

การพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับโปรแกรม
The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊ก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้
เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The Development of an Instructional Model based on Constructivist Theory
together with The Geometer's Sketchpad (GSP) and Facebook to Enhance
Mathematical Reasoning Ability and Students' Learning Achievement of
Mathayomsuksa II Students

ประวิทย์ การินทร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์

Prawit Garin

Mathematics Department, Tessaban Sriboonyanusson School

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) พัฒนาแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 4) ประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์ จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 28 คน ที่ได้มา โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ แผนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (Dependent sample t-test) และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง และการบรรยาย

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีชื่อเรียกว่า EPRSEP Model มีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) การนำรูปแบบไปใช้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นการกระตุ้นเตรียมความพร้อม (Encouragement: E) ขั้นที่ 2 ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา (Problem: P) ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย (Reflection: R) ขั้นที่ 4 ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น (Sharing: S) ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป (Explanation: E) และขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Practice: P) โดยที่รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.04/82.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอนทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เฟซบุ๊ก ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The purposes of this research were to 1)study basic data and need to develop an instructional model based on Constructivist theory together with the Geometer's Sketchpad (GSP) and facebook to enhance mathematical reasoning abilities and students' learning achievements of Mathayomsuksa II Students, 2) develop an instructional model based on Constructivist theory together with the Geometer's Sketchpad (GSP) and facebook to enhance mathematical reasoning abilities and students' learning achievements of Mathayomsuksa II students, 3) experiment an instructional model based on Constructivist theory together with the Geometer's Sketchpad (GSP) and facebook to enhance mathematical reasoning ability and students' learning achievements of Mathayomsuksa II students, and 4) evaluate and improve an instructional model based on Constructivist theory together with the Geometer's Sketchpad (GSP) and facebook to enhance mathematical reasoning abilities and students'

learning achievements of Mathayomsuksa II students. The sample was 28 Mathayomsuksa II students of one classroom at Tessaban Sriboonyanusson School, Samutsakhon Province in the first semester of the academic year 2018 that was selected by cluster random sampling from 3 classrooms. The research instruments were consisted of a document analyze form, interview ,lesson plans, instructional model, students' learning achievement test, mathematical reasoning ability test and a questionnaire for students' satisfactions to an instructional model. Percentage, Mean, Standard Deviation and Dependent sample t-test were used for analyzing data and presenting results by tables and description.

The research results were as follows :

1. The developed instructional model called EPRSEP Model consisted of 5 important factors which were 1) principle 2) objective 3) content 4) instructional and 5) implementation. The instructional processes included 6 steps including 1) Encouragement (E) 2) Problem (P) 3) Reflection (R) 4) Sharing (S) 5) Explanation (E) and 6) Practice(P). The efficiency of EPRSEP Model met the criterion of 81.04/82.10 that was satisfy with the required criterion of 80/80.

2. Mathematical reasoning abilities of Mathayomsuka II students after getting learning management based on EPRSEP Model was good quality.

3. Students' learning achievements of Mathayomsuka II students after getting learning management based on EPRSEP Model was higher than before learning management based on EPRSEP Model at the .01 level of significance.

4. Students' satisfactions of Mathayomsuka II students on EPRSEP model was most quality.

Keywords: An Instructional Model, Constructivist Theory, The Geometer's Sketchpad, Facebook, Mathematical Reasoning Abilities, Students' Learning Achievements

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมไทยในปัจจุบันได้ก้าวเข้าสู่โลกยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจหรือสังคมล้วนดำเนินไปอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันสูง การเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ผ่านโลกออนไลน์มากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลได้ประกาศนโยบายไทยแลนด์ 4.0 มีเป้าหมายให้ประเทศไทยก้าวออกจากกับดักรายได้ปานกลาง ก้าวไปสู่ประเทศที่มีรายได้สูงโดยใช้นวัตกรรม และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสูงเพื่อการขับเคลื่อนประเทศ การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับคุณภาพทรัพยากรมนุษย์ในประเทศ การศึกษาที่ดีนั้นควรต้องให้เสรีภาพนักเรียนเลือกเรียนตามความถนัด โดยส่งเสริมเพิ่มเติมตามศักยภาพของแต่ละบุคคล เป็นการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคหลากหลาย สร้างนักเรียน สร้างนวัตกรรม เลิกการบรรยาย แต่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ครูต้องสอนน้อย แต่ให้นักเรียนเรียนรู้มาก และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Sinlarat, 2016)

