

ผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน

ณัฐศรณ์ ภูติ¹ ปวีณา ชันธศิลา² ประภาพร หนองหารพิทักษ์³

คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา, มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์^{1,2,3}

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ฟังก์ชัน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนก่อนและหลังใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 78.45/79.48 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: โปรแกรมจีโอจีบร้า, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ฟังก์ชัน

Effect of GeoGebra Software on 11th Grade Students' Mathematics Achievement in Functions

Nuttason Poodee¹ Paweena Khansila² Prapaporn Nongharnpituk³

Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University^{1,2,3}

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the effectiveness of learning management plans using the GeoGebra program according to the criteria of 75/75, 2) to compare students' learning achievement before and after using learning activities using the GeoGebra program, and 3) to study learning satisfaction. The sample in this research consisted of 29 students of 11th grade students on functions lessons in semester 1 of the academic year 2022 at Kanchanapisek Wittayalai Kalasin College, Kalasin, Khao Wong District, Kalasin Province, this is obtained by cluster random sampling. Research tools include: 1) 6 learning management plans, 2) learning achievement test on functions lessons, and 3) the student satisfaction questionnaire. Statistics used to analyze the data include average, percentage, standard deviation, and t-test

The results of the research showed that 1) the results of the development of the efficiency of the learning management plan on functions using the GeoGebra program in 11th grade were effectively equal to 78.45/79.48, which met the criteria set at 75/75 2) using the GeoGebra program for 11th grade, the post-school test score was statistically significantly higher than before class at the level of .05. 3) Satisfaction study data analysis results students were most satisfied.

Keywords: GeoGebra software, Achievement, Functions

บทนำ

คณิตศาสตร์สำคัญต่อพัฒนาความคิดของมนุษย์ จะต้องอาศัยความเข้าใจพื้นฐาน ทำให้มนุษย์เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีเหตุผล มีการคิดเป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้ คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหา และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนา เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (Ministry of Education, 2017, p. 1) ซึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ได้เกี่ยวกับตัวเลขเพียงเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวกับระดับความคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลายสำหรับการนำเสนอแก่นักเรียนเพื่อเข้าร่วมในวิชาคณิตศาสตร์ (Bevan & Capraro, 2021, p. 19) รวมถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเข้ามาช่วยในการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น และครูได้มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในระหว่างที่จัดกิจกรรม ในส่วนของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็น การศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตาม ศักยภาพ โดยจัดเนื้อหาที่จำเป็นแก่ผู้เรียนให้สัมพันธ์และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิด

ความรู้ความเข้าใจ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแสดงความคิดเห็นอย่างมีระบบระเบียบชัดเจนและรัดกุม สามารถนำความรู้ทักษะและกระบวนการไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดและมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการถ่ายโอนไปสู่การพัฒนาวิธีคิดและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาระดับมัธยมขึ้นไป ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงเรขาคณิต พีชคณิต และเป็นพลวัตเต็มรูปแบบ อีกทั้งเหมาะสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้นที่รวบรวมเรขาคณิต พีชคณิต กราฟ สถิติ และแคลคูลัสไว้ในโปรแกรมเดียวกันที่สามารถใช้งานง่าย (Hohenwarter, 2020) นอกจากนี้โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้และไม่เสียค่าใช้จ่าย อีกทั้งในเรื่อง กราฟของฟังก์ชันมีเนื้อหาให้นักเรียนพิจารณากราฟ ซึ่งโปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจในการพิจารณากราฟมากยิ่งขึ้น และสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และทำการศึกษาได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ จึงเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและสามารถเข้าถึงได้ในทุกระบบปฏิบัติการทั้งในและนอกชั้นเรียน (Panichwilai, 2021) และการจัดการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม GeoGebra ยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Nongharnpituk, Yonwilad, & Khansila, 2022) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Khansila, Yonwilad, Nongharnpituk, & Thienyutthakul, 2022)

จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ มีผลทดสอบก่อนเรียนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และจากการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด และการสอนของผู้วิจัยพบว่าเนื้อหาเรื่องฟังก์ชัน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้โจทย์ได้ เนื่องจากเรื่องฟังก์ชันเป็นเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อน รูปแบบของฟังก์ชันมีเงื่อนไขและรูปแบบเฉพาะ ซึ่งเนื้อหาเรื่องฟังก์ชันมีความเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาต่าง ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และถือได้ว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์ นักเรียนบอกว่ายังไม่เข้าใจ และการเรียนการสอนเข้าใจยากน่าเบื่อ ไม่สามารถเห็นเป็นรูปธรรมได้ทันทีที่จัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้ใช้โปรแกรม GeoGebra เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความเข้าใจ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในเรื่อง ฟังก์ชัน ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าการนำโปรแกรม GeoGebra ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เรียนแล้วผู้เรียนสามารถเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ดีขึ้นตลอดจนส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนของครู และกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เป็นพื้นฐานความรู้ สำหรับการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในเนื้อหาอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังใช้โปรแกรม GeoGebra
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าก่อนใช้โปรแกรม GeoGebra
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ฟังก์ชัน มีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตการวิจัย

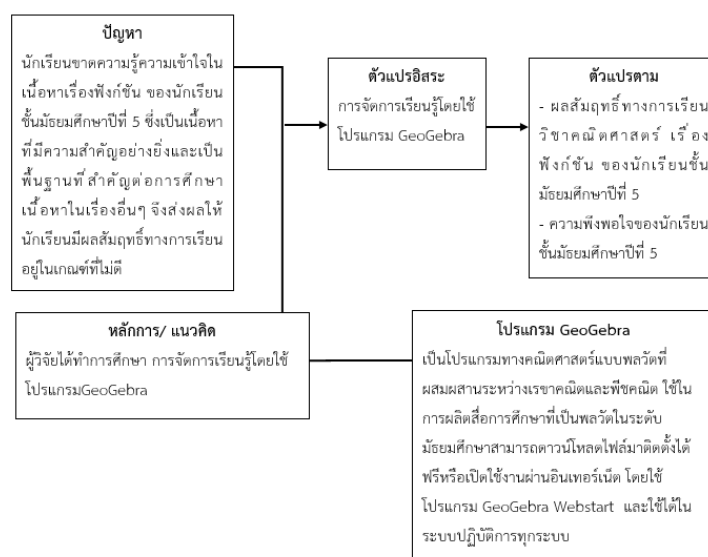
การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 57 คน
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling)
2. ขอบเขตด้านเนื้อหา
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ประกอบด้วย ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้แผนวิจัย One Group Pre-test Post-test Design โดยมีเครื่องมือวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน แผนละ 50 นาที รวม 6 คาบ ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น (1)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น (2)

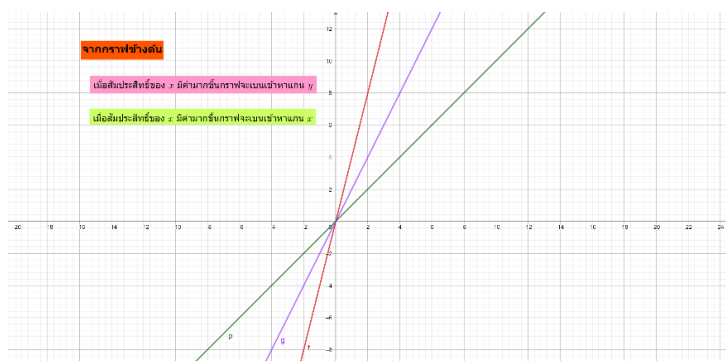
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง (1)

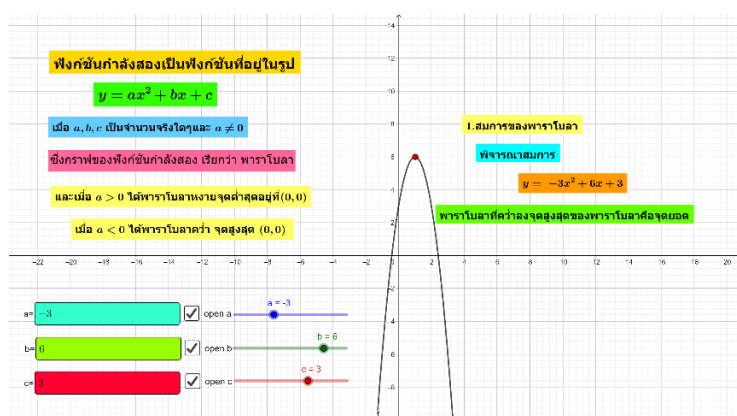
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง (2)

มีกระบวนการสร้างศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อจีโอจีบร้า นำแผนการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า แผนที่ 1-6

มีความเหมาะสมดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยแต่ละแผนตั้งแต่ 4.67 - 5.00 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละแผนตั้งแต่ 0.00 - 0.58 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภาพที่ 2 สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า



แผนภาพที่ 3 สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ มีกระบวนการสร้าง ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สร้างแบบประเมินแบบทดสอบ จากนั้นนำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index :IOC) พบว่ามีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 แล้วคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ที่มีความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยพบว่า มีความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.63 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.67 และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94 แล้วนำแบบทดสอบไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วยความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ

มีกระบวนการสร้าง ศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำ สร้างแบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ นำแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบพิจารณาหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น (Index of Congruence : IOC) พบว่า แบบสอบถามจำนวน 10 ข้อ ที่ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามในแบบสอบถามไว้ใช้ในการวิจัย จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทั้ง 10 ข้อคำถาม จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วพิมพ์แบบสอบถามวัดความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการทดลอง

1.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยในชั้นเรียน คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษาไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3 ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ขั้นระหว่างการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 6 แผน แผนละ 50 นาที ภาคเรียนที่ 1 เทอมการศึกษา 2565 โดยมีวิธีจัดการเรียนการสอนดังนี้

- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ส่งเสริมความสนใจโดยใช้โปรแกรม GeoGebra และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งเก็บไว้ในความจำระยะยาว นำกลับมาสู่ความจำทำงานเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ เหตุการณ์การเรียนการสอนในขั้นนี้

- ขั้นสอน

เพื่อให้ผู้เรียนได้ดึงเอาความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สิ่งใหม่นำออกมาใช้สร้างความรู้ ความเข้าใจกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับโดยนำเสนอความรู้และสื่อการเรียนรู้ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การสาธิต การนำเสนอตัวอย่าง การบอกเล่าโดยตรง การให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบ ในการนำเสนอความรู้อาจใช้วิธีอุปนัยหรือวิธีนิรนัย ถ้าเป็นการเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่เป็นรูปธรรมควรใช้วิธีอุปนัย

- ขั้นสรุป

เพื่อให้ผู้เรียนได้สรุป และทบทวนความรู้ที่ได้รับว่าเพิ่มขึ้นจากเดิมหรือไม่อย่างไร จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร เป็นการรวบรวมและสังเคราะห์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เทคนิควิธีที่จะช่วย

ในการสรุปความรู้ที่นิยมใช้กัน และส่งเสริมให้นักเรียนจดจำความรู้และถ่ายโอนความรู้ โดยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างไปจากแบบฝึกหัด

- ขึ้นประเมินผล

เพื่อให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ และเป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนเพื่อซ่อมเสริมหรือดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

2.2 ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีผลต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันโดยใช้โปรแกรม GeoGebra

3. ขั้นหลังการทดลอง

3.1 เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มาทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.2 นำผลการทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ตามเกณฑ์ 75/75 โดยวิเคราะห์ตามสูตรการหา E_1/E_2

2. การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ค่าร้อยละ และใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

3. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.

ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ตามเกณฑ์ 75/75 โดยวิเคราะห์ตามสูตรการหา E_1/E_2

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน (E_1)	29	60	47.07	78.45	78.45/79.48
หลังเรียน (E_2)	29	20	15.90	79.48	

จากตารางที่ 1 พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra คือ 78.45/79.48 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S. D. ค่าร้อยละ และใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S. D.	t	p
ก่อนเรียน	29	20	6.31	3.46	12.61*	.00
หลังเรียน	29	20	16.83	2.19		

*ระดับนัยสำคัญที่ 0.5

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 6.31 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 16.83 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S. D.

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S. D. ซึ่งวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียน

รายการ	$\bar{X}$	S. D.	ระดับความพึงพอใจ
1. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย	4.66	0.48	มากที่สุด

2. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหา เช่นเดียวกับผู้สอน	4.72	0.45	มากที่สุด
3. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนใส่ใจในการ เรียน	4.38	0.49	มาก
4. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนสามารถ ทำงานร่วมกันได้ดี	4.31	0.47	มาก
5. โปรแกรม GeoGebra ทำให้เรื่องที่เข้าใจยากเป็น เรื่องที่เข้าใจง่าย	4.76	0.44	มากที่สุด
6. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี ต่อรายวิชามากขึ้น	4.93	0.26	มากที่สุด
7. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น	4.76	0.44	มากที่สุด
8. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรม	4.41	0.50	มาก
9. ผู้เรียนทำกิจกรรมได้และสามารถแนะนำเพื่อนได้	4.69	0.47	มากที่สุด
10. ผู้เรียนต้องการเรียนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในเนื้อหาวิชาอื่นๆนอกจากเรื่องฟังก์ชัน	4.45	0.51	มาก
รวม	4.61	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งความพึงพอใจ 1. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.93, S. D. = 0.26) 2. โปรแกรม GeoGebra ทำให้เรื่องที่เข้าใจยากเป็นเรื่องที่เข้าใจง่ายอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.76, S. D. = 0.44) และ 3. โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.76, S. D. = 0.44) และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.61, S. D. = 0.49)

สรุปและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัย เรื่อง ผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องฟังก์ชัน ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล ได้ดังนี้

