



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู
เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Academic Achievement in Analytic Geometry and Calculus for Teachers
about Limits and Continuity using Teaching that Emphasizes Conceptualization
with the GeoGebra Program for Undergraduate Students

สุรียัน เขตบรรจง^{1*}

Suriyun Khatbanjong^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 18 คน เครื่องมือวิจัย คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.84 และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ทดสอบค่าที่ ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 77.83/76.90 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($M = 4.66$, $SD = 0.08$)

คำสำคัญ : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัส, ลิมิตและความต่อเนื่อง, การสร้างมโนทัศน์, โปรแกรม GeoGebra

Article Info: Received 20 May, 2024; Received in revised form 25 April, 2025; Accepted 25 April, 2025

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อีเมล: suriyun.k@ru.ac.th

Lecturer in Division of Education Mathematics, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

Email: suriyun.k@ru.ac.th

* Corresponding author

Abstract

The objectives of this research were to study the results of organize learning activities on the topic of Limit and Continuity in Analytic Geometry and Calculus for Teachers Course based on using a Concept Enhancement Teaching Method and GeoGebra Program. The sample consisted of 18 bachelor's degree students at a university in Bangkok. A purposive sampling method was used. The research instrument were a 10-items learning achievement test with a reliability of 0.84 and a satisfaction survey. Regarding the statistical measure, *t*-test was employed. Findings indicate that: 1) the efficiency of the learning activity plan is 77.83/76.90, which meets the criterion, 2) the learning achievement after the usage is significantly higher than before the usage at .05, and 3) the overall satisfaction is at the highest level with an average of ($M = 4.66$, $SD = 0.08$).

Keywords: learning achievement, analytic geometry and calculus, limit and continuity, concept enhancement, GeoGebra program

บทนำ

รัฐบาลได้กำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) เป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศในระยะยาว เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ประเทศไทย มีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง โดยการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศให้มีเสถียรภาพอย่างยั่งยืนตามแนวทางที่กำหนดให้ยุทธศาสตร์ชาติ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งต้องอาศัยความรู้ความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและนวัตกรรม รวมถึงการพัฒนากำลังคนที่เหมาะสมเพื่อเป็นกลไกสำคัญในการนำพาประเทศให้หลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลางนอกจากนี้ยังได้กำหนดมาตรฐานการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้มีการส่งเสริมการบูรณาการระหว่างการเรียนรู้กับการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการวิจัยแก่ผู้เรียน (สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2564) เพื่อเป็นไปตามนโยบายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติ ให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ความเจริญก้าวหน้าของสังคมความเป็นอยู่ของมนุษย์ ได้มีการพัฒนาและดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษา ในการจัดการเรียนการสอนเป็นการบูรณาการหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น

การนำเทคโนโลยีทางโปรแกรมมาบูรณาการ การสอนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยการนำ โปรแกรม GeoGebra มาใช้ในยุคปัจจุบัน

โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นพลวัต มีความยืดหยุ่นสูง อีกทั้งยังเป็น Free ware จึงสามารถนำไปใช้โดยไม่ต้องคำนึงถึงลิขสิทธิ์ คำว่า GeoGebra มาจากคำว่า Geometric ผสมกับคำว่า Algebra นั่นคือ โปรแกรมนี้มีคุณสมบัติการใช้งานทั้งด้านเรขาคณิตและพีชคณิต ความแตกต่างของโปรแกรมนี้นับกับโปรแกรมคณิตศาสตร์พลวัตโปรแกรมอื่นคือ การสร้างกราฟ ภาคตัดกรวยได้เพียงการคลิก โปรแกรม GeoGebra ถูกพัฒนาขึ้นโดย Makus Hohenwarter ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 เป็นต้นมา (Hohenwarter & Jones, 2007) ในปัจจุบันโปรแกรม GeoGebra ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนเป็นที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก (Zakaria & Lo, 2012) โปรแกรม GeoGebra สามารถสร้างสื่อสามมิติได้ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์พิเศษที่เพิ่มเข้ามาอีกหนึ่งอย่างของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ และนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาต่าง ๆ ได้แก่ เรขาคณิต แคลคูลัส พีชคณิต กราฟ และสถิติ ผู้ใช้งานสามารถสร้างรูปทรงต่าง ๆ ทางเรขาคณิต ในการลงพิกัดวัดขนาดและหาพื้นที่และปริมาตร พร้อมทั้งสามารถสร้างรูปคลี่ รูปตัด เลื่อนรูป และดูภาพในมุมมองต่าง ๆ ได้ ช่วยให้ผู้สอนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติได้ง่าย รวดเร็ว (พจนันท์ วัชรทัย, 2565) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 การใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริบทในชั้นเรียน โดยเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางการเรียน การสอน มาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน (สุทิน บัณฑิตา, 2558) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในปัจจุบัน ได้มีการนำโปรแกรม GeoGebra มาช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและเกิดความน่าสนใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ความคลาดเคลื่อนของผู้เรียนลดน้อยลง และสามารถลดระยะเวลาในการสร้างองค์ความรู้ทำให้ผู้เรียน เรียนรู้เนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น (Zengin et al., 2012) ซึ่งการแสดงออกด้วยภาพที่สามารถเคลื่อนไหวได้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และช่วยเสริมสร้างจินตนาการ ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมและเข้าใจยากสำหรับนักเรียน โปรแกรม GeoGebra จึงเป็นอีกกลยุทธ์หนึ่งที่จะช่วยให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรม (สิทธิชัย พานิชย์วิไล, 2564)

การจัดการเรียนการสอนในกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ในปีการศึกษา 2564 และ 2565 มีคะแนนเป็นร้อยละ 66.39 และ 69.58 ตามลำดับ จาก การพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ต่ำกว่าเกณฑ์ที่อาจารย์ผู้สอนได้กำหนดไว้ และเมื่อพิจารณา รายละเอียดในเนื้อหา พบว่า เรื่องลิมิตและความต่อเนื่อง มีคะแนนต่ำสุด ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีที่จะช่วยพัฒนา และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้รายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เพื่อให้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ ที่สูงขึ้นโดยได้ศึกษาวิธีการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมนทัศน์เป็นการวางแผนการ โดยการระบุ มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับและดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการและ กระบวนการต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมนทัศน์ และสามารถนำมนทัศน์นั้นไปใช้ใน

สถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ รวมทั้งมีการประเมินผลมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจของผู้เรียนในทศวรรษนั้นๆ ผู้สอนควรออกแบบชิ้นงานและการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับมโนทัศน์และกระบวนการที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (อัมพร ม้าคนอง, 2558) นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย ลงมือปฏิบัติงาน สังเกต คิดหาเหตุผล หรือแยกแยะสิ่งที่ได้รับรู้จากงานจนนำไปสู่การสร้างข้อความคาดการณ์แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น จนหาข้อสรุปความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ และสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้รวมทั้งมีการประเมินผลโดยมุ่งไปที่ความเข้าใจในมโนทัศน์ของผู้เรียน (Bruner, 1966)