คณิตศาสตร์เป็นอีกวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนและการพัฒนาความคิดมนุษย์เพราะคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (Ministry of Education, 2008) สอดคล้องกับ Thipkong (2016) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบในด้านการคิด มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงต่อไปได้ ซึ่งหนึ่งในทักษะที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวหน้าในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต คือ การให้เหตุผล ซึ่งการให้เหตุผลเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต บุคคลที่มีความสามารถในการให้เหตุผลจะมีความสามารถในด้านอื่น ๆ เหนือบุคคลอื่น ทั้งสติปัญญาและการดำเนินชีวิต การให้เหตุผลเป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้ ทักษะการให้เหตุผลจึงเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการคิดทั้งหมด (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นอีกวิธีที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นโดยเฉพาะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพราะเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวของนักเรียน

เอง โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม มาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้จะมีความหมายต่อนักเรียน จะอยู่คงทน นักเรียนจะไม่ลืมง่าย และสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด (Kaemanee, 2017)

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น หนึ่งในนั้นคือ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ ความเป็นพลวัตของโปรแกรมที่ให้นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่มีมาพร้อมกับโปรแกรมสามารถสร้างภาพทางเรขาคณิตที่ซับซ้อนได้ และมีประสิทธิภาพโดยการใช้เคลื่อนไหวแบบพลวัต (dynamic) แทนการหยุดนิ่ง (static) โปรแกรม GSP ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระทั้งการปฏิบัติและอิสระทางความคิด ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนเรขาคณิต คือ การสำรวจ สืบเสาะ คาดการณ์ ตรวจสอบ เป็นต้น ช่วยฝึกทักษะในการให้เหตุผล การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ (Lertamornpong, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gemechu (2016) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน Bedele Secondary School นักเรียนกลุ่มทดลองในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ Bedele Secondary School โดยนักเรียนแต่ละคนจะใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งหลังจากการทดลองได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับกลุ่มนักเรียนปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่ากลุ่มนักเรียนปกติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanadjebo (2016) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ต่อการเรียนรู้เรขาคณิตของนักเรียนเกรด 12 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 12 จำนวน 30 คน จากประชากรทั้งหมด 176 คน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตค่อนข้างต่ำ หลังจากทำการทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นอกเหนือจากการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอนแล้ว ปัจจุบันระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้นักเรียนสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาได้ง่ายขึ้นผ่านระบบคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เพื่อศึกษาเนื้อหาและอ่านบททวน สร้างความเข้าใจของตนเองได้ตามที่ต้องการ ครูผู้สอนสามารถมอบหมายงาน กิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนวัดและประเมินผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ช่วยลดภาระของครูผู้สอนในการประเมินนักเรียนและอำนวยความสะดวกในการเตรียมเอกสาร ซึ่งเพชบุ๊คเป็นหนึ่งในเครื่องมือในระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากผู้ใช้เพชบุ๊คสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถนำมาใช้ในการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีในรูปแบบของการนำเสนอแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ แนวความคิดระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเอง นับว่าเป็นการเรียนแบบผสมผสานระหว่างกิจกรรมในห้องเรียนกับกิจกรรมบนสังคมออนไลน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน และส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการพัฒนาศักยภาพและยกระดับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2016)

จากการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2558 – 2560 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.99, 26.54 และ 25.07 ตามลำดับซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของระดับประเทศ และมีแนวโน้มลดลงไปเรื่อย ๆ จากการรายงานผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ในโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งเป็นโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ในปี ค.ศ.2007 ,ค.ศ.2011และค.ศ.2015พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 441, 427 และ 431 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางที่ทางโครงการ TIMSSได้กำหนดไว้ คือ 500 คะแนน อยู่ในอันดับที่ 29, 28 และ 26 ตามลำดับ จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการ 39 ประเทศและรัฐที่เข้าร่วมเปรียบเทียบอีก 7 รัฐ

