



Research Article

Improving Mathematical Achievement on Geometric Transformation for Grade-8 Students Using 5Es Inquiry-Based Learning and GeoGebra

Papawit Pitasing^{1,*}, Paweena Khansila² and Papaporn Nongharnpituk²

¹Bachelor of Education Program in Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

²Department of Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

*Email: Papawit.pi@ksu.ac.th

Received <27 December 2023>; Revised <29 March 2024>; Accepted <9 April 2024>

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop mathematical achievement on geometric transformations of Grade 8 students by using 5Es inquiry-based learning and GeoGebra to achieve a criterion of 70 percent; 2) compare mathematical achievement of students before and after the learning management; and 3) study students' satisfaction after learning management. The samples include 33 Grade 8 students studying in the first semester of the academic year 2023 at Khaowongpittayakhan School, which were obtained from cluster sampling. The research tools were 3 lesson plans, a 4-choice multiple-choice achievement test which consists of 10 questions, and a satisfaction questionnaire containing 15 questions. Statistics used in data analysis include mean, standard deviation, percentage, and hypothesis testing using statistics (t-test). The research found that 1) students' mathematical achievement after learning had an average score of 74.85 percent, which is higher than the 70 percent at .05 level of statistical significance; 2) mathematical achievement after studying was significantly higher than before studying at the .05 level; and 3) students' satisfaction after learning through 5Es inquiry-based learning and GeoGebra in overall is at a high level ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.91).

Keywords: Mathematical achievement, 5Es Inquiry-based learning, GeoGebra, Geometric transformation

บทความวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

ปภาวิษฐ์ ปิตะสิงห์^{1*} ปวีณา ชันธศิลา² และประภาพร หนองหารพิทักษ์²

¹ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

²สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: Papawit.pi@ksu.ac.th

รับบทความ: 27 ธันวาคม 2566 แก้ไขบทความ: 29 มีนาคม 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 9 เมษายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย เลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ จำนวน 1 ฉบับ มีข้อความทั้งหมด 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ การทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.33, S.D. = 0.91)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) GeoGebra การแปลงทางเรขาคณิต

บทนำ

คณิตศาสตร์นับว่าเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ และผูกพันกับมนุษย์มานาน อีกทั้งยังมีความจำเป็นในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล มีทักษะในการคิดคำนวณ และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และอื่น ๆ (Ministry of Education, 2017) ถึงแม้คณิตศาสตร์จะมีความสำคัญแต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังคงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ จะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับ (O-NET) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ปีการศึกษา 2563 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศ คือ 25.46 คะแนน ปีการศึกษา 2564 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศ คือ 24.47 คะแนน และล่าสุดปีการศึกษา 2565 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศ คือ 24.39 คะแนน ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยต่ำลงอย่างต่อเนื่อง (National Institute of Educational Testing Service, 2020-2022)

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างแท้จริง โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และการวัดประเมินผลก็ต้องทำให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การประเมินตามสภาพจริงเพื่อช่วยสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) จากการศึกษากิจกรรมการใช้โมเดลแบบสืบเสาะ 5Es จะนำผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน การจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียน สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา จากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสนใจของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำสนับสนุน สามารถช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์ได้ปฏิบัติงานร่วมกัน และรู้จักรับผิดชอบงานในหน้าที่ที่ตนรับผิดชอบ ทำให้นักเรียนจดจำบทเรียนได้ดี (Duangnak, 2022) และนักเรียนสามารถค่อย ๆ ปรับปรุงการคิดและความเข้าใจแนวความคิดของตนเอง กระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับรายวิชาได้ ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยเสริมสร้างการสืบค้นหาข้อมูล การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสมเหตุสมผล และผู้เรียนยังได้อธิบายความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ตนศึกษา ครูสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมให้เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถวัดความรู้ ระดับความเข้าใจ และความเข้าใจผิดที่อาจเกิดขึ้นผ่านการเรียนรู้ (Owusu, Adu and Kwakye, 2022)

โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในการเรียนรู้ ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้หลากหลายเรื่อง เช่น เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส รูปวงกลม ส่วนตัดของวงกลม โปรแกรม GeoGebra สามารถดำเนินการสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ ซึ่งเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่า รวมถึงรูปร่างของสื่อได้อย่างอิสระ เพื่อหารูปแบบที่ผู้เรียนสนใจ และเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ (Uthit, 2014) นอกจากนี้ Zulnadi, Oktavika and Hidayat (2020) ได้แสดงให้เห็นในการศึกษาผลเชิงบวกของการใช้ GeoGebra ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเน้นย้ำว่า การใช้ GeoGebra สามารถทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการศึกษาคณิตศาสตร์ เพิ่มปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และยังเป็นสื่อสำคัญทางเทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านการศึกษา

จากเหตุผลดังกล่าว ส่งผลให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการตั้งสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และสร้างสถานการณ์ปัญหา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา โดยให้นักเรียนศึกษาปัญหาตามหัวข้อที่สนใจ ผ่านโปรแกรม GeoGebra วางแผนแบ่งหน้าที่การค้นหา และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูล มาวิเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาไปแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น และ 5) ขั้นประเมินผล ประเมินว่านักเรียนมีความรู้รอบั้ว โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อที่จะปรับการเรียนและเปลี่ยนวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน ให้มีความน่าสนใจ เร้าความสนใจ เสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสุขในการเรียน เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (The One Group Pretest Posttest Design) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest
E	O ₁	X	O ₂

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

O₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง

O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง

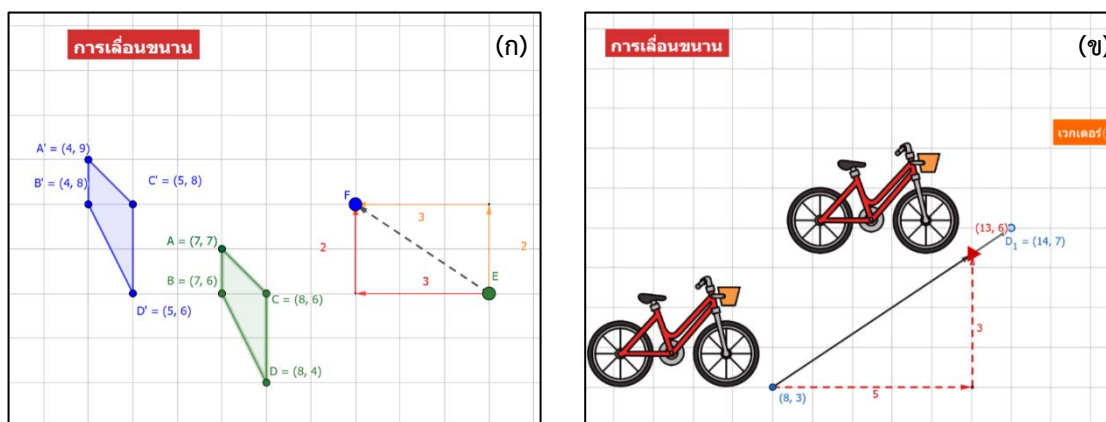
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 มีจำนวนห้องทั้งหมด 4 ห้อง จำนวนนักเรียน 138 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 33 คน โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra จำนวน 3 แผน แผนละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 9 คาบ และมีเนื้อหาสาระประกอบด้วย การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน ตัวอย่างของสื่อการสอนในแผนการเรียนรู้ที่ 1-3 แสดงในภาพที่ 1-3 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 สื่อการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเลื่อนขนานหลายจุด (ก) และภาพการเลื่อนขนาน (ข)

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านครูผู้สอน ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 18 ข้อ เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน โดยมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 และคัดเลือกใช้จริงจำนวน 15 ข้อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

