

รายงานการวิจัยในชั้นเรียน



ชื่อวิจัย การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Using GeoGebra Program to Supplement Learning Activities through MACRO model to Develop Mathematics Achievement on Statistics for Matthayomsuksa 3 Students

ชื่อผู้วิจัย นายบุรินทร์ แก้วประพันธ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

วิชาที่เลือกทำวิจัย คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ค23201 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนบทเรียนออนไลน์เรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนห้วยวัง ปทุมธานี จำนวน 37 คน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.28-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.75 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.74 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที่ Paired Samples Test

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ $E_1/E_2 = 84.05/85.13$
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model , โปรแกรม GeoGebra

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาวะเปลี่ยนผ่านที่เกิดขึ้น การเข้ามาของเทคโนโลยีใหม่ ๆ อย่าง Smartphone และ Internet ความเร็วสูง สามารถส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ออนไลน์ได้หมดทุกหัวข้อ เข้าถึงข้อมูลจากทั่วโลก จากแหล่งความรู้ระดับโลก เรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความสะดวก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่ออย่างมากมายมหาศาลกับชีวิตของเราทุกคน การเรียนรู้ไม่ได้จบอยู่เพียงแคในห้องเรียน แต่เปลี่ยนรูปแบบไปเป็น “การเรียนรู้ตลอดชีวิต”

การระบาดของ COVID - 19 ระลอกนี้ นับว่ารุนแรงกว่าที่ผ่านมา และคาดว่าจะใช้เวลานานกว่าที่สถานการณ์จะคลี่คลายลง ซึ่งโรงเรียนเป็นสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูงมากในการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID - 19 ประกอบด้วยผู้คนจำนวนมาก ได้แก่ นักเรียน ครูหรือผู้ดูแลนักเรียนและผู้ปกครองอยู่รวมกัน จึงมีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสได้ง่ายถ้าหากจัดการไม่ดี ในอีกมุมหนึ่งการระบาดของ COVID - 19 เป็นตัวแปรในการสร้างการเปลี่ยนแปลงให้กับการศึกษา และเป็นตัวขับเคลื่อนในการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในระบบการศึกษาไทยดังนั้นหากทุกฝ่ายในระบบการศึกษาไทยช่วยกันทำระบบกลไกการศึกษาที่แข็งแกร่ง ก็จะสามารถขับเคลื่อนการศึกษาท่ามกลางสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างแน่นอนระบบการศึกษาที่ดีควรมีความยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนได้ทันสถานการณ์และบริบทแวดล้อมที่ไม่ใช่แค่ในประเทศแต่เป็นของโลก การบริหารจัดการระบบการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับตัวไปสู่ “การศึกษาขงกำลังสอง” ที่จะเปลี่ยนจาก One-Size-Fits-All ไปสู่การตอบโจทย์การเรียนรู้และการพัฒนารายบุคคลมากยิ่งขึ้น ต้องมองกว้างกว่าแค่ระบบการศึกษาแต่เป็น “ระบบนิเวศ” การศึกษาของไทย (TE2S: Thailand Education Eco-System) เพื่อผลักดันให้ก้าวไปสู่การเป็นฐานการผลิตทุนมนุษย์ (Human Capital) ที่เป็นเลิศ (Office of the Basic Education Commission, 2020)

โปรแกรม GeoGebra คือซอฟต์แวร์สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบพลวัตที่ง่ายต่อการใช้งานเหมาะสำหรับการเรียนรู้และการสอนในการศึกษาทุกระดับชั้น โดยรวมเอาสาระการเรียนรู้ เรขาคณิต, พีชคณิต, ตารางคำนวณ, กราฟ, แคลคูลัสและสถิติ และที่สำคัญเป็นซอฟต์แวร์ Open source ใช้งานได้ฟรี ในการนำประยุกต์ใช้กับการสอนทำได้โดย การนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม Geogebra ประกอบกับการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model มาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องสถิติเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย เกิดกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง เกิดความสามารถในด้านการใช้เทคโนโลยี รวมถึงการอธิบายลักษณะกราฟต่างๆของข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและยังเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 พัฒนาและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