(The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) เมื่อพิจารณาผลการประเมินนักเรียนในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งเป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ PISA ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในปี 2015 คือ 415 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 49-55 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ของคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 490 คะแนน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) สาเหตุการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ เป็นเรื่องหนึ่งในสาระที่ 3 เรขาคณิต ซึ่งนักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของความเท่ากันทุกประการที่อยู่ในรูปนิยามและฝึกการนำสมบัติทางเรขาคณิตมาใช้ในการอธิบายให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีบทหรือข้อความเกี่ยวกับเรขาคณิตอย่างสมเหตุสมผล ลักษณะของเนื้อหาส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกิจกรรมซึ่งนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติโดยการสร้าง ศึกษาสำรวจ วิเคราะห์ ให้เหตุผล และสร้างข้อความคาดการณ์ เพื่อแก้ปัญหาและให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง แต่ที่ผ่านมานักเรียนยังมีปัญหาในการเรียนรู้และการทำความเข้าใจ ซึ่งจะเห็นได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์ ประจำปีการศึกษา 2558 – 2560 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 61.30, 64.05 และ 68.35 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียนคือร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จนั้นพบว่า มีหลายสาเหตุด้วยกันเช่นครูผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจในหลักสูตรทฤษฎีหลักการสอนครูใช้วิธีการสอนแบบเดิมซึ่ง Thipkong (2016) กล่าวว่าในการสอนคณิตศาสตร์ครูต้องทราบหลักการสอน 8 ประการ ได้แก่ 1) สอนจากสิ่งที่ป็นรูปธรรมไปหาสิ่งที่ป็นนามธรรม 2) สอนสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัว 3) สอนเรื่องที่ง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก 4) สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน 5) สอนให้คิดตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล 6) สอนด้วยอารมณ์ขัน 7) สอนด้วยหลักจิตวิทยา และ 8) สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับชีวิตอื่น

จากความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การนำโปรแกรม GSP และเพชบุ๊คมาใช้ในการเรียนการสอนตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนมีความสนุกกับการเรียน มีความเข้าใจ จดจำในเนื้อหาที่เรียนได้ยาวนาน มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊ก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊ก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. เพื่อประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟชบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R₁) วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของผู้บริหารและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน **วิธีดำเนินการ** 1) วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการศึกษา แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ 2) วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) วิเคราะห์การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 4) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟชบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5) สอบถามผู้บริหารและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D₁) วัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบ พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน **วิธีดำเนินการ** 1) ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการจัดการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการเรียนการสอน 2) ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R₂) วัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 2) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน **ประชากร** เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 93คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาลศรีบุญยานุสรณ์ จังหวัดสมุทรสาครจำนวน 28 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม **วิธีดำเนินการ** 1) นำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 28 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2) แบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์คนละ 1 เครื่อง จากนั้น ครูสร้างเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนทุกคนเข้าร่วมเป็นสมาชิกเฟซบุ๊กกลุ่ม 3) ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre - test) ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างไว้ จำนวน 11 แผน เวลาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 17 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2515) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 6) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post - test) ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre - test) **การวิเคราะห์ข้อมูล** 1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง และการบรรยาย และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสถิติทดสอบ ค่าที และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง และการบรรยาย

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D 2)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นแล้วนำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขให้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกต้องสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น **วิธีดำเนินการ** 1) ศึกษาคะแนนที่ได้หลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 11 กิจกรรม 2) ศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน

โดยแบ่งออกเป็น ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้และ 3) ปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละกิจกรรมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น **การวิเคราะห์ข้อมูล** 1) คะแนนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 11 กิจกรรม ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง และการบรรยาย และ 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง และการบรรยาย

สรุปผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีชื่อเรียกว่า EPRSEP Model มีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) การนำรูปแบบไปใช้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นการกระตุ้นเตรียมความพร้อม (Encouragement: E) ขั้นที่ 2 ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา (Problem: P) ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย (Reflection: R) ขั้นที่ 4 ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น (Sharing: S) ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป (Explanation: E) และขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Practice: P) โดยที่รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.04/82.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเฟซบุ๊ก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขออภิปรายผลดังนี้

1. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 81.04/82.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้รับการพัฒนาอย่างมีระบบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง มีการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเชิงนโยบายการศึกษา แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วิเคราะห์การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GSP และเพชบุรี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการสอบถามผู้บริหารและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่า 1.00 ทุกข้อ มีการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) และขั้นตอนทดลองภาคสนาม (Field Tryout) จากนั้น นำรูปแบบการเรียนการสอน มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องให้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงดังที่ Joyce & Weil (1996) กล่าวว่า ในการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนั้น ผู้สร้างจะต้องศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการสอน กำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

