

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY THROUGH THE USE
OF THE GEOMETER'S SKETCHPAD ON FUNCTION FOR MATTHAYOMSUKSA 4 STUDENTS

ศศิณา ธรรมกุล

Sasinapa Thammakul

โรงเรียนสกลทวาปี องค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

Sakonhawapee School, Sakon Nakhon Provincial Administrative Organization, Sakon Nakhon 47000, Thailand

*Corresponding author: Email: pookkapuy7794@gmail.com

รับบทความ 2 กรกฎาคม 2564 แก้ไขบทความ 28 กรกฎาคม 2564 ตอบรับบทความ 13 สิงหาคม 2564 เผยแพร่บทความ เมษายน 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสกลทวาปี อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 8 แผน และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่อิสระกัน (Dependent Samples t-test)

ผลการวิจัย พบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.95/77.26 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.6709 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 67.09
3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.39$).

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง, โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ABSTRACT

The purposes of this study were 1) to develop mathematics learning activities based on constructivist theory through the use of the Geometer's Sketchpad on Function for Matayomsuksa 4 students to meet the efficiency criteria of 75/75, 2) to examine the effectiveness index of the developed mathematics learning activities, 3) to compare the students' learning achievement before and after the intervention, and 4) to explore students' satisfaction toward the develop mathematics learning activities. The sample group, obtained through cluster random sampling, was Mathayomsuksa 4/ 1 with 31 students at Sakonhawapee School in the second semester of the 2019 academic year. The research instruments consisted of 1) eight lesson plans, and 2) a learning achievement test. The statistics for data analysis were mean, standard deviations, and Dependent Samples t-test.

The results revealed that:

1. The efficiency of the developed mathematics learning activities was 79.95/ 77.26, which met the 75/75 criteria.
2. The effectiveness index of the developed mathematics learning activities was 0.6709, indicating that the students' learning progress achieved 67.09 percent.
3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that of the pre-intervention performance at the .01 level of significance.
4. The students' satisfaction toward the developed mathematics learning activities was at a high level ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.39$).

Keywords: Mathematics Learning Activities, Constructivist Theory, The Geometer's Sketchpad

บทนำ

ประเทศไทยได้เผชิญกับวิกฤตและความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นแรงกดดันภายนอก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลก ผลกระทบของการเป็นประชาคมอาเซียน และความต้องการกำลังคนที่มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งแรงกดดันจากภายในประเทศ ซึ่งได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร การเติบโตของเศรษฐกิจ ในขณะที่การบริหารจัดการภาครัฐยังด้อยประสิทธิภาพ ขาดความโปร่งใส และมีปัญหาคอร์รัปชันเป็นวงกว้าง จึงส่งผลให้การผลักดันและขับเคลื่อนการพัฒนาไม่เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างเต็มที่ บางส่วนของสังคมไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควรจะเป็น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559, หน้า 1)

จากวิกฤตปัญหาของประเทศ หลายภาคส่วนมีการเปลี่ยนแปลงโดยการปฏิรูปประเทศไทยและกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ไว้เป็นกรอบการพัฒนาประเทศในระยะยาวและกำหนดวิสัยทัศน์ การพัฒนาไว้ว่า ประเทศมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน และเป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และพัฒนาสู่การเป็นประเทศไทย 4.0 ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Based Economy) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 3) ดังนั้น ความจำเป็นต้องเตรียมกำลังคนที่มีความรู้ สมรรถนะและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งสำคัญ การปฏิรูปประเทศจึงต้องเริ่มต้นที่การปฏิรูปการศึกษา เพื่อให้ระบบการศึกษาเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนประเทศ และหัวใจสำคัญของการปฏิรูประบบการศึกษาอยู่ที่การสร้างระบบความรับผิดชอบต่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยโรงเรียนควรเป็นหน่วยหลักในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการออกแบบหลักสูตร วิธีการสอน และวิธีการวัดผลตามแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2557, หน้า 10-11) และวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ และมีแบบแผน ตลอดจนทักษะการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา ดังนั้น คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 47) คณิตศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานที่ทุกคนต้องเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะให้เกิดเป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์และนำมาปรับใช้กับปัญหาและเหตุการณ์ต่าง ๆ การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย ช่วยให้ไม่ย่อท้อต่อปัญหา เกิดความกระตือรือร้น เพื่อแสวงหาแนวทาง และมีความมั่นใจในการเผชิญกับปัญหาที่เจอ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และเป็นความรู้พื้นฐานที่ติดตัวตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2555, หน้า 7)