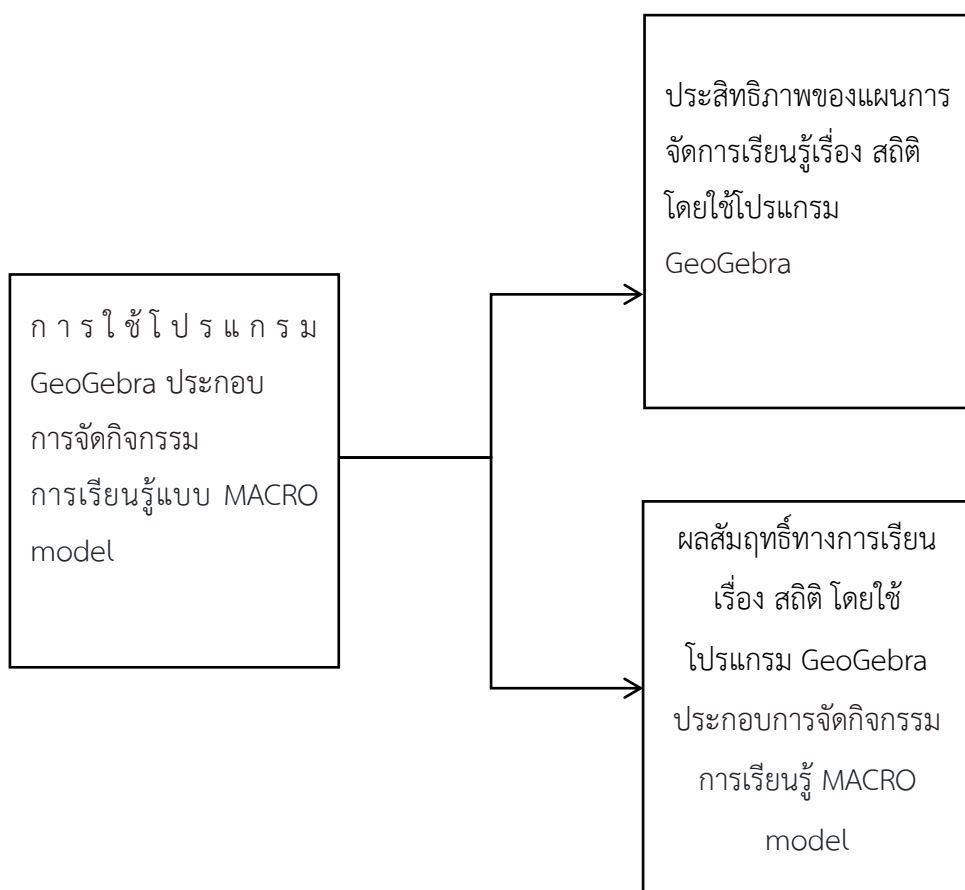
1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ในการศึกษา โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี

1.3.2 ระยะเวลาในการศึกษา 8 สัปดาห์

1.4 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวความคิดการวิจัย ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.5 สมมุติฐานของการวิจัย

1.5.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

1.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การเรียนรู้แบบ MACRO model คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) สรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ขั้นรายงานและนำเสนอ(Reporting) และขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) รวมกับการใช้โปรแกรม Geogebra ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสถิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยออกแบบเอง

1.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้หลังจากที่เรียนเรื่องสถิติ ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง สถิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.3 โปรแกรม Geogebra เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวกับความรู้และองค์ประกอบต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์แทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเรขาคณิต (Geometry) พีชคณิต (Algebra) ตรีโกณมิติ (Trigonometric) กราฟ (Graph) สถิติ (Statistics) แคลคูลัส (Calculus) รวมถึงการใช้สูตรคำนวณหาค่าต่างๆ และกระบวนการประยุกต์ใช้ของคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ได้ อย่างละเอียด

1.6.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์หมายถึง คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ได้แก่

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนทำแบบฝึกทักษะ

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

1.7 ประโยชน์และคุณค่าของการวิจัย

1.7.1 ได้รับแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้กับครูผู้สอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น โดยสามารถนำโปรแกรม GeoGebra ไปใช้ต่อยอดในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆต่อไป