1.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการเรียงลำดับเนื้อหาของกิจกรรมจากง่ายไปหายาก มีการนำสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เช่น แผ่นภาพโปรแกรม GSP ไฟล์โปรแกรม GSP (กิจกรรม.gsp) ไฟล์โปรแกรม GSP (เฉลยกิจกรรม.gsp) ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ จาก <http://www.truelookpanya.com> ที่ครูได้แชร์ไว้ในเพชบุรี กลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม. 2” เพชบุรี Youtube

Kahoot เกม IQ 180 ตลอดจนสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถจับต้องได้ นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ร่วมกับการสังเกต สำรวจ อภิปราย ชักถาม จนกระทั่งสามารถค้นพบ แก้ปัญหา และสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยชี้แนะและอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner ที่ว่าในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูจะต้องสอนให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงโดยเริ่มจากการสัมผัสสิ่งที่เป็นรูปธรรม พัฒนาไปสู่ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น และระดับการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง กล่าวคือ ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละกิจกรรมนั้น นักเรียนจะได้ศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถปรึกษา เรียนรู้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียน และคุณครูจากเพชบุรีกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” ได้ตลอดเวลา ซึ่งระหว่างการทำกิจกรรมนั้น ครูจะเป็นผู้คอยกระตุ้น อำนวยความสะดวก ชักถาม จัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้จนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว (Kanjanaarakpong, 2006)

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้จัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้นานขึ้น ดังที่ Kaemanee (2017) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้จะมีคามหมายต่อนักเรียนจะอยู่คงทน ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ยังจะเป็นฐานให้นักเรียนสามารถ

สร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ผู้วิจัยได้จัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดในชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการกระตุ้นเตรียมความพร้อม (Encouragement: E) ในขั้นนี้ครูทำการทบทวนในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมา นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยครูจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอในเรื่องที่เคยเรียนมาจาก Youtube เล่นเกมและตอบคำถามจากโปรแกรม GSP ที่ครูสร้างขึ้น เล่นเกมตอบคำถามจาก Kahoot โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันคิดและค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา (Problem: P) ในขั้นนี้ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์คนละ 1 เครื่อง และใช้เฟซบุ๊กเป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนรู้ โดยครูและนักเรียนทุกคนเข้าร่วมเป็นสมาชิกของเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาและคาดการณ์คำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้วร่วมกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ และการให้เหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย (Reflection: R) ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันศึกษาและค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดขึ้นในใบกิจกรรม โดยใช้โปรแกรม GSP ช่วยในการสำรวจและค้นหาคำตอบ นักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเสนอคำตอบและวิธีแก้ปัญหาของตนให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มของตนเองทราบ จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล และสรุปคำตอบร่วมกัน พร้อมทั้งเขียนคำตอบที่ได้ลงในใบกิจกรรมก่อนนำเสนอต่อทั้งชั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น (Sharing: S) ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น และแสดงถึงความสมเหตุสมผล พร้อมทั้งตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผล โดยให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยครูคอยอธิบายเพิ่มเติมซึ่งในขั้นนี้ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออก มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งผลให้นักเรียนรู้จักการรับฟังความคิดของผู้อื่น คิดตามอย่างมีวิจารณญาณ ช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผล และการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป (Explanation: E) ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเปิดโปรแกรม GSP เพื่อดูเฉลยกิจกรรมทั้ง 11 กิจกรรม ที่นักเรียนได้ทำและนำเสนอไปแล้วในชั้นที่ผ่านมาว่าขั้นตอน วิธีทำและคำตอบของปัญหาที่ถูกต้องคืออะไร มีการอธิบายเพิ่มเติมจากลิงค์ที่ครูแชร์ไว้ในเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม. 2” ทำให้นักเรียนเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น มีการคิดตามอย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ในเรื่องที่เรียนในคาบนั้น ๆ โดยครูช่วยเสริมแนวคิด หลักการ ความคิดรวบยอด และกระบวนการแก้ปัญหาให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Practice: P) ในขั้นนี้ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมบนกระดานและในในเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม. 2” เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน และทำแบบทดสอบจาก <http://www.truelookpanya.com> ที่ครูได้แชร์ไว้ในเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม. 2” เป็นการบ้าน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากเฟซบุ๊กเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาแล้วแชร์ลงในเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” เพื่อให้ครูและเพื่อน ๆ ทุกคนได้ศึกษาเรียนรู้ร่วมกันโดยนักเรียนสามารถสอบถาม ปรีกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” ได้ตลอดเวลา