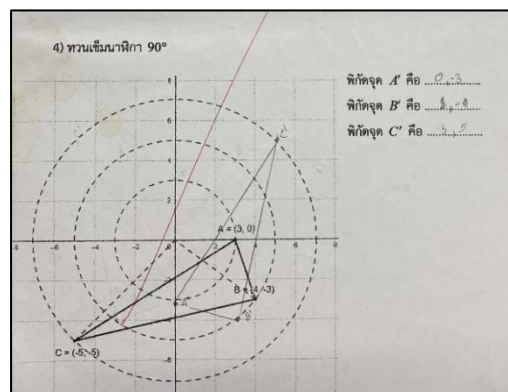
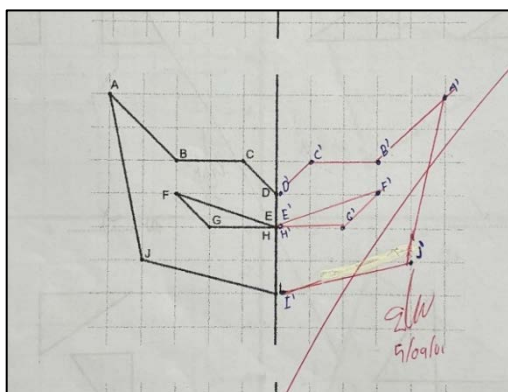
ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 33 คนที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงจุดประสงค์ ชี้แจงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 แผน แผนละ 3 คาบ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ แสดงในภาพที่ 4-5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบฝึกหัด เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

จากภาพที่ 4 พบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านโปรแกรม GeoGebra สามารถนำเสนอในหัวข้อที่ตนสนใจ พร้อมทั้งสรุป สมมติเหตุการณ์ และสื่อความหมายได้ และภาพที่ 5 นักเรียนสามารถระบุพิกัดของคำตอบในการลากเส้นและจุด โดยใช้วิธีการสะท้อน และการหมุน จากโจทย์ที่กำหนดให้ได้

4.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

4.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for one sample)

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for dependent Samples)

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ให้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ให้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for one sample) ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	33	10	7.48	1.42	74.85	1.97*	.03