1.7.2 ได้รับแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ เพื่อใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560)

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพกล่องและแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำเสนอสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	สถิติ - ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลแผนภาพกล่อง - การแปลความหมายผลลัพธ์ - การนำเสนอสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ Macro model

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ Macro model

ดร.ดิเรก วรรณเศียร (2559) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ Macro model คือการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังนี้ M motivation การสร้างแรงจูงใจ แรงบันดาลใจ ความสนใจ และความต้องการในการเรียนรู้ A active learning การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ความรู้โดยตรงจากการลงมือกระทำด้วยตนเอง ด้วยวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่หลากหลายเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ C conclusion ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้หรือสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ตามความคิดลีลา และภาษาของตนเอง R reporting ผู้เรียนสื่อสารและนำเสนอผลการเรียนรู้ด้วยภาษา วิธีการและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม O obtain ผู้เรียนนำผลการเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ ทักษะการเผยแพร่ความรู้สู่ครอบครัว ชุมชน และสังคมด้วยวิธีการ สื่อ หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Macro model

ดร.ดิเรก วรรณเศียร (2559) ได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Macro model ออกมาเป็นขั้นตอนการสอนได้ 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบนั้นมีรายละเอียด ดังนี้

M จากคำว่า Motivation หมายถึง การสร้างแรงจูงใจ สร้างแรงบันดาลใจ ความสนใจและความต้องการในการเรียนรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นแรกของการเรียนรู้ตามแนวการสอนนี้ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะต้องร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดและตั้งประเด็นการเรียนรู้ ในหัวข้อที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแผนที่ยึดโยงกับหลักสูตร ผู้เรียนจะต้องรับรู้ถึงจุดหมาย และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้บทเรียน โดยผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การเล่าเรื่อง การศึกษาจากบทความหรือคำประพันธ์ หรือ การชมวีดิทัศน์ต่าง ๆ เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและการเรียนรู้ แล้วพยายามให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถามและข้อซักถามต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนตั้งประเด็นที่ต้องการรู้ และการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยกิจกรรม ซึ่งจุดที่สำคัญในขั้นตอนนี้คือการที่ผู้เรียนต้องสามารถตั้งประเด็นอภิปรายได้ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นถัดไป

A จากคำว่า Active learning ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ความรู้โดยตรงจากการลงมือทำด้วยตนเองผ่านวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับการสอนในขั้นนี้ ครูควรให้ความรู้พื้นฐานกับผู้เรียนเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือ แนวทางการสืบค้นความรู้เพื่อให้ได้

ความรู้ที่ต้องการ ส่วนที่ 2 คือ ศาสตร์ สาขา แขนงความรู้และแหล่งความรู้ที่เกี่ยวข้อง และ ส่วนที่ 3 คือ การเรียบเรียง ข้อมูล ค้นพบ ความคิดเห็น และการให้เหตุผลโต้แย้งและสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจถึงกระบวนการ สร้างองค์ความรู้ ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งได้ ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องมีเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การระดมสมอง และ การใช้สถานการณ์จำลอง เป็นต้น โดยเน้นไปที่กระบวนการคิดเป็นหลัก ผู้เรียนจะศึกษาค้นคว้าตามประเด็นความรู้หรือหัวข้อที่ตกลงกัน โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการดำเนินกิจกรรมเพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

C จากคำว่า Conclusion ซึ่งเป็นการที่ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้หรือสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ตาม ความคิดและภาษาของตนเองได้ โดยขั้นนี้จะเป็นการที่ผู้เรียนจะนำผลการอภิปรายและสาธิตที่เป็นผลจากการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน มากำหนดเป็นความคิดหรือองค์ความรู้ใหม่ และสรุปออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การ เขียนแผนผังโครงการ บทความ การทำรายงาน การบรรยาย หรือ การสรุปองค์ความรู้ในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งครูผู้สอนจะ ทำหน้าที่ในการประเมินองค์ความรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ทราบถึงองค์ความรู้และความสมบูรณ์ขององค์ความรู้ที่ผู้เรียน ได้รับ