2.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ฝึกเรียนรู้ และค้นหาคำตอบด้วยตัวของนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุก ไม่เครียดกับการเรียน และนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนและนักเรียนคนอื่นผ่านเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” ได้ตลอดเวลาผู้วิจัยได้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล รวมทั้งผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบฝึกหัดที่นักเรียนได้ทำการบ้าน และนำข้อบกพร่องหรือสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจมาอธิบายในคาบเรียนถัดไปก่อนการเรียนเรื่องต่อไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ทราบวิธีการต่าง ๆ และคำตอบที่ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น วัดได้จากความถูกต้องของการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับ Lappan & Schram (1989) ที่กล่าวว่าในการฝึกทักษะการให้เหตุผลต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องจากบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน และสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

(Ministry of Education, 2008) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง ให้อำนาจและชี้แนะในข้อบกพร่องของนักเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

3.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีกิจกรรมที่หลากหลาย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นผู้วิจัยได้มีการนำสื่อการเรียนรู้อะไรหลายๆมาประกอบประกอบการเรียนการสอน เช่น แผ่นภาพ โปรแกรม GSP เฟซบุ๊ก Youtube Kahoot เกม IQ 180 ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ จาก <http://www.truelookpanya.com> ลิงค์ต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนที่ครูได้แชร์ไว้ในเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม. 2” ตลอดจนสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน นำมาหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนพัฒนาทักษะการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Thorndike ซึ่งเขาเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ มีการลงมือลงมือ และได้ฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจ จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนนั้นคงทนถาวร สอดคล้องกับ Onnuam (1992) ที่กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นต้องอาศัยการวิเคราะห์ การตรวจสอบ และการฝึกฝนเป็นหลัก และสิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนามากที่สุด ได้แก่ การฝึกฝน เนื่องจากการฝึกฝนก่อให้เกิดประโยชน์หลายอย่าง ทั้งในเรื่องการจดจำได้แม่นยำนำไปสู่ความถูกต้อง เป็นรากฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพในการคิดช่วยให้มองเห็นวิธีคิด อันจะทำให้คิดได้อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดแรงดลใจ ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้นำโปรแกรม GSP มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากโปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างและสำรวจข้อความคาดการณ์ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะ

การนิรนัยหรือภาพเคลื่อนไหว และกระบวนการแก้ปัญหา (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007) สอดคล้องกับ Lertamornpong (2016) ที่กล่าวว่าโปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระทั้งการปฏิบัติและอิสระทางความคิด ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนเรขาคณิต คือ การสำรวจ สืบเสาะ คาดการณ์ ตรวจสอบ เป็นต้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี รู้สึกสนุก ตื่นเต้น และอยากเรียนรู้ในคราวเดียวกัน การอภิปรายสิ่งที่ปรากฏบนหน้าจอหลังการสำรวจด้วยโปรแกรม GSP ช่วยฝึกทักษะในการให้เหตุผล การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ อีกหลายสาระ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนมีความสนใจ อยากที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

3.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้ใช้เฟซบุ๊กเป็นสื่อกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเฟซบุ๊กเป็นเครื่องมือหนึ่งใน Social Media ที่ได้รับความนิยมเนื่องจากการติดต่อสื่อสารในรูปแบบระบบเครือข่ายของสังคมติดต่อสื่อสารทุกที่ทุกเวลา สามารถนำมาใช้ในการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ในรูปแบบของการนำเสนอแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้แนวความคิดระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเอง นับว่าเป็นการเรียนแบบผสมผสานระหว่างกิจกรรมในห้องเรียนกับกิจกรรมบนสังคมออนไลน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการพัฒนาศักยภาพและยกระดับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (IPST, 2016) สอดคล้องกับ Poore (2013) ที่กล่าวว่าเฟซบุ๊กเป็นหนึ่งในเครื่องมือในระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากเฟซบุ๊กเป็นบริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ผู้ใช้สามารถสร้างข้อมูลส่วนตัว เพิ่มรายชื่อผู้ใช้นั้นในฐานเพื่อนและแลกเปลี่ยนข้อความ ติดต่อสื่อสาร ตั้งประเด็นถามตอบในเรื่องที่สนใจ