ผู้วิจัยจึงได้นำการสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนมีการสร้างมโนทัศน์ให้กับผู้เรียนจากการอธิบายตัวอย่างพร้อมกับภาพที่สามารถมองเห็นได้และทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงการใช้โปรแกรม GeoGebra ช่วยให้ความคลาดเคลื่อนของผู้เรียนลดน้อยลง และสามารถลดระยะเวลาในการสร้างองค์ความรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น และผู้วิจัยคาดหวังว่า หลังการเรียนการสอน นักศึกษาจะได้เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra จะมีส่วนช่วยให้นักศึกษาสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนด้วย จึงอาจส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง ให้สูงขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ตามหลักการของการสร้างมโนทัศน์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย ลงมือปฏิบัติงาน สังเกต คิดหาเหตุผล หรือแยกแยะสิ่งที่ได้รับรู้จากงานจนนำไปสู่การสร้างข้อความคาดการณ์แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น จนหาข้อสรุปความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ และสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้รวมทั้งมีการประเมินผลโดยมุ่งไปที่ความเข้าใจในมโนทัศน์ของผู้เรียนตาม Bruner (1966) และ การใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมด้านเรขาคณิตและพีชคณิต สามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวย รูปทรงต่าง ๆ ทางเรขาคณิต ได้ตาม Hohenwarter and Jones (2007) (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ คือ การใช้ทบทวนความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่โดยผู้สอนให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหาเดิมที่จะเป็นพื้นฐานโดยอาจารย์ใช้คำถามกระตุ้นเน้นให้นักศึกษาร่วมกันตอบคำถาม
2. ขั้นสอน คือ ขั้นที่สอนให้เกิดความรู้และความเข้าใจในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะเริ่มสอนให้องค์ความรู้ใหม่ให้กับผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนได้มีการยกตัวอย่างหรือให้ผู้เรียนดูพร้อมการอธิบายแสดงวิธีทำให้ดูเป็นตัวอย่างในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องต่อการนำองค์ความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานของการเรียนในเนื้อหาต่อไป ผู้สอนได้นำเสนอตัวอย่างพร้อมทั้งใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมประกอบการสอน
3. ขั้นลงมือทำ คือ ผู้สอนได้ให้นักศึกษาทุกคนลงมือทำหลังจากที่นักศึกษาผ่านขั้นตอนการสอนโดยสร้างความรู้ใหม่และได้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาแล้ว โดยผู้สอนได้มีการกำหนดตัวอย่างให้กับผู้เรียน ตลอดจนให้ผู้เรียนได้นำเสนอการทำตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม GeoGebra จากนั้นผู้สอนได้แบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนกลุ่มละ 4-5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันกำหนดตัวอย่าง แล้วให้ออกมานำเสนอตัวอย่างของแต่ละกลุ่มที่ได้กำหนดเอาไว้พร้อมแสดงการหาคำตอบร่วมกับนำเสนอการใช้โปรแกรม GeoGebra
4. ขั้นสรุป คือ การสรุปเนื้อหาที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาผ่านการยกตัวอย่างพร้อมได้ลงมือทำ ทั้งนี้ผู้สอนได้ถาม/ตอบกับผู้เรียนแล้วร่วมกันสรุปพร้อมบันทึกในแต่ละเนื้อหาที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

ตัวแปรตาม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
กระบวนการวิชาเรขาคณิต
วิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับ
ครู เรื่อง ลิมิตและความ
ต่อเนื่องของนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในรูปแบบการวิจัยกึ่งเชิงทดลองในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู

ตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบด้วย แบบฝึกหัด 1-4 จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบย่อย 1-4 จำนวน 2 ข้อ

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่องลิมิตและความต่อเนื่อง เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

2.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มี 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยี 4) ด้านผู้สอน 5) ด้านการวัดและประเมินผล โดยมีคำถามด้านละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือการวิจัยแล้วนำไปทดลองใช้ก่อนที่จะนำเครื่องมือการวิจัยมาใช้กับตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ใช้เวลาในการวิจัย 10 ชั่วโมง โดยทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมงและใช้เวลาในการสอนตามแผน 8 ชั่วโมง จากนั้นนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องและความเป็นไปได้ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน และการวัดและประเมินผล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนน รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยมีค่า (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่ตัวอย่างในการวิจัยโดยทดลองรายบุคคลจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่งจำนวน 1 คน เรียนปานกลางจำนวน 1 คน และเรียนอ่อนจำนวน 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกลุ่มย่อยจำนวนนักศึกษา 9 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาเรียนเก่งจำนวน 3 คน เรียนปานกลางจำนวน 3 คน และเรียนอ่อนจำนวน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 65/65 เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา สื่อการสอน เนื้อหาและกิจกรรม แล้วนำข้อบกพร่องจากการทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองภาคสนามจำนวนนักศึกษา 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยที่ E1/E2 โดย E1 คือ การทำแบบฝึกหัด 1-4 และแบบทดสอบย่อย 1-4 และ E2 คือ การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู (CMA2108) เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ตามหลักการของการสร้างมโนทัศน์ของ Bruner (1966) และ การใช้โปรแกรม GeoGebra ของ Hohenwarter and Jones (2007) โดยมีขั้นตอนการสอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ คือ การใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (prior knowledge) เป็นขั้นที่อาจารย์ผู้สอนได้นำเนื้อหาความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ที่จะนำมาใช้สอนในเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงนั้น โดยอาจารย์ผู้สอนให้นักศึกษาได้ทบทวนเนื้อหาเดิมที่จะเป็นพื้นฐานโดยอาจารย์ใช้คำถามกระตุ้น เน้นให้นักศึกษาร่วมกันตอบคำถาม ทำให้นักศึกษาได้ระลึกถึงความรู้เดิมและสามารถนำมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนในเนื้อหาในชั่วโมงนั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน คือ การสอนให้เกิดความรู้และความเข้าใจ (knowing and understanding) เป็นขั้นตอนที่อาจารย์ผู้สอนจะเริ่มสอนในองค์ความรู้ใหม่ให้กับนักศึกษา ทั้งนี้อาจารย์ผู้สอนได้มีการยกตัวอย่างหรือให้นักศึกษาดูพร้อมการอธิบายแสดงวิธีทำให้ดูเป็นตัวอย่างในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักศึกษาเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องต่อการนำองค์ความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานของการเรียนในเนื้อหาต่อไป อาจารย์ผู้สอนได้นำเสนอตัวอย่างพร้อมทั้งใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมประกอบการสอน เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นตัวอย่างพร้อมเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องชัดเจน รวมถึงยังใช้โปรแกรม GeoGebra เพื่อให้นักศึกษาได้ตรวจสอบความเข้าใจและการยืนยันความถูกต้องของมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องทำให้เกิดการเปรียบเทียบข้อมูลที่นักศึกษาได้รับและตรวจสอบโดยโปรแกรมดังกล่าว