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.85 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for dependent Samples) ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	33	10	4.24	2.24	11.49*	.00
หลังเรียน	33	10	7.48	1.42		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra พบว่าการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.24 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.42 ซึ่งจากการใช้สถิติทดสอบพบว่า t-test เท่ากับ 11.49 ซึ่งสูงกว่าค่าวิกฤต แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยสถิติพื้นฐาน จากนั้นแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านครูผู้สอน			
1. ครูจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน	4.24	0.99	มาก
2. ครูให้ออกาสักเรียนซักถามปัญหาและวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา	4.36	0.82	มาก
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.42	0.74	มาก
4.. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และร่วมกันอภิปราย	4.39	0.89	มาก
5. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามเทคนิคการจัดการเรียนรู้	4.36	0.92	มาก
6. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน	4.52	0.87	มากที่สุด
7. ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกายและการพูดจาเหมาะสม	4.70	0.68	มากที่สุด
ด้านการจัดการเรียนรู้			
8. เนื้อหาที่สอนทันสมัยนำไปใช้ได้จริง สอดคล้องกับบริบทชีวิตประจำวัน	4.12	0.96	มาก
9. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra มีความสนุกและน่าสนใจ	4.18	1.04	มาก
10. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra สามารถสร้างความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน	4.12	1.04	มาก
11. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากห้องสมุด อินเทอร์เน็ตหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ	4.24	1.02	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล			
12. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า	4.15	1.08	มาก
13. ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม	4.58	0.74	มากที่สุด
14. การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในชั้นเรียน	4.42	0.74	มาก
15. เกณฑ์การวัดประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาและเกณฑ์การวัดไม่ยากเกินไป	4.39	0.86	มาก
รวม	4.33	0.91	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.91) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ ด้านครูผู้สอน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$, S.D. = 0.84) รองลงมา คือ ด้านการวัดและประเมินผลมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x} = 4.39$, S.D. = 0.88) และด้านการจัดการเรียนรู้มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 1.01) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษามูลค่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5Es ร่วมกับ GeoGebra มีขั้นค้นหาความรู้ ที่เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการค้นหาคำตอบ โดยมีกระบวนการทางความคิด การมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนมีทักษะการค้นคว้าด้วยตนเอง และการได้เรียนรู้ผ่านโปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เห็นภาพอย่างชัดเจน มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ มีการจดจำผ่านรูปภาพ มีความเข้าใจในการลงมือปฏิบัติ และสามารถนำการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่งผลให้มีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Janngam and Suanpradit (2021) ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติใช้โปรแกรม GeoGebra ในการคลิกเพิ่ม ลดจำนวน สมการตามที่ต้องการ และใช้โปรแกรม GeoGebra ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อที่จะตอบคำถามจากใบกิจกรรม ทำให้เห็นความสัมพันธ์ผลลัพธ์สามารถสรุปหลักเกณฑ์ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ให้ผู้เรียนยอมรับในการทดลองของสมการจากสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้กระบวนการคิดหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจนสามารถอธิบายและสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ไปสู่การปฏิบัติ ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาพื้นฐานของตนเองในเชิงรูปธรรมก่อนแล้วค่อย ๆ พัฒนาการเรียนรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Nomaya and Chaiyapan (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้น (5Es) มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากกิจกรรมที่หลากหลาย น่าสนใจ และมีขั้นขยายความรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้มากที่สุด เป็นลักษณะของการศึกษาปัญหาหรือศึกษาสถานการณ์ จำเป็นต้องใช้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาว่ามีได้หลากหลายวิธี มีความแตกต่างกันให้มากที่สุด มีความแปลกใหม่ตามระยะเวลาที่กำหนดให้ และจัดกิจกรรมให้อยู่ในบรรยากาศที่สนุกสนาน ปลดปล่อยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นมากที่สุด ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ มีความรับผิดชอบต่อกลุ่มและงานของตนเอง ถ้าแสดงความคิดเห็น สอดคล้องกับ Hongthong, Lekkathat and Prateep (2023) ได้ศึกษามูลค่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อการคิดเชิงเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการดำเนินการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนออกแบบการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลผลคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน มีตัวอย่างที่สามารถจับต้องได้ ทำให้ผู้เรียนมีแนวความคิดที่เป็นระบบ มีการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง มีการลงมือปฏิบัติ และการจดจำทั้งรูปภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่ดี มีการจำอย่างเป็นระบบ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Negara *et al.* (2022) GeoGebra สามารถรองรับการแสดงผลแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบมัลติมีเดียหรือการแสดงผลหลายรูปแบบได้ใน GeoGebra มีหน้าต่างสำหรับการแสดงพีชคณิต (การวิเคราะห์) การแสดงภาพ (กราฟิก) และการแสดงตัวเลขในรูปแบบของสเปรดชีต นอกจากนั้น GeoGebra ยังใช้งานง่ายมากอีกด้วยการใช้งานคือการคลิกแล้วคลิก ไม่มีการเขียนโปรแกรม นักเรียนสามารถใช้พีเจอร์รี่เพื่อดูแนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันจำกัดจากมุมต่าง ๆ และใช้ประโยชน์จากจุดแข็งเพื่อทำความเข้าใจฟังก์ชันเหล่านี้ให้ดีขึ้น การโต้ตอบทั้งหมดนี้เกิดขึ้น ‘สด’ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังนั้นนักเรียนจึงไม่ต้องรอนานเพื่อดูว่าคำตอบที่พวกเขาให้นั้นถูกหรือผิด และสถานการณ์การเรียนรู้สามารถจูงใจนักเรียนเมื่อเรียนในสถานการณ์โควิด-19 ได้ สอดคล้องกับ Kheawwan *et al.* (2021) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ประกอบกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้ดำเนินการเป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาผ่าน Line, Google for Education, Youtube และการได้ลงมือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ส่งผลให้ภาพรวมของคะแนนหลังเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Quinong, Sokhuma and Plangprasopchok (2021) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียน ได้ความสนุกสนาน ความกระตือรือร้น สนใจในการเรียนมากขึ้น และนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ถ้าแสดงความคิดเห็น ความพึงพอใจ ถ้าตัดสินใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการพัฒนาการเรียนรู้หลังการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

3. ความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นการจัดการเรียนรู้ตามความสนใจของนักเรียน มีการศึกษาร่วมกัน ทำให้ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนชอบกับเพื่อนที่ชอบในสิ่งที่เหมือนกัน และ GeoGebra เป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่แปลกใหม่ ทำให้นักเรียนมองภาพการแปลงทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจนขึ้น เกิดความสนุกสนาน ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียนสูงสุด คือ ด้านครูผู้สอน เนื่องจากความเข้าใจผู้เรียนพูดจาเหมาะสมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ให้คำแนะนำ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และมีประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของนักเรียนที่ต่ำที่สุดคือ ด้านการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนบางส่วนยังคงสับสนการใช้โปรแกรม เกิดความล่าช้าในการเรียนรู้ ครูคอยแนะนำและช่วยเหลือในการใช้โปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับ Janprieng, Wareebor and Kerdthong (2023) ศึกษาการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และการจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นตอน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นตอน เป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีกิจกรรมให้สะท้อนถึงความต้องการในการพัฒนาผู้เรียน เน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง มีการสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม การเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต กระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ท้าทายและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย และครูผู้สอนต้องใจกว้างยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Watcharothai (2022) ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนสามารถวาดกราฟของวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลาได้รวดเร็ว หาคำตอบได้ง่ายขึ้น นักเรียนได้ทดลองและเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนาน ใฝ่เรียนรู้ กล้าแสดงความคิดเห็น และสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล สอดคล้อง Saduakdee *et al.* (2023) ศึกษาผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก เนื่องจากการใช้โปรแกรม GeoGebra ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพที่ได้จากการแปลงทางเรขาคณิตที่เป็นรูปธรรม ช่วยอธิบายให้เข้าใจมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนานกับการทำกิจกรรม ส่งผลให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.09 สูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.24 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.91)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นเนื้อหารายวิชาที่มีหัวข้อย่อยที่หลากหลาย เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เลือกศึกษาตามความสนใจของตนเอง และควรควรจัดระยะเวลาในแต่ละขั้นการเรียนรู้ไว้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ครบถ้วนสมบูรณ์ และระยะเวลาที่ไม่ยาวนานจนเกินไป
2. ในการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรจัดเตรียมอุปกรณ์สอนให้พอเหมาะกับจำนวนของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ครบทุกคน ไม่ให้เกิดความล่าช้าในการจัดการเรียนการสอน และควรเช็คอุปกรณ์ก่อนใช้จริงเสมอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาโปรแกรม GeoGebra เพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะสามารถประยุกต์การใช้โปรแกรมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย

2. ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับ GeoGebra ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศในการเรียนที่สนุกสนานแตกต่างไปจากเดิม และช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนในห้องเรียน มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเองมากขึ้น รวมทั้งการทำงานร่วมกับผู้อื่นยังช่วยเพิ่มทักษะในการตัดสินใจของนักเรียนอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงในความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทวัญ เริ่มสูงเนิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรณรัตน์ ก้วยเจริญพานิชก์ และนางวันเพ็ญ ถวิลการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

