

บทความวิจัย (Research Article)

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

MATHEMATICAL LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON LINEAR PROGRAMMING USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD PROGRAM FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

Received: November 4, 2016

Revised: December 30, 2016

Accepted: December 6, 2016

วันชลมา ปานากาเซ้ง¹ อภิสทิธิ ภาคพงศ์พันธุ์^{2*} และรักพร ดอกจันทร์³
Wansalma Panakaseng¹ Apisit Pakapongpun^{2*} and Rakporn Dokchan³

^{1,2,3}คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Science, Burapha University, Chonburi 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: apisit.buu@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ แบบแผนการวิจัยนี้เป็นแบบ One - Group Pretest - Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ดัชนีประสิทธิผล และ t - test for Dependent Samples ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6136

2. ดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าเท่ากับ 0.6136

3. นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไป

คำสำคัญ: ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โปรแกรม GSP ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to study the effect of mathematical learning activities based on constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program (GSP) on "Linear Programming" for learning achievement and the satisfaction to the mathematical learning activities of Mathayomsuksa 5 students. The sample consisted of 34 students of Kanarassadornbamroong Yala school in second semester of 2015 academic year. They were selected by cluster sampling. The research instruments included Learning Management Plans based on Constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program, learning achievement test and a satisfaction questionnaire. The One - Group Pretest - Posttest Design was used for this study. Percentage, effectiveness index and t - test for Dependent Samples were used to analyze the data.

The results of the research were as follows:

1. Mathematical learning achievement for Mathayomsuksa 5 students after attending learning activities based on Constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program on "Linear Programming" was higher than 60% criterion statistically significance at .05 level.

2. The effectiveness index for Mathayomsuksa 5 students after attending learning activities based on Constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program on "Linear Programming" was 0.6136.

3. The satisfaction of Mathayomsuksa 5 students to the mathematical learning activities based on Constructivist theory on "Linear Programming" using The Geometer's Sketchpad program were at a high level or above.

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

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของประเทศทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและพัฒนาคนให้แก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล ดังที่ Suwanprasert (2001, p. 83) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะในการคิด คำนวณ และมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ IPST (2012, p. 123) ที่กล่าวไว้โดยสรุปว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็ยังเป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-net) รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ปีการศึกษา 2556 ถึง 2557 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 20.48 และ 21.74 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศและสูงที่สุดในระดับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 แต่เมื่อพิจารณาอย่างถี่ถ้วนแล้ว คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวก็ยังต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความล้มเหลวของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทย โดยสาเหตุส่วนหนึ่งอาจมาจากวัฒนธรรมการศึกษาของไทยซึ่งส่วนใหญ่ยังเป็นระบบพึ่งจากครูเพียงอย่างเดียว นักเรียนสนใจใฝ่หาความรู้ด้วยตนเองน้อย ทำให้ไม่กล้าคิดหรือแสดงความคิดเห็น คิดไม่เป็น วิเคราะห์ไม่ได้ กอปรกับการประเมินผลส่วนใหญ่ในโรงเรียนที่เน้นการสอบโดยอาศัยความจำเป็นหลัก ทำให้นักเรียนท่องจำเนื้อหาเพื่อใช้ในการสอบเท่านั้น องค์ความรู้ที่ได้เป็นเพียงความรู้ระยะสั้นหรือชั่วคราว เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนจึงไม่สามารถระลึกถึงสิ่งต่างๆ ที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อนได้ จากสภาพปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองเป็นหลัก เพราะความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาโดยอาศัยความรู้เดิมเป็นฐาน เมื่อสร้างความรู้ใหม่แล้ว ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบหรือประเมินความรู้ใหม่ เมื่อเกิดความเข้าใจชัดเจนและพอใจกับความรู้ใหม่นั้นแล้วผู้เรียนจึงนำความรู้ไปใช้ได้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม ครูจึงต้องมีระบบช่วยจัดการความรู้ที่ดี มีเครื่องมืออำนวยความสะดวก สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจและอยากเรียนรู้ โดยเฉพาะในยุคที่เทคโนโลยี