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือทำ คือ อาจารย์ได้ให้นักศึกษาทุกคนลงมือทำ หลังจากให้นักศึกษาผ่านขั้นตอนการสอนโดยสร้างความรู้ใหม่และได้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาแล้ว โดยอาจารย์ผู้สอนได้มีการกำหนดตัวอย่างให้กับนักศึกษา ตลอดจนให้นักศึกษาได้นำเสนอการทำตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม GeoGebra จากนั้นอาจารย์ได้

แบ่งกลุ่มให้นักศึกษากลุ่มละ 4-5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันกำหนดตัวอย่าง แล้วให้ออกมานำเสนอตัวอย่างของแต่ละกลุ่มที่ได้กำหนดเอาไว้พร้อมแสดงการหาคำตอบร่วมกับนำเสนอการใช้โปรแกรม GeoGebra ในการนำเสนอด้วย ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้ทุกกลุ่มได้เข้าใจในโจทย์ที่กำหนดมาให้ ในขณะเดียวกันก็เป็น การที่ทุกกลุ่มจะได้ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องในเรื่อง มโนทัศน์ของนักศึกษาแต่ละกลุ่มด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป คือ การสรุปเนื้อหาโดยอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมา โดยผ่านการยกตัวอย่างพร้อมได้ลงมือทำ ทั้งนี้อาจารย์ผู้สอนถามตอบกับนักศึกษาแล้วร่วมกันสรุป พร้อมบันทึกบทสรุปในแต่ละเนื้อหาที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

2) ผู้วิจัยสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียนชุดเดียวกันเป็นแบบทดสอบอัตนัย ดำเนินการโดยศึกษาจากเอกสาร ตำราเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลทางการศึกษา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลังจากนั้น สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 20 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็น ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องมาแล้ว จำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนชุดเดียวกัน จากนั้นนำผลการทดสอบไปหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่น (R) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 10 ข้อ โดยมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.86 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.81 จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับตัวอย่างต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ตาราง 1)

ตาราง 1

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน / ความหมาย	คำอธิบาย
2 / ถูกต้องอย่างสมบูรณ์	คำตอบถูกต้อง โดยมีการอธิบายสื่อความหมายที่มีการอ้างอิง บทนิยาม กฎเกณฑ์ หลักการ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
1 / ถูกต้องบางส่วน	คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายสื่อความหมายโดยมีการอ้างอิง บทนิยามกฎเกณฑ์ หลักการ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0 / ไม่ถูกต้อง	คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายสื่อความหมายโดยมีการอ้างอิง บทนิยาม กฎเกณฑ์ หลักการ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบไม่ถูกต้อง หรือคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนตอบใด ๆ

3) สำหรับการพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากตำราเกี่ยวกับแบบสอบถามความพึงพอใจ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ที่มีคะแนน 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด จำนวน 20 ข้อ แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้วิธีสอนเน้นมโนทัศน์เป็นฐานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาหาค่าความเที่ยงตรง (IOC) โดยมีความอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.85 แล้วนำไปใช้กับตัวอย่างต่อไป โดยผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การแปลผลระดับความพึงพอใจตามเกณฑ์การประเมินผลของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) จากนั้นนำไปดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยมีแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มาทำการทดสอบก่อนเรียนกับตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการควบคุมการทดสอบด้วยตัวผู้วิจัยเอง