R จากคำว่า Reporting คือการที่ผู้เรียนสื่อสารและนำเสนอผลการเรียนรู้ด้วยภาษา วิธีการและเทคโนโลยี สารสนเทศที่เหมาะสม ซึ่งเป็นขั้นของการช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอและแสดงผลงาน ที่ได้จากการสร้างองค์ ความรู้ของตัวเอง เพื่อให้บุคคลอื่นได้รับรู้ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตัวเอง และช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนออีกด้วย

O จากคำว่า Obtain ซึ่งเป็นการที่ผู้เรียนนำผลการเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ เผยแพร่ความรู้สู่ครอบครัว ชุมชน และสังคมต่าง ๆ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความจำในเรื่อง นั้นมากยิ่งขึ้น โดยเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหลังจากนำ องค์ความรู้มาประยุกต์ใช้แล้ว ก็ควรที่จะเผยแพร่องค์ความรู้ไปยังครอบครัว ชุมชน และสังคม หรืออาจเผยแพร่ผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์ก็ได้

2.2.3 ความสำคัญของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Macro model

พงษ์ลักษณ์ ลิบแก้ว (2562) ที่ศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบแมโครช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความใฝ่รู้ที่จะพัฒนา กระบวนการสืบค้นหาความรู้ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและเชื่อมโยง ความรู้เป็นผังมโนทัศน์สร้างเป็นองค์ความรู้ ที่สูงขึ้นรวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเผยแพร่สู่สาธารณะได้

ชุตินา น้อยชิต (2563) การเปรียบเทียบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อน และหลังใช้ ชุดกิจกรรมแนะแนวโดยใช้รูปแบบแมโคร พบว่า นักเรียน กลุ่มทดลองมีคะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้าน ใฝ่เรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม GeoGebra

2.3.1 ความสำคัญของการใช้โปรแกรม GeoGebra

วุฒิชัย ภูติ (2563) กล่าวถึงโปรแกรม GeoGebra จะมีเครื่องมือที่มีความหลากหลาย เช่น กลุ่ม CAS กลุ่ม

สามมิติ กลุ่มสถิติ กลุ่มความน่าจะเป็น ซึ่งทำให้มีความครอบคลุมในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นกล่าวได้ว่า GeoGebra เป็นการรวบรวมเครื่องมือทางคณิตศาสตร์มาใช้ในโปรแกรมเดียวซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกในการทำงาน (One easy-to-use package)

ทงศักดิ์ กันใส (2563) กล่าวว่าโปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอน และการนำเสนอแนวคิดที่สำคัญ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการสอนพาราโบลา เนื่องจากมีความน่าสนใจ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระได้รวดเร็วขึ้น เป็นโปรแกรมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนพาราโบลา ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง

2.4 เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชไมพร รังสิยานพงศ์ (2558) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆ และความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังจาก ได้ศึกษาวิชาต่างๆ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจะได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องมีการทดสอบ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การตรวจการบ้าน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ และความสามารถทางด้านสติปัญญาในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ อันจะประกอบไปด้วย ความสามารถในเรื่อง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดคำนวณ และการวิเคราะห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เด็กแต่ละคนมีในระดับที่แตกต่างกันออกไป

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่จะต้องมีการคิด วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนได้

โดยสรุปคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือความสำเร็จของผู้เรียนในการเข้าถึงความรู้ซึ่งทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถแสดงออกให้ผู้อื่นเห็นความก้าวหน้าของตน

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร / กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี อำเภอเมือง ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จำนวนนักเรียน 370 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี อำเภอเมือง ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จำนวนนักเรียน 37 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 ชุด

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.28-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.75 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.74

3.3 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัย และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ Macro model ทั้งในและต่างประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสถิติ

3.3.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ทั้งในและต่างประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสถิติ

3.3.2 ดำเนินกิจกรรมการสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ปีการศึกษา 2564 เป็นจำนวน 37 คน

3.3.2.2 ก่อนดำเนินการสอนนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดสอบก่อนเรียนกับผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวซึ่งทำการปรับปรุงจากการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (tryout) จำนวน 30 คน ซึ่งผู้เรียนปีการศึกษา 2563 ได้คำนวณค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นเรียบร้อยแล้ว