References

- Duangnak, P. (2022). Effects of the Mathematical Skills Practice Exercises with the Inquiry Cycle (5E) of Instructional Model for Matthayomsuksa 4 Students (in Thai). **Education Journal Faculty of Education Kamphaeng Phet Rajabhat University**, 4(8), 31-42.
- Hongthong, N., Lokkathat, T. and Prateep, S. (2023). Effect of inquiry-based learning with GeoGebra for geometric thinking and mathematical achievement of Grade-8 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 6(2), 320-332.
- Janngam, P. and Suanpradit, A. (2021). The Development of E-book Using Geogebra Program on “ Numerical Analysis” to Develop Learning Achievement for Mathematics Program Students, Faculty of Education, Buriram Rajabhat University (in Thai). **Journal of Education Buriram Rajabhat University**, 1(1), 55-66.
- Janprieng, T., Wareebor, J. and Kerdthong, A. (2023). The Development Creativity Skills and Innovation of Students Bachelor Degree Faculty of Education Rambhai Barni Rajabhat University with Inquiry Cycle (5Es) and Five Steps Learning Management (in Thai). **Rambhai Barni Rajabhat University**, 17(1), 59-71.
- Kheawwan, S., Totob, T., Krined, N. and Saithong, C. (2021). The Development of Mathematics Learning Achievement by Inquiry Learning Management (5Es) with Social Media on Prism and Cylinder for Grade 8 Students of Kuiburiwittaya School (in Thai). **Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University**, 32(2), 71-79.
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D.2017) The Basic Education Care Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.
- National Institute of Educational Testing Service. (2020). Summary of basic national educational test (O-NET) results Grade 9 (in Thai). Retrieved 1 November 2023, from **NIETS**: <https://www.niets.or.th/th/content/view/25414>.
- National Institute of Educational Testing Service. (2021). Summary of basic national educational test (O-NET) results Grade 9 (in Thai). Retrieved 1 November 2023, from **NIETS**: <https://www.niets.or.th/th/content/view/25417>.
- National Institute of Educational Testing Service. (2022). Summary of basic national educational test (O-NET) results Grade 9 (in Thai). Retrieved 1 November 2023, from **NIETS**: <https://www.niets.or.th/th/content/view/25621>.
- Negara, H., Wahyudin., Nurlaelah, E. and Herman, T. (2022). Improving Students’ Mathematical Reasoning Abilities Through Social Cognitive Learning Using GeoGebra. **International Journal of Emerging Technology in Learning**. 17(18), 118-135.
- Nomaya, S. and Chaiyapan, G. (2013). The Development of Mathematical Learning Activities Based on InquiryCycle (5Es) Enhanced Creative Thinking on Fractions for Mathayomsuksa (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)**, 7(1), 205-216.

- Ouinong, S., Sokhuma, K. and Plangprasopchok, S. (2021). Learning Management using 5E Inquiry-Based Learning to Enhance Mathematical Communications on Pyramids, Cones and Spheres for Secondary 3 students (Grade 9) (in Thai). **Rajabhat Rambhai Barni Research Journal**, 15(3), 95-106.
- Owusu, F., Adu, A. and Kwakye, D. O. (2022). Effect of 5Es with Teaching Aids on Academic Performance of Upper Primary School Pupils in Mathematics Non-Routine Problems. **International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)**, 9(3), 69-74.
- Saduakdee, S., Chamniyan, R., Suriyan, P., Karen-in, J. and Khotchasarn, K. (2023). The Results of Using GeoGebra in Mathematics Learning Management based on Flipped Classroom on Geometric Transformation of Secondary 2 Students Bodindecha (Sing Singhaseni) SamutPrakarn School (in Thai). **Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University**, 13(1), 4-13.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Mathematics evaluation** (in Thai). Bangkok: V. Print (1991) Company Limited.
- Uthit, C. (2014). Effects of Organizing Learning Activities on “Linear Programming” Supplementing Mathematical Skills and Processes by Using the GeoGebra for Mathayomsuk sa Six Students at Samutsakhonburana School, Changwat Samut Sakhon (in Thai). **Master’s Thesis**. Bangkok: Kasetsart University.
- Watcharothai, P. (2022). The study on learning achievement in mathematics for mathayomsuksa 4 students of thapsakae wittaya school by using KWDL technique with GeoGebra for analytic Geometry (in Thai). **Master’s Thesis**. Bangkok:: Silpakorn University.
- Zulnaidi, H., Oktavika, E. and Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. **Education and Information Technologies**, 25, 51-72.