3.2 ระหว่างการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง จำนวน 4 แผน ในแต่ละแผนประกอบไปด้วยแบบฝึกหัด 1-4 และแบบทดสอบย่อย 1-4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวผู้วิจัยเอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้มีการเก็บคะแนนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด 1-4 และแบบทดสอบย่อย 1-4 หลังจากเรียนเสร็จในแต่ละแผนทั้ง 4 แผนแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ มาทำการทดสอบหลังเรียนกับตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการควบคุมการทดสอบด้วยตัวผู้วิจัยเอง และทำการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 5 ด้าน จากการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง จำนวน 4 แผน

3.3 หลังการทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัด 1-4 แบบทดสอบย่อย 1-4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวผู้วิจัยเอง แล้วนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด 1-4 และแบบทดสอบย่อย 1-4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาหาค่าประสิทธิภาพของ E1 โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) และหาร้อยละของคะแนนที่ได้จากคะแนนเต็ม และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมาหาค่าประสิทธิภาพของ E2

4.2 นำผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สถิติการทดสอบค่า (t -test) แบบ dependent

4.3 นำผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มาคำนวณ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า

1. การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพ 77.83/76.90 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ตาราง 2)

ตาราง 2

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยการใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	18	60	46.70	77.83
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	18	20	15.38	76.90
E1/ E2=77.83/76.90				

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 9.94 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 3)

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

กลุ่มทดลอง	n	M	SD	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	18	9.94	3.51	6.55*	17	0.00
หลังเรียน	18	15.38	2.25			

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ระดับความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($M = 4.66$, $SD = 0.08$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($M = 4.78$, $SD = 0.01$) รองลงมาคือด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย ($M = 4.70$, $SD = 0.02$) และต่ำที่สุดคือด้านผู้สอน มีค่าเฉลี่ย ($M = 4.58$, $SD = 0.50$) (ตาราง 4)

ตาราง 4

ระดับความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

รายการประเมิน	M	SD	แปลความหมาย	ลำดับที่
1.ด้านเนื้อหา	4.59	0.07	มากที่สุด	4
2.ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.78	0.01	มากที่สุด	1
3.ด้านสื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยี	4.65	0.06	มากที่สุด	3
4.ด้านผู้สอน	4.58	0.50	มากที่สุด	5
5.ด้านการวัดและประเมินผล	4.70	0.02	มากที่สุด	2
รวม	4.66	0.08	มากที่สุด	-

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีประเด็นในการอภิปราย ดังต่อไปนี้

1. การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ประสิทธิภาพของการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร มีประสิทธิภาพ 77.83/76.90 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนการวิจัย อาจเป็นเพราะว่าก่อนการทดลองผู้วิจัยได้นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปหาคุณภาพของแผน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนน แล้วปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และมีการตรวจสอบข้อบกพร่องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมด้านภาษา เนื้อหา กิจกรรม สื่อ เวลา และปัญหาที่พบในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องมีการทดลองใช้กับนักศึกษาแบบเดี่ยวจำนวน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพโดยรวม 61.35/60.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 60/60 และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพโดยรวม 66.14/66.05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 65/65 จากนั้น เมื่อนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาคสนามจำนวน 30 คน พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมเท่ากับ 73.76/71.81 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 และเมื่อนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้จริงกับตัวอย่างจำนวน 18 คน พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 77.83/76.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนของการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ และได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยผู้วิจัยได้ออกแบบการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนเน้นมโนทัศน์เป็นหลักร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเองมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจนสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามตัวชี้วัด ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่า การผลิตสื่อหรือชุดกิจกรรมการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดกิจกรรมการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจจากสื่อหรือชุดกิจกรรมการสอนในระดับใดนั้นผู้ผลิตสื่อหรือชุดกิจกรรมการสอน จำเป็นต้องนำสื่อหรือชุดกิจกรรมการสอน ไปหาคุณภาพเรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ

2. จากการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีคะแนนก่อนเรียน 9.94 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียน 15.38 คะแนน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีความชัดเจนทุกขั้นตอน โดยมีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนตามกระบวนการสอนโดยผู้สอนได้ใช้ หลักการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ และหาข้อสรุป ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Wilson (1971) ที่กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นลักษณะความสามารถของผู้เรียน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจกับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงที่เผชิญอยู่ได้อย่างยาวนาน ในการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ตามที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาตัวอย่างในการวิจัยดังกล่าว มีคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดเอาไว้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพสูง ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง มีรายละเอียด ดังนี้

ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($M = 4.66, SD = 0.08$) ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยทำให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการที่จะเรียนรู้ และเข้าร่วมทำกิจกรรมระหว่างเรียนทุกครั้ง เพราะนักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและสามารถใช้โปรแกรม GeoGebra ในการเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ให้กับนักศึกษานอกจากจะได้เรียนรู้จากอาจารย์ผู้สอนแล้ว โปรแกรม GeoGebra ยังช่วยให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจและเห็นภาพได้อย่างชัดเจนในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ส่งผลให้นักศึกษามีมโนทัศน์ที่ถูกต้องต่อกระบวนการเรียนรู้ในบทเรียนที่กำลังเรียนรู้ในขณะนั้น ซึ่งการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาช่วยในการสอน จึงทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและเข้าใจได้อย่างง่าย ส่งผลให้นักศึกษามีความสุขต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนอยู่ตลอดเวลาในการทำกิจกรรมของอาจารย์ผู้สอน ทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การแปลผลโดยอ้างอิงระดับความพึงพอใจของการประเมินผลของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถแบ่งได้เป็น 3 ข้อ ดังนี้

3.1 ระดับสูงที่สุด คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ($M = 4.78, SD = 0.01$) เพราะว่าคุณสอนได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ยึดหลักการของความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในระหว่างดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและคุณสอนยังได้นำเทคโนโลยีทางการศึกษามาช่วยอธิบายเนื้อหาในชั้นเรียนซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวก็คือ โปรแกรม GeoGebra จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ จนสามารถสร้างมโนทัศน์ต่อกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง เป็นต้นเช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) กล่าวว่า คุณสอนจะต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่เสมอด้วย เพื่อให้มีความชำนาญจนสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม ปัจจุบันมีการพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันหลากหลายรูปแบบที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับมหาวิทยาลัย โดยสื่อเหล่านี้จะอิงหลักของการพัฒนาการตามวัยของเด็ก ซึ่งจะส่งผลต่อสภาพจิตใจของผู้เรียนในด้านดี

3.2 ระดับรองลงมา คือ ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย ($M = 4.70, SD = 0.02$) เพราะว่าคุณวิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง ซึ่งเครื่องมือในการวัดและประเมินผลดังกล่าวประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่องลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบด้วยแบบฝึกหัด 1-4 จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบย่อย 1-4 จำนวน 2 ข้อ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่องลิมิตและความต่อเนื่อง เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่องลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มี 5 ด้านประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยี 4) ด้านผู้สอน 5) ด้านการวัดและประเมินผล โดยมีคำถามด้านละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งเครื่องมือวิจัยในการวัดและประเมินผลทางการเรียนรู้ของนักศึกษาผู้วิจัยได้นำไปหาคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำมาทำการทดลอง

3.3 ระดับต่ำที่สุด คือ ด้านครูผู้สอน มีค่าเฉลี่ย ($M = 4.58, SD = 0.50$) เพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง คุณสอนไม่สามารถนำเสนอการใช้ฟังก์ชันได้มากพอในโปรแกรม GeoGebra อันเนื่องมาจากเวลาในการสอนมีจำกัด ทำให้คุณสอนแนะนำการใช้ฟังก์ชันของโปรแกรม GeoGebra ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามคุณสอนก็ได้แนะนำให้ให้นักศึกษาไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ข้อมูลอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและนำโปรแกรม GeoGebra มาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นไปตามที่ Bruner (1993) ได้เสนอแนะว่าให้คำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องของการจัดประสบการณ์ของการเรียนให้มีลำดับความหมายให้มีความสัมพันธ์อย่างเหมาะสม

