3. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับคำกล่าวของ ดาเรียส มาเจอร์ค (Majerek, 2014) ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และสื่อเทคโนโลยีซึ่งส่งผลในทางบวกช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) สอดคล้องกับ รัตนศัญญาดา ชันธุแสง (2555) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับสุกษา เพ็ญจันทร์ (2555) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ ดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ นพด อุณหศิริกุล (2558) พบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับโรยาดิ และคณะ (2010) พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ ชาดานันและกวนยู (2013) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ นาซียาตุลฮานานห์และเนอเปีย (2014) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สาเหตุอาจเกิดจากสาเหตุอาจเนื่องมาจากสื่อจีโอจีบรามีภาพเคลื่อนไหว สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้นสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดาเรียส มาเจอร์ค (2014) ว่าการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้ วัตถุที่มีการเคลื่อนไหว เอื้อต่อการสร้างความรู้ และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ รัตนศุภญาณ์ดา ชันธุแสง (2555) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความคงทนในการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ สุภษา เพ็ญจันทร์ (2555) พบว่านักเรียนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีความคงทนในการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ วิภาพร ทิพย์รักษาและไพรินทร์ สุวรรณศรี (2560) ได้ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา รายงานและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก สอดคล้อง รัตนศุภญาณ์ดา ชันธุแสง (2555) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับสุภษา เพ็ญจันทร์ (2555) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี โดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ ดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ ชยุดม ลือธีรพันธ์ (2558) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบราโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ สุทิน บัณฑิตา (2558) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ อธิภูมิ พาสงค์ (2559) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ ชาตานันท์และกวนยู (2013) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ นาซีฮาตุลฮาซานาห์และเนอเบีย (2014) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สาเหตุอาจเนื่องมาจากสื่อโปรแกรมจีโอจีบรามีการเคลื่อนไหวดึงดูดความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนจากสื่อโปรแกรมอย่างเพียงพอ ประกอบกับครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามและอภิปรายในชั้นเรียน มีการแจ้งผลการประเมินอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1 ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อจีโอจีบราและเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น
- 1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราควรคำนึงถึงเรื่อง อุปกรณ์ในการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เช่น มีสมาร์ตโฟน หรือ คอมพิวเตอร์อาจไม่เพียงพอ หรือ ไม่มีอินเทอร์เน็ต เป็นต้น หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างครูและนักเรียน หรือ เน้นครูเป็นหลัก ควรเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา และมีการเผื่อเวลาสำหรับการจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อจีโอจีบราไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น เรขาคณิตวิเคราะห์ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม อนุพันธ์ของฟังก์ชัน กำหนดการเชิงเส้น เป็นต้น เนื่องจากเนื้อหาเหล่านี้เอื้อต่อการใช้ความสามารถพื้นฐานของโปรแกรมจีโอจีบรา

2.2 ควรมีการนำโปรแกรมจีโอจีบราไปบูรณาการกับการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ชยุตม์ ล้อธีรพันธ์. (2557). การเปรียบเทียบการใช้ โปรแกรม GSP กับโปรแกรม GeoGebraประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6* (หน้า 137–145). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ดอกเกตุ ดวงโสมมา. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นพดล อุณหศิริกุล. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล.” *การประชุมวิชาการระดับชาติ “มสธ วิจัย” ประจำปี 2559* (หน้า 914–920). สุโขทัย: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฟาฏินา วงศ์เลขา. (2553). *การเรียนคณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม*. [ออนไลน์]. Retrieved August 25, 2016, from <http://social.obec.go.th/node/22>
- รัตนศุภญาณ์ดา ชันธุแสง. (2555). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิภาพร ทิพย์รักษา, ไพรินทร์ สุวรรณศรี. (2560). การศึกษาความเข้าใจและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโปรแกรม GeoGebra.

- The 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017)* (หน้า 1– 8). Chiang Mai: Department of Mathematics, Faculty of Science, Chiang Mai University.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพมหานคร: 3 – คิว มีเดีย.
- สุทิน บัณฑิต. (2558). ผลของการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารครูพิบูล*, ฉบับพิเศษ, 50–61.
- สุกษา เพ็ญจันทร์. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อธิภูมิ พาสก์. (2560). การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *การประชุมวิชาการระดับชาติคุรุศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น สู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21* (457–466).
- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172(2007), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
- Hohenwarter, M., & et al. (2018). การนำซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์เชิงพลวัตชั้นนำของโลกและสื่อการเรียนรู้มามอบให้กับนักเรียนและครูทุกที่ทั่วโลก. Retrieved from <https://www.geogebra.org/about?ggbLang=th>
- Majerek, D. (2014). Application of Geogebra for Teaching Mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51–54. <https://doi.org/10.12913/22998624/567>
- Preiner, J. (2008). *Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teachers : the Case of GeoGebra*. Dissertation in Mathematics Education, Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg.
- Saha, R. A., Ayub, A. F. M., & Tarmizi, R. A. (2010). The effects of GeoGebra on mathematics achievement: Enlightening Coordinate Geometry learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(5), 686–693. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.095>
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of Using Geogebra on Students' Understanding in Learning Circles. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1–11.