ผลการวิจัย

1. ผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องฟังก์ชัน ได้คะแนนจากการทำใบงาน แบบฝึกหัด และกิจกรรมระหว่างเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.45 และคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมหลังเรียนโดยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 20 ข้อ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.48 ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 78.45/79.48 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง ผลการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องฟังก์ชัน สามารถอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 78.45/79.48 ซึ่งหมายความว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงาน แบบฝึกหัด และกิจกรรมระหว่างเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 78.45 และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 79.48 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่เป็นเช่นนี้เพราะกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สนองต่อความต้องการ และวิธีการเรียนของนักเรียน โดยที่นักเรียนจะมีส่วนร่วม มีโอกาสได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตัวเอง และผลจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Worasarn, Nongharnpituk, & Khansila, 2019, p. 41) ได้ทำการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.32/80.81 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wuttichai, 2019) ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้การสอนแบบเปิดด้วยโปรแกรม GeoGebra ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบเปิดด้วยโปรแกรม GeoGebra ตามเกณฑ์ 75/75 ที่สร้างขึ้น ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.31/76.28 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ได้สร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างเป็นระบบวิธีการที่เหมาะสมโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักสูตรคู่มือครู และเนื้อหาวิชา ตลอดจนหลักการสร้างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางและได้ผ่านการตรวจสอบ และประเมินความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีสื่อการเรียนรู้และกิจกรรมที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ทำให้ได้ตระหนักถึงเนื้อหาที่กำลังเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Suwanna, Wannatida, & Wannapol, 2022) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Burin, 2022) ได้ทำการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เท่ากับ 4.61 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. เท่ากับ 0.49 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือของการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย ส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Sidaed, 2018) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน GeoGebra Applet สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Kansai, 2020, หน้า 95) ได้ทำการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ผลการศึกษาพบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการผลวิจัยนำไปใช้

1. ครูผู้สอนควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ทดลองใช้ก่อนนำไปสอนจริง

-
2. ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ทดลองใช้ก่อนนำไปสอนจริงเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพ
 3. ครูผู้สอนควรมีกิจกรรมที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ไม่น่าเบื่อในการเรียนรู้ต่อไป

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่อค้นหาวิธีการสอนที่เหมาะสม
2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า ที่มีผลต่อพฤติกรรมด้านอื่นๆ เช่น ด้านความรู้ หรือด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผู้สอนควรมีความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอชื่อ โปรแกรม GeoGebra ให้กับผู้เรียน เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ เป็นต้น

References

- Bevan, D., & Capraro, M. M. (2021). Posing creative problems: A study of elementary students' mathematics understanding. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), 19 (In Thai).
- Burin, K. (2022). *Using GeoGebra Program to Supplement Learning Activities through MACRO model to Develop Mathematics Achievement on Statistics for Matthayomsuksa 3 Students*. Retrieved December 28, 2022, from https://hwp.ac.th/wp-content/uploads/2021/11/CAR_Burin-1-64.pdf (In Thai)
- Hohenwarter, M. (2020). *What is GeoGebra?* Retrieved December 28, 2022, from <https://www.geogebra.org/about>
- Kansai, T. (2020). The use of GeoGebra Program in Organizing Learning Activities Based on Constructivist Concepts to Develop Mathematics Learning Achievement on Parabolic for Grade 3 students. *The Teachers Council of Thailand*, 1(2), 89-96 (In Thai).
- Khansila, P., Yonwilad, W., Nongharnpituk, P., & Thienyutthakul, S. (2022). Improving Academic Performance in Geometry Using a Mastery Learning Approach through GeoGebra. *Journal of Educational Issues*, 8(2), 876-894 (In Thai).
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and Core Learning Strands Mathematics Learning Strand (Revised Edition 2017) based on the Core Curriculum of Basic Education 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. (ACFT) (In Thai).
-

-
- Nongharnpituk, P., Yonwilad, W., & Khansila, P. (2022). The Effect of GeoGebra Software in Calculus for Mathematics Teacher Students. *Journal of Educational Issues*, 8(2), 755-770 (In Thai).
- Panichwilai, S. (2021). *Math labs Based on Social Constructivist Together with GeoGebra to Enhance Mathematical Creative Thinking on Circle of Student in Grade 9 (Master's thesis)*. Phitsanulok: Naresuan University (in Thai).
- Sidaed, W. (2018). *Activity set Development Vector Story in Three Dimensions Via GeoGebra Apple for Grade-11 students*. Research grant (In Thai).
- Suwanna, P., Wannatida, Y., & Wannapol, P. (2022). A Study of Mathematics Learning Achievement on Sequence and Series Using Problem-based Learning Management and Multimedia for Grade 11 Students. *Journal of Humanities, Social Sciences and Innovation, Kalasin University*, 1(2), 2 (in Thai).
- Worasarn, J., Nongharnpituk, P., & Khansila, P. (2019). Development of leaning Activities emphasizing mathematical processes using GeoGebra Program on system of linear equations with two variables topic for grade-9 students. *Journal of Science Education (JSSE)*, 2(1), 34-42. (In Thai).
- Wuttichai, P. (2019). *he Development Learning Mathematics of Geometric Transformations Using Open Approach with GeoGebra*. Retrieved December 28, 2022, from <https://www.researchgate.net/profile/Wuttichai-Phooddee/publication/333747091>. (In Thai)