4. ผู้วิจัยสรุปประเด็นการอภิปรายผลการวิจัยทั้ง 3 ข้อ ที่กล่าวมา ดังต่อไปนี้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง โดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพ 77.83/76.90 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($M = 4.66$, $SD = 0.08$) เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัสสำหรับครู เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่อง ภายใต้เนื้อหาสาระ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน ซึ่งในกิจกรรมการสอนมีความชัดเจนทุกขั้นตอน และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ทำให้การเรียนรู้และการค้นหาคำตอบของนักศึกษาแต่ละคนแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้เน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการนำเทคโนโลยีทางการศึกษา โปรแกรม GeoGebra มาร่วมในกระบวนการหาข้อสรุปของโจทย์ปัญหา หรือข้อคำถามของแต่ละคนเผชิญอยู่ และนักศึกษายังสามารถนำวิธีการสอนนี้ไปใช้สอนในอนาคตต่อไปได้ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิด วิธีการสอนที่เน้นมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มาใช้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้มาเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงส่งผลให้ผู้วิจัยประสบผลสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวิจัยโดยใช้การสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีสอนเน้นมโนทัศน์ อาจารย์ผู้สอนมีความสำคัญในการสร้างแรงจูงใจให้กับนักศึกษา ควรเตรียมขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและเสริมแรงจูงใจ การใช้คำถามและการช่วยเหลือผู้เรียนในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

2. ในกรณีที่พบว่า นักศึกษาไม่เกิดองค์ความรู้จากการเรียน อาจารย์ผู้สอนควรให้การช่วยเหลือ ส่งเสริมสนับสนุน ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ อาจเริ่มต้นจากอาจารย์ผู้สอนตั้งคำถามหรือยกตัวอย่างโจทย์จากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่อาจารย์ผู้สอนต้องดูแลเอาใจใส่เพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และสามารถเข้าใจตรงตามจุดประสงค์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ อันเนื่องมาจากการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่สามารถมองเห็นเป็นภาพที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น จากปกติแล้ววิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม จึงยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้นการนำโปรแกรม GeoGebra มาช่วยเสริมใน

การอธิบายของอาจารย์ผู้สอน ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์จนเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของผู้เรียน และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ควรมีการนำรูปแบบการวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สามารถสร้างสื่อสามมิติได้ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์พิเศษที่เพิ่มเข้ามาอีกหนึ่งอย่างของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ และนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาต่าง ๆ ได้แก่ เรขาคณิต แคลคูลัส พีชคณิต กราฟและสถิติ ผู้ใช้งานสามารถสร้างรูปทรงต่าง ๆ ทางเรขาคณิต ลงพิกัดวัดขนาด หาพื้นที่และปริมาตร พร้อมทั้งสามารถสร้างรูปคลื่น รูปตัด เลื่อนรูปและดูภาพในมุมมองต่าง ๆ ได้ ซึ่งโปรแกรมมีเครื่องมือและคำสั่งไว้อย่างครบถ้วน ช่วยให้ผู้สอนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติได้ง่าย เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีสอนเน้นมโนทัศน์ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มอื่น ๆ และนำไปใช้สอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมทักษะและความเข้าใจของผู้เรียน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.
- พจนันท์ วัชรไทย์. (2565). *การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอนแบบ kwdl ร่วมกับโปรแกรม geogebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. DSpace at Silpakorn University. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/4149>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิทธิชัย พานิชย์วิไล. (2564). *ปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. NU Intellectual Repository. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2021_07_16_16_26_40.pdf

- สุทิน บัณฑิตา. (2558). ผลของการใช้โปรแกรม geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารครูพิบูล*, 2(ฉบับพิเศษ 1), 50. <https://doi.org/10.14456/edupsru.2015.9>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. http://academic.obec.go.th/images/document/1580786328_d_1.pdf
- สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2564, 01 มิถุนายน). *รายงานประจำปี 2564 กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม*. <https://www.ops.go.th/th/data-store/archive-documents/94-annual-report/6669-2564>
- อัมพร ม้าคอง. (2558). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1993). Explaining and interpreting: Two ways of using mind. In G. Harman (Ed.), *Conceptions of the human mind: Essays in honor of George Miller* (pp. 28-29). Lawrence Erlbaum.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Teaching and learning geometry with GeoGebra. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 39(1), 44-49. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0002-9>
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. In B. S. Bloom (Ed.), *Handbook and formative evaluation of student learning*. McGraw-Hill.
- Zakaria, E., & Lo, W. H. (2012). *Geogebra for teaching and learning mathematics: A review*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(4), 497-510. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.684796>
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching trigonometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.036>