3.3.2.3 อบรมการใช้โปรแกรม GeoGebra เบื้องต้นให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลองเป็นเวลา 1 วัน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.3.2.4 ดำเนินการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสถิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มทดลองจำนวน 14 คาบ ซึ่งในระหว่างเรียนผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเก็บคะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องสถิติไปทดสอบหลังเรียนกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

3.4.2 ความแปรปรวนของคะแนน

3.4.3 หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร E_1 / E_2

3.4.4 ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้สูตร $E_{post} - E_{pre}$ โดยการเปรียบเทียบประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3.4.5 การทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ Paired Samples Test

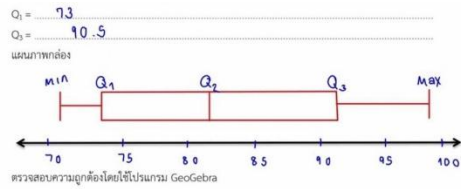
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model

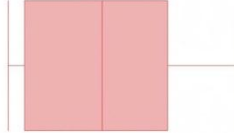
ผลที่ได้วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มทดลอง รายละเอียดแสดงดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยจะวิเคราะห์เพียง 3 ขั้นตอนจาก ทั้ง 4 ขั้นตอน คือขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) วิเคราะห์จากการเติมคำตอบลงในเอกสารประกอบการสอนได้ถูกต้อง สรุปองค์ความรู้ (Conclusion) วิเคราะห์จากการจดบันทึกเนื้อหาและตัวอย่างที่ครูอธิบายลงสมุดได้ถูกต้อง ขึ้นรายงานและนำเสนอ(Reporting) นำเสนอได้สอดคล้องกับเนื้อหา

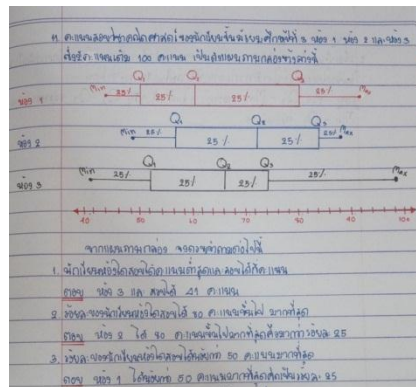
ขั้นตอน	ผลการวิเคราะห์	กลุ่มทดลอง	คิดเป็นร้อยละ
ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning)	- เติมคำตอบได้เกิน 70%	0.68	67.57
	- เติมคำตอบได้เกิน 50%	0.32	32.43
	- เติมคำตอบได้น้อยกว่า 50%	-	-
สรุปองค์ความรู้ (Conclusion)	- จดบันทึกเนื้อหาและตัวอย่างที่ ครูอธิบายได้ถูกต้องเกิน 70%	0.78	78.38
	- จดบันทึกเนื้อหาและตัวอย่างที่ ครูอธิบายได้ถูกต้องเกิน 50%	0.22	21.62
	- จดบันทึกเนื้อหาและตัวอย่างที่ ครูอธิบายได้ถูกต้องน้อยกว่า 50%	-	-
ขึ้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)	- นำเสนอได้สอดคล้องกับเนื้อหา เกิน 70%	0.73	72.97
	- นำเสนอได้สอดคล้องกับเนื้อหา เกิน 50%	0.27	27.03
	- นำเสนอได้สอดคล้องกับเนื้อหา น้อยกว่า 50%	-	-



มุมพีจิงธา จีรวิทป์ไซตักกุล
 ม. 311 เลขที่ 2.5



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) วิเคราะห์จากการเติมคำตอบลงในเอกสารประกอบการสอน



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) วิเคราะห์จากการจดบันทึกเนื้อหาและตัวอย่างที่ครูอธิบายลงสมุด



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างขั้นรายงานและนำเสนอ(Reporting) นำเสนอได้สอดคล้องกับเนื้อหา

4.2 การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra พบว่าค่าของประสิทธิภาพได้ $E_1/E_2 = 84.05/85.13$ แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 ที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นรายละเอียดแสดงดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra

การทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	37	933	25.21	84.05
วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	37	630	17.03	85.13

4.3 การหาประสิทธิผลทางการเรียน

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra มีค่า $E_{post} - E_{pre} = 43.38$ แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนดีขึ้นในระดับหนึ่งดังแสดงในตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาประสิทธิผลทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ประสิทธิผล
ก่อนเรียน	37	309	8.35	41.75	43.38
หลังเรียน	37	630	17.03	85.13	

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra ปรากฏผล ดังในตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ด้วยค่าสถิติ t-test

การทดสอบ	\bar{x}	S.D.	ค่าเฉลี่ยของ ความต่าง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความต่าง	t	df	Sig
ก่อนเรียน	8.35	3.075	-8.675	3.659	-14.42	36	0.00
หลังเรียน	17.03	1.863					

จากตารางพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5 สรุปผล การอภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ $E_1/E_2 = 84.05/85.13$

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเรื่องสถิติโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MACRO model สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยแล้วหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นโปรแกรมที่สามารถหาดาวโหลดได้ผ่านจากทุกระบบปฏิบัติการ และสามารถเปิดใช้งานได้จากเว็บไซต์ ไม่เสียค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าลิขสิทธิ์จึงเป็นตัวช่วยในการอธิบายนักเรียนจะเห็นภาพได้ชัดเจน สามารถใช้ในการอธิบายองค์ประกอบต่างๆของแผนภาพกล่องได้อย่างถูกต้องแม่นยำและสามารถใช้ในการตรวจคำตอบได้ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งาน **ซึ่งสอดคล้องกับ** สุทิน บัณฑิต (2558) ที่กล่าวว่าโปรแกรม GeoGebra เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียน เกิดความกระตือรือร้น ดึงดูดความสนใจ เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ได้ด้วยตนเอง นำไปสู่การค้นหาสมบัติต่าง ๆ ทั้งนี้โปรแกรม GeoGebra สามารถสร้างกิจกรรมได้เพิ่มเติมนอกจากสื่อที่ผู้สอนได้จัดทำไว้ในตอนแรก จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model เรื่อง สถิติโดยใช้โปรแกรม Geogebra ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในเนื้อหาอื่นจากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ หากสามารถพิสูจน์ได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ MACRO model ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก็จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

5.2.2 ในการออกแบบกิจกรรมโดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ครูผู้สอนควรศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม GeoGebra ให้เกิดความชำนาญเสียก่อน จึงถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเฉพาะหน้าขณะทำการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม GeoGebra

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นโดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. ปรินญาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ชุติมา น้อยชิต, จิระสุข สุขสวัสดิ์, และนิธิพัฒน์ เมฆขจร. (2563). ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวโดยใช้รูปแบบแมโคร เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้านใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารบัณฑิตวิจัย JOURNAL OF GRADUATE RESEARCH ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 Vol.11 No.1 (January - June 2020 (มกราคม –มิถุนายน 2563), /69-80,
From <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/banditvijai/article/download/241207/164849/>
- ชไมพร รังสิยานุพงศ์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและเจตคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย โดยใช้วิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ดิเรก วรรณเศียร. (2559). เอกสารประกอบการสอน MACRO model : รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. From http://regis.dusit.ac.th/images/news/1421308421_MACRO/
- ทองศักดิ์ กันใส (2563). การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ครูสภาวิทยากร JOURNAL OF TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2563
- ทิตนา แคมมณี. (2563). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ลักษณ์ ลิบแก้ว. (2562). เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO เรื่อง ระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5. งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2562, 26 เมษายน 2562 (น. 667-686). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วุฒิชัย ภูดี. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ปีที่ 3 เล่มที่ 2 (ก.ค. – ธ.ค. 2563), /190-199.
from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/index>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท). (2558). คู่มือการใช้โปรแกรม GeoGebra หลักสูตรอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในการจัดการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จ รูป GeoGebra. สำนักพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท)
- Office of the Basic Education Commission. (2020). Education in the digital age. Retrieved March 19, 2021, from <https://www.posttoday.com/social/general/>.