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสกลทวาปี อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร พบว่า ประสิทธิภาพการสอนคณิตศาสตร์ไม่เท่าที่ควร เห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2560-2561 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายของสถานศึกษา (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนสกลทวาปี, 2561, หน้า 15-16) นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาเพิ่มเติมมีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายทุกระดับชั้น จากประสบการณ์การสอน การสังเกต การศึกษาเอกสารประกอบการสอน การตรวจแบบฝึกหัดและแบบฝึกทักษะของนักเรียน และการสอบถามครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนในรายวิชาเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องฟังก์ชันหลายประการ เช่น นักเรียนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์กับฟังก์ชันได้ นักเรียนไม่สามารถเทียบเคียงระหว่างตัวแทนฟังก์ชันเดียวกันที่อยู่ในรูปที่ต่างกัน เช่น กราฟกับสัญลักษณ์

อีกทั้งนักเรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชัน สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาซึ่ง พบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่คลาดเคลื่อนเรื่องฟังก์ชันหลายประการ ดังนี้ 1) ด้านบทนิยาม สัญลักษณ์ สมบัติและตัวแปร 2) ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การใช้สูตร การคิดคำนวณ การตีความภาษา การตรวจสอบการแก้ปัญหาและการเขียนกราฟ (เกษสุตา บุรณพัตต์, 2545, หน้า 77-79) นอกจากนี้ ยังพบว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชัน คือ กระบวนการทักษะการคิดคำนวณและด้านการประยุกต์ (นิภาพร นาอ่อน, 2545, หน้า 73-74) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนใหม่ กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ เนื่องจากหากนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องฟังก์ชันอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหัวข้อเรื่องอื่น ๆ เช่น ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติและแคลคูลัส และความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชันเป็นสิ่งที่ซับซ้อนมีความคิดรวบยอดย่อยต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกัน (Lloyd and Wilson, 1998, pp. 248-274) และการพัฒนาความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับนี้ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น (O'Callaghan, 1998; NCTM, 2000, pp. 21-40)

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการสอนต่าง ๆ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้นั้นจะต้องมีรูปแบบและวิธีการที่ให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนต้องพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ให้รู้จักคิดและแก้ปัญหา จะเห็นว่าแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเพียเจต์ (Piaget 1972 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2547, หน้า 90-91) อธิบายว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นการพัฒนาก้าวหน้าของปัญญาของบุคคล มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไป สัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา นอกจากนี้การเรียนการสอนนั้น นักเรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Active) นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายกับสิ่งนั้นด้วยตนเองโดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical Knowledge Activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดการกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิด ลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ (ทิศนา แคมมณี, 2548) ทำให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพของตน รู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ มีกิจกรรมหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งเสริมความสามารถแต่ละด้าน ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เสนอแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐาน โดยที่ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ซึ่งเกิดจากบุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง (Reflection) ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring) ซึ่งได้รับการตรวจสอบทั้งโดยตนเองและผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในกรอบโครงสร้างนั้น และสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างโครงสร้างใหม่อื่น ๆ ต่อไป (ไพจิตร สดวกการ, 2539, หน้า 3) สอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2553, หน้า 94-96), เนืองนิตย์ ขาวนาฮี (2553, หน้า 170-172) และนลินี ณ นคร (2552, หน้า 63-64) ซึ่งได้กล่าวว่าไว้ว่า การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นกระบวนการสร้างความรู้ และการปฏิบัติจริง ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาพยายามค้นหาค้นคิด จนนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructure) จากการศึกษาของอำภรณ์ บริวงษ์ (2553, หน้า 75-76), ปาจิตร ศรีสะอาด (2553, หน้า 105), วิธินี บัวเผื่อน (2559, หน้า 137-138) และวันชลมา ปานากาแข็ง (2560, หน้า 76) ซึ่งพบว่า การพัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ Underhill (1991, pp. 229-248) เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้นำสอน 2.1) เสนอสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล 2.2) ไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย 2.3) เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น 3) ชี้นำสรุป 4) ชี้นำฝึกทักษะและการนำไปใช้ 5) ชี้นำประเมินผล ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตัวเองอย่างเต็มที่เขาจะต้องจัดการกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจและจะต้องหาทางแก้ไขต่อไป

(ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 64) นอกจากการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนแล้วแนวทางหนึ่งในการลดความเป็นนามธรรม และสร้างความเข้าใจเรื่องฟังก์ชัน คือ การใช้สื่อการสอน กล่าวคือ นอกจากการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้แล้วควรส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมและอุปกรณ์การสอนเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้นรวดเร็ว สามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นนามธรรมกับรูปธรรม ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน ครูต้องพยายามหาสื่อรูปธรรมต่าง ๆ มาใช้เป็นตัวแบบในการสร้างแนวคิดของนักเรียน เพื่อช่วยให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 212) ทั้งนี้ครูควรหาสื่อที่จูงใจและเหมาะสมเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมองเนื้อหาคณิตศาสตร์ อย่างเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) การใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาทุกปัญหา ได้แก่ ปัญหาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ พีชคณิต ตรรกศาสตร์ แคลคูลัส ฟิสิกส์ และการเขียนแบบ โปรแกรม GSP นิยมนำมาใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิต ด้วยลักษณะเด่นของโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ การเคลื่อนไหว (Dynamic) แทนการหยุดนิ่ง (Static) ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว เห็นสิ่งที่เป็นนามธรรมพัฒนาไปสู่ความคิดที่เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น ลักษณะของโปรแกรมที่ออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้งาน การทำความเข้าใจ การสื่อความหมายตรงกันกับหน้าที่ของเครื่องมือในโปรแกรม การใช้โปรแกรม GSP เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นำเทคโนโลยีเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นครูผู้สอน ให้เล็งเห็นถึงความก้าวหน้าในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เสรี สุขโยธิน (2556, หน้า 9) กล่าวว่า โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมที่ดีมากโปรแกรมหนึ่งซึ่งนำศึกษาเป็นอย่างมากเพราะนอกจากจะสร้างสรรค์ผลงานที่สวยงามแล้วยังเป็นโปรแกรมที่สร้างเสริมเพิ่มพลังสมองเพราะสามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เห็นจริง ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์สนุกและไม่น่าเบื่อ นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการหลายท่านศึกษาบทบาทของโปรแกรม GSP ในกระบวนการสร้างความเข้าใจในโมเดลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ภัทรวดี สุภัทโรบล (2557, หน้า 139-141), สิริณัฐ ประจิมทิศ (2553, หน้า 173-174), แสงดาว เพชรสมบัติ (2553, หน้า 167-170), สุนทรีย์ สว่างคำนาม (2550, หน้า 281-282), บุญทัน สุดพงศ์ (2550, หน้า 207-211), ทองขาว แสงสุริจันทร์ (2550, หน้า 89-93), และ Heingraj (2006, pp. 17-20) พบว่านักเรียนพัฒนาความเข้าใจในโมเดลทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น และสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการนำโปรแกรม GSP ซึ่งเป็นสื่อชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการช่วยสอนมาแทรกเข้ากับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จะก่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้รู้จักคิดและแก้ปัญหา รวมไปถึงนักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน รวมทั้งสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูและผู้เกี่ยวข้อง โดยการนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มาผนวกกับวิธีการสอนที่ต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิม ซึ่งจะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

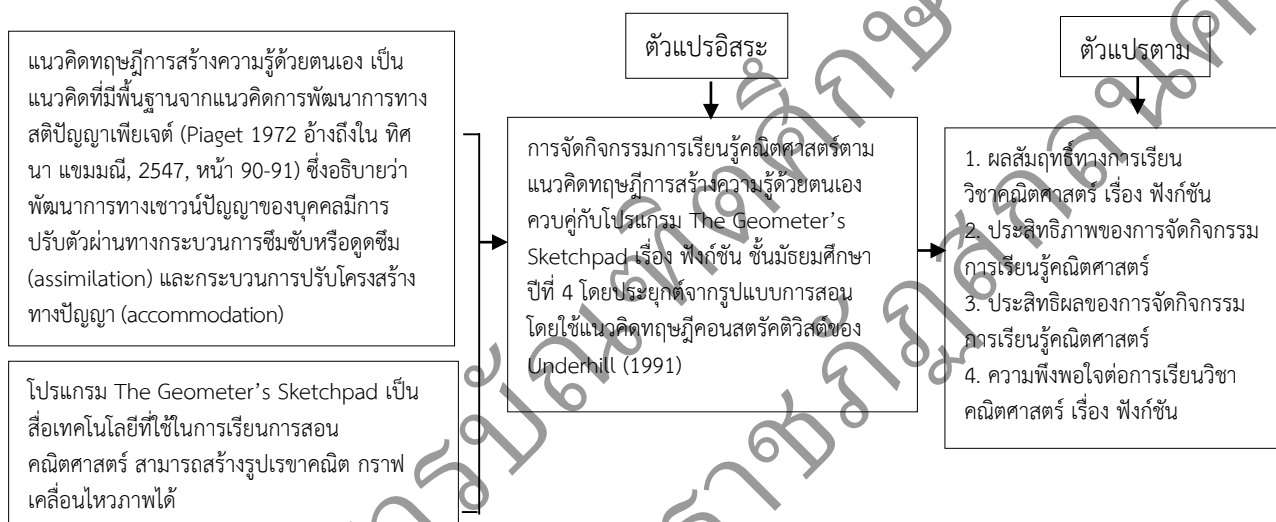
ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน มีสาระการเรียนรู้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ ตัวผกผันของความสัมพันธ์ ความหมายของฟังก์ชัน ฟังก์ชันเพิ่ม และฟังก์ชันลด การดำเนินการของฟังก์ชัน ฟังก์ชันผกผัน และเทคนิคการเขียนกราฟ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์จากรูปแบบการสอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill (1991) โดยมีลำดับขั้นตอนจำนวน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน ประกอบด้วย ขั้นเสนอเผชิญสถานการณ์ ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย และขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน 3) ขั้นสรุป 4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ และ 5) ขั้นวัดและประเมินผล ผู้วิจัยเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสกลทวาปี อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 74 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสกลทวาปี อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบวัดที่ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert Scale) จำนวน 15 ข้อ

วิธีรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วบันทึกผลสอบที่ได้เป็นคะแนนก่อนเรียน

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสกลทวาปี อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยกลุ่มตัวอย่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3. เมื่อสอนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4. นำคะแนนที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) แล้วนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างรายชื่อ ไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย โดยศึกษาการสร้างแบบสอบถามตามวิธีการของ ริเคอร์ท ซึ่งมี 5 ระดับ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยใช้แนวคิดของ เบสท์ (Best, 1986, p. 195) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ

1.2 ค่าเฉลี่ย

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.1 การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.2 การหาค่าอำนาจจำแนกหาโดยใช้วิธีของเบรนนาน (Bernan)

2.1.3 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีของโลเวท

2.1.4 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจ

2.2.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจโดยใช้วิธีของ Cronbach

2.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจเป็นรายชื่อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

2.3 การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร (E_1 / E_2)

2.4 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ Dependent Sample t-test

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังปรากฏในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สัญลักษณ์	ความหมาย	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
E_1	ประสิทธิภาพกระบวนการ	112	31	2,776	89.55	3.82	79.95
E_2	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์	40	31	956	30.90	0.91	77.26

จากตาราง 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.95 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.26 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน กล่าวได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 79.95/77.26 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังปรากฏในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน	ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
31	40	383	958	0.6709

จากตาราง 2 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6709 แสดงว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6709 หมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 67.09

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังปรากฏในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

	$\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	12.35	2.058	18.55	2.063	50.060**	30	0.000
หลังเรียน	30.90	0.908					

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 12.35 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 30.90 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังปรากฏในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายการพิจารณา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน	3.87	0.67	มาก
2. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีภาพประกอบสามารถเคลื่อนไหวได้ ทำให้มองเห็นเนื้อหาที่นามธรรมให้เป็นรูปธรรม และทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น	4.42	0.56	มาก
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการซักถาม มีการถาม-ตอบกับครู และมีความสัมพันธ์กับเพื่อนได้มากยิ่งขึ้น	4.19	0.54	มาก
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน มีทันสมัยและเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน	4.23	0.56	มาก
5. เมื่อครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad นักเรียนพอใจและเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น	4.23	0.67	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ และเพิ่มจินตนาการ	4.19	0.70	มาก
7. ต้องการให้มีการเรียนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในเนื้อหาอื่น ๆ	4.39	0.56	มาก
8. การเรียนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยให้เรียนโดยไม่จำกัดเวลา	4.03	0.75	มาก
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำให้นักเรียนได้รับความรู้มากขึ้น	4.19	0.75	มาก
10. บทเรียนโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้รวดเร็ว สะดวก และแม่นยำ	4.00	0.68	มาก
11. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สร้างใจหทัยคำถามในเนื้อหาได้มากมาย	3.97	0.71	มาก
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีการใช้สร้างสื่อการสอนได้เหมาะสม	3.90	0.40	มาก
13. บทเรียนโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการสร้างกราฟของฟังก์ชันได้ง่าย สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว	4.13	0.72	มาก
14. บทเรียนโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียน	4.16	0.73	มาก
15. นักเรียนมีความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad	4.32	0.70	มาก
รวม	4.15	0.39	มาก

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.15 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.39

อภิปรายผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 79.95/77.26 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่

กำหนดไว้ นั้นแสดงว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย ใบงาน และแบบฝึกหัด เท่ากับ 79.95 ซึ่งมากกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ซึ่งได้มาจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบหลังเรียน ทั้งนี้เนื่องจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละแผนนั้นคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของกิจกรรม กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน สร้างความเข้าใจโดยมีการลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก และจัดกิจกรรมตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้สอน 2.1) เสนอสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล 2.2) ไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย 2.3) เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น 3) ชี้สรุป 4) ชี้ฝึกทักษะและการนำไปใช้ 5) ชี้ประเมินผล ซึ่งทฤษฎีนี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาหรือบทเรียนนั้นอย่างถ่องแท้ เมื่อนักเรียนรู้จักสิ่งนั้นด้วยตัวเองอย่างต้นตัว นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ และจะต้องหาทางแก้ไขต่อไป ทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายค้นหา และค้นคว้าตลอดเวลาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เบื่อหน่าย การกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้จะทำให้ให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งในและระหว่างกลุ่ม ฝึกการทำงานเป็นทีม กล้าแสดงความคิดเห็น อภิปราย ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นอกจากนี้สื่อที่ผู้วิจัยใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ คือ โปรแกรม GSP ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะของการนิภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ทำให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว เห็นสิ่งที่ป็นรูปธรรมพัฒนาไปสู่ความคิดที่เป็นนามธรรมยิ่งขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการสูงกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำผึ้ง ชูเลิศ (2553, หน้า 55) ซึ่งได้พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.45/77.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และธงชัย จันทร์ปัญญา (2554, หน้า 75-78) ได้พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.83/72.67 นอกจากนี้วัชย์ โพธิ์ศรี (2555, หน้า 69-73) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระเพิ่มเติม เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโปรแกรม GSP ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม GSP เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.29/80.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6709 แสดงว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6709 หมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 67.09 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ควบคู่กับโปรแกรม GSP ซึ่งเป็นสื่อที่นำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ตามมาตรฐานของหลักสูตร พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะการจินตนาการ เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548, หน้า 1-2) นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP ยังเป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาหุปัญญาได้แก่ ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ข, หน้า 2) จึงทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จนทำให้การเรียนของนักเรียนเกิดการพัฒนาและความก้าวหน้าในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับปาดิร ศรีสะอาด (2553, หน้า 105) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง พาราโบลา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6897 และวันชลมา ปานากาซึ่ง (2560, หน้า 76) ได้ศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 0.6136 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.36

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม GSP มีใบงานและแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกตนเองในแต่ละเนื้อหา และเฉลยใบงานหรือแบบฝึกหัดอย่างละเอียด มีการแสดงกราฟของฟังก์ชัน ซึ่งสามารถบอกโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันจากกราฟได้โดยง่าย และภาพเคลื่อนไหวทำให้กระบวนการเรียนรู้สนุกสนาน อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจ รวมทั้งนักเรียนสามารถนำบทเรียนที่เรียนไปแล้วกลับไปทบทวนได้ด้วยตนเอง ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ ทำท่าย ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับและยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมจิตร บุญเทียม (2553, หน้า 68-93) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กิตติพร อาจิชัย (2554, หน้า 76-77) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนอกจากนี้ อัลเมกดาดี (Almeqdadi, 2000) ยังได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อความเข้าใจโน้ตสโนทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยยาร์มอก ปีการศึกษา 1999/2000 กลุ่มทดลองสอนโดยโปรแกรม GSP กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุม

4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.15 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.39 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกระตุ้นให้แสวงหาความรู้อย่างกระตือรือร้น โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และสร้างประสบการณ์ร่วมกันอย่างสนุกสนานและมีความสุข และโปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) ช่วยให้เกิดพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาหุปัญญา ได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านศิลปะ ด้วยลักษณะเด่นของโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ การเคลื่อนไหว (Dynamic) แทนการหยุดนิ่ง (Static) ทำให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน รวดเร็ว และเห็นสิ่งที่เป็นนามธรรมพัฒนาสู่ความคิดที่เป็นรูปธรรม และยังเป็นโปรแกรมที่สร้างเสริมเพิ่มพลังสมอง เพราะสามารถแสดงการทดลองทางคณิตศาสตร์ให้เห็นจริง ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์สนุกและไม่น่าเบื่อ (เสรี สุขโยธิน, 2556, หน้า 9) จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของวันชลมา ปานากาแข็ง (2560, หน้า 76) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่ และวิชย โพธิ์ศรี (2555, หน้า 69-73) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระเพิ่มเติม เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโปรแกรม GSP ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยภาพรวมความพึงพอใจทุกด้านอยู่ในระดับมากคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 นอกจากนี้ ภัทรวิดี สุภัทโรบล (2557, หน้า 139-141) ซึ่งได้พัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลาอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

1.1 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ทุกโรงเรียน

1.2 ครูผู้สอนที่ต้องการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เช่น สื่อในการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และควรอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้และขั้นตอนต่าง ๆ ให้เข้าใจ เพื่อการจัดการเรียนรู้จะได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 ก่อนจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรชี้แจงแนะนำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการ และขั้นตอนการใช้เป็นอย่างดี เพื่อมิให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอน

1.4 ครูผู้สอนสามารถปรับเนื้อหาสาระในบางกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระดับชั้นอื่น ๆ และหลักสูตรสถานศึกษา แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ทุกระดับชั้น

1.5 ครูผู้สอนสามารถปรับเวลา หรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ศักยภาพของนักเรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดเตรียมสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลประเมินผล

1.6 ในขณะที่นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครูต้องคอยสังเกต และให้ความช่วยเหลือแนะนำแก่นักเรียน ไม่สามารถปฏิบัติได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในเรื่องอื่น ๆ หรือในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 ควรมีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปใช้กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ เจตคติของนักเรียน เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง ฟังก์ชัน

2.4 ควรมีการศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควบคู่กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ควบคู่กับนวัตกรรมหรือรูปแบบการสอนอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายวิธี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

_____. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.

กิตติพร อาจิวชัย. (2554). *การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง พาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

เกษสุดา บุณณพินันต์. (2545). *การศึกษามโนทัศน์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองขาว แสงสุริจันทร์. (2550). *การศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศลาวโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิตินา ขมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิตินา แคมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย จันทน์ปัญญา. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง เวกเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นลินี ณ นคร. (2552). หลักการวัดและประเมินการคิด เล่มที่ 1. นนทบุรี: โครงการพัฒนาเด็กและ เยาวชนในถิ่นทุรกันดารตาม พระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.
- น้ำผึ้ง ชูเลิศ. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- นิภาพร นาอ่อน. (2545). การศึกษาและการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เนืองนิตย์ ขาวนาฮี. (2553). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- บุญทัน สุตพงศ์. (2550). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องแบร์เซินเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุรนารี ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปาจิตร ศรีสะอาด. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสกลทวาปี. (2561). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประจำปีการศึกษา 2561. สกลนคร: โรงเรียนสกลทวาปี.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภัทรวิดี สุภัทโรบล. (2557). การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ในเวทีนำเสนอผลงานการประชุม วิชาการและนำเสนอผลการวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5 กลุ่มระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ (หน้า 133 – 144). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วันชลมา ปานกาแข็ง. (2560). กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชัย โพธิ์ศรี. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรม GSP เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทรายทองวิทยา. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27.
- วิธินี บัวเผื่อน. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการ แก้ปัญหา โดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม, 6(3), 133-141.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2557). การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เกิดความรับผิดชอบ, ฉบับที่ 103 พฤษภาคม 2557 เรื่อง การจัดท่ายุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เกิดความรับผิดชอบ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือแนะนำการใช้งาน The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต เวอร์ชัน 4.06*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิ้ว มีเดีย.
- สมจิตร บุญเทียม (2553) การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาควัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (*The Geometer's Sketchpad : GSP*). วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133 ตอนที่ 115 ก ลงวันที่ 30 ธันวาคม 2559.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สิริณัฐ ประจิมพิศ และผู้แต่งคนอื่น ๆ. (2553) การศึกษาความเข้าใจในโมเดลทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มโดยใช้สถานการณ์จริง และโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนทรีย์ สว่างคำนาม. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเส้นตรงโดยใช้ *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เสรี สุขโยธิน. (2556). *GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 2 การสร้างสรรค์ผลงาน*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- แสงดาว เพชรสมบัติ และผู้แต่งคนอื่น ๆ. (2553) การศึกษาความเข้าใจในโมเดลทางคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม *the Geometer's Sketchpad (GSP)* เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุรนารี จังหวัด สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อำภรณ์ บริวงษ์. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบระคน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Almeqdadi, F. (2000). *The effect of using the geometer's sketchpad (GSP) on Jordanian students' understanding of geometrical concepts*. Proceedings of the International Conference on Technology in Mathematics Education. 163-169.
- Best, John W. (1986). *Research in Education*. (5th ed). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Heingraj, C. (2006). *Roles of Geometer's Sketchpad in Students' Processes of Geometric Conceptual Construction on Translation: A case study*. Paper presented at the Thailand International Conference on 21st Century Information Technology in Mathematics Education, held at Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, Thailand, September 17-20.
- Lloyd, M. and Wilson, M. (1998). Supporting innovation: The impact of a teacher's conceptions of functions on his implementation of a reform curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(3), 248-274.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- O'Callaghan. (1998). Computer-intensive algebra and students' conceptual knowledge of functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 21-40.
- Underhill, R. G. (1991). *Two Layers of Constructivist Curricular Interaction*. In E. von Glasersfeld (ed.), *Radical Constructivist in Mathematics Education*, pp. 229-248. The Netherlands: Kluwer Academic.