ก้าวหน้า ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่สิ้นสุด ผู้คนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ต่างๆ ได้ในทุกสถานที่และทุกเวลา ครูในยุคนี้ต้องสามารถจัดสรรองค์ประกอบให้ผู้เรียนมีเครื่องมือหรือทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างครบถ้วน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาใช้ได้ทันที่ รวมถึงมีความสามารถในการกลั่นกรองความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับมา ผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกสั้นๆ ว่า “โปรแกรม GSP” มาออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยการสังเกต สำรวจ คำนวณ และตรวจสอบหาข้อสรุปด้วยตัวเอง ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีเจตคติที่ดีและช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Keawboonreung (2012); Tonseenon (2011); Boonsamorn (2007); Boonthiem (2010) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีเป็นสื่อ ซึ่งโปรแกรม GSP เป็นซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ เนื่องจากโปรแกรม GSP มีลักษณะเด่น คือ กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ตื่นเต้น และสามารถทำความเข้าใจหรือหาคำตอบด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการจินตนาการภาพและทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ตลอดจนเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองได้จากบทเรียนปฏิบัติการที่สร้างขึ้น

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรม โดยนำมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งตามหลักสูตรโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้เรียนภายหลังจากการสอบตรงของมหาวิทยาลัยต่างๆ คือ ภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา ทำให้นักเรียนมีเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยไม่ครบถ้วนเพียงพอ ทำให้ผลการทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 7 ห้องเรียน (ไม่รวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์) จำนวนนักเรียน 258 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 จำนวน 34 คน ที่ได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

3.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ 2) ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ 1) กราฟของอสมการเชิงเส้น 2) กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น 3) การแก้ปัญหา กำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย การดำเนินการวิจัยนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ และดำเนินการสอนโดยใช้คาบกิจกรรม 10 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 14 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ด้วยการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (Wongrattana, 2007, p. 380) โดยมีเครื่องมือในการวิจัยวิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 4 แผน มีค่าความเหมาะสมระดับมากที่สุด

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.86 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

1.3 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 27 ข้อ ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อการเรียนการสอน และ 4) ด้านการวัดและประเมินผล ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.67 ขึ้นไป

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 ขอความร่วมมือจากโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เพื่อเลือกกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยนี้ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

2.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ใช้เวลา 2 คาบ

2.3 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอน 10 คาบ

2.4 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทันทีหลังการสอนสิ้นสุดลง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น จำนวน 2 คาบ และแบบวัดความพึงพอใจเป็นเวลา 10 นาที

2.5 นำผลคะแนนที่ได้ของเครื่องมือแต่ละประเภทมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติทดสอบ One sample t – test

3.2 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I)

3.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP โดยใช้ค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

กลุ่มทดลอง	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน			
		$\bar{X}$	S	t	p
หลังเรียน	34	21.79	2.84	7.79*	0.00

*p < .05

จากตาราง 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายกลุ่ม ผลปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็น 298 คะแนน และผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนเป็น 741 คะแนน และค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6136 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.36

3. ผลการศึกษาคำพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกข้อ ส่วนด้านการวัดและประเมินผล มีจำนวน 2 ประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบ และความพึงพอใจในคะแนนสอบที่นักเรียนได้รับ

การอภิปรายผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา มีกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน มีโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกต สำรวจ คาดการณ์ สืบเสาะและค้นพบด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการได้ศึกษาและเรียนรู้ ได้มองเห็นภาพเคลื่อนไหวของกราฟ และผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการทำโจทย์ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนมีความรู้สึกผ่อนคลายต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีอิสระในการทำงาน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนทันทีเมื่อมีปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Klomim (2014); Pattanaolan (2013); Nakomprai (2011); Pareepan (2010) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และตรวจสอบความรู้ได้ด้วยตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีกระบวนการกลุ่ม มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาาร่วมกัน มีความรับผิดชอบ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลการทำแบบทดสอบภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวผ่านไป 2 สัปดาห์พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีความคงทนในการเรียนรู้ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thannamtip (2012) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ Fongjangvang (2008) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงปริภูมิ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ Lester (1996) พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเรื่องการตั้งข้อคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้พรแทรกเตอร์และวงเวียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จะเห็นว่า งานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สนับสนุนการนำโปรแกรม GSP มาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนา

2. ดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าเท่ากับ 0.6136 ซึ่งสูงกว่า 0.5 และเมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนที่ได้ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า 0.5 มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับคะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tonseenon (2011) ที่พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิทึมมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5696 แสดงว่ากิจกรรมที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีโปรแกรม GSP เป็นสื่อ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 56.96 และ Pimsai (2008) พบว่า โปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.12/76.67 และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6106

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากขึ้นไป ยกเว้นด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งมี 2 ประเด็นที่นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบ และความพึงพอใจในคะแนนสอบที่ได้ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือในการเขียนกราฟและหาคำตอบของระบบสมการ ไม่ฝึกฝนวิธีการแก้ระบบสมการด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ทันในเวลาที่กำหนด ส่งผลให้คะแนนสอบไม่สูงมากนัก แม้ว่าจะผ่านเกณฑ์ก็ตาม ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงมีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบและความพึงพอใจในคะแนนสอบที่ได้อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bannajong (2010) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอยู่ในระดับมาก Tonseenon (2011); Keawboonreung (2012) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ เช่นเดียวกับ Pattanaolan (2013) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และ Pooprasert (2009) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ครูควรจะมีคำชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรม ควรให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น เช่น การใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเรียนรู้ได้ และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมากกว่าปกติ ดังนั้นครูจำเป็นต้องวางแผนการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเวลาที่มี ควรให้เวลานักเรียนอย่างเพียงพอ รอจนกว่านักเรียนจะค้นพบองค์ความรู้หรือความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ไม่รีบร้อน เร่งรัดให้นักเรียนตอบคำถาม หรือด่วนเฉลยคำตอบ และไม่ควรตำหนิหากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิม ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถของตนเอง ดังนั้นครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อมทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม รวมทั้งสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน ครูควรส่งเสริมและให้กำลังใจให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนทุกคนได้เข้าถึงองค์ความรู้อย่างเท่าเทียมกัน โดยอาจเริ่มจากสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ไปสู่ยาก เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน และอยากที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มเติมต่อไป

1.4 ครูควรมีการทดสอบย่อยบ่อยครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้ครูทราบผลการจัดกิจกรรมของครู และสะท้อนผลการเรียนของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา

1.5 ครูควรสังเกตผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มหรือต่างคนต่างหาคำตอบ มีการรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มมากน้อยเพียงใด ขั้นตอนใดที่ผู้เรียนมีปัญหามากที่สุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผลต่อไปได้ และครูควรดูแลนักเรียนให้ทั่วถึง เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามนักเรียนในกรณีที่นักเรียนมีข้อสงสัย ในกรณีที่ครูไม่สามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง ครูควรมีผู้ช่วยสอน ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม GSP เป็นอย่างดี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสาร เป็นต้น

2.2 ควรศึกษาสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือปรับใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรศึกษาเทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชันใหม่ๆ ในสมาร์ตโฟนที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ เช่น Geogebra, Mathlab, Wolfram Alpha เป็นต้น

3. ข้อจำกัดของการใช้โปรแกรม GSP

ถึงแม้ว่าโปรแกรม GSP จะเป็นสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้อธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรม GSP ก็ยังมีข้อจำกัดอีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการวัดผลประเมินผลทั้งในระดับโรงเรียนหรือการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยที่ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเป็นเครื่องมือในการวัดผล ทำให้นักเรียนต้องหาคำตอบของปัญหาด้วยการคิดคำนวณเอง ไม่สามารถใช้โปรแกรม GSP ช่วยเขียนกราฟได้ และไม่มีโปรแกรม GSP สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ทำให้นักเรียนที่อ่อนคณิตศาสตร์หรือมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้นไม่ตีพอและขาดการฝึกฝนหรือทำแบบฝึกหัดด้วยตัวเองบ่อยๆ จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 60% ตามที่ตั้งไว้ ทั้งที่นักเรียนมีความเข้าใจ

ในเรื่องที่เรียนและรู้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากขาดความชำนาญในการคำนวณ ทำให้ทำแบบทดสอบได้ช้า ไม่ทันกำหนดเวลา ดังนั้น ในการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ครูผู้สอนควรสอนวิธีคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรมให้ชำนาญควบคู่กันไปด้วย โดยทุกครั้งที่นักเรียนได้คำตอบของปัญหาจากการสำรวจโดยใช้โปรแกรม GSP แล้ว ครูควรสรุปหรือสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีหาคำตอบด้วยการคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรม GSP และให้นักเรียนคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์ที่ได้ และครูควรมีแบบฝึกหัดเสริมเพิ่มเติมแก่นักเรียนที่มีพื้นฐานไม่ดี เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคำนวณของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

References

- Bannajong, C. (2010). *Results of using online lessons based on constructivism theory entitled probability in mathematics subject for Matthayomsuksa 5 students* (Master thesis). Nakhon Ratchasima: Nakhon Ratchasima Rajabhat University. [in Thai]
- Boonsamorn, N. (2007). *Comparisons of mathematics achievement, spatial abilities and mathematics attitudes of Mathayomsuksa 4 students using the Geometer's Sketchpad Program and the conventional teaching approach* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Boonthiem, S. (2010). *A development of instructional activities on conic sections based on the Geometer's Sketchpad Program (GSP)* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Fongjangvang, S. (2008). *Comparison of spatial ability and mathematics learning achievement on two and three dimensional geometric figures by Mathayomsuksa 1 students using the GSP Program and general teaching* (Master thesis). Phitsanulok: Pibulsongkram Rajabhat University. [in Thai]
- IPST. (2012). *Professional mathematics teacher, the path to success*. Bangkok: 3-Q media. [in Thai]
- Keawboonreung, S. (2012). *Comparisons of mathematics learning achievement entitled linear equations, problem solving, and satisfaction on mathematics learning of Mathayomsuksa 6 students between using Geometer's Sketchpad Program and the conventional approach* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Klomim, K. (2014). A development of learning model based on constructivist theory of a scaffolding to enhance on mathematic problem solving skill for lower for Mattayomsuksa 1. *Journal of Education Naresuan University*, 16(2), 129 - 139. [in Thai]

- Lester, M. (1996). The effects of the geometer's sketchpad software on achievement of geometric knowledge of high school geometry students. *Dissertation Abstracts International*, 57(6), 2343 - A.
- Nakornprai, S. (2011). *The development of learning activities emphasizing mathematical process skills concept of constructivism on fraction for Prathomsuksa 5 students* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Pareepan, S. (2010). *Development of mathematical learning activities based on constructivism entitled "Surface Area and Volume" for Mathayomsuksa 3* (Master thesis). Sakon Nakhon: Sakon Nakhon Rajabhat University. [in Thai]
- Pattanaolan, C. (2013). *The development of E-Learning program in accordance with constructivism theory to promote the ability to solve mathematic problems for Prathomsuksa 3 students* (Master thesis). Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Pimsai, P. (2008). *The development of lesson program on two and three dimensional geometric figures by Mathayomsuksa 1 students using the GSP Program* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Pooprasert, S. (2009). *Results of Using the Geometer's Sketchpad (GSP) laboratory lesson focusing on connection skills geometry, mathematics learning substance group for Prathomsuksa 6 students* (Master thesis). Lopburi: Thep Satri Rajabhat University. [in Thai]
- Suwanprasert, B. (2001). *The development of curriculum student-centered*. Chiang Mai: Sangsilp Printing. [in Thai]
- Thannamtip, T. (2012). *Effect of learning activities using inquiry method on circle by using the Geometer's Sketchpad Program for Mathayomsuksa three students at Yothinburana School, Bangkok* (Master thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Tonseanon, S. (2011). *Comparisons of mathematics achievement on exponential function and logarithmic function for Mathayomsuksa 5 students using cooperative learning technique: Student Team Achievement Division (STAD) activities by the Geometer's Sketchpad (GSP) and the conventional teaching approach* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Wongrattana, C. (2007). *Technique of using statistics for research*. Nonthaburi: Taineramitkij Interprogressive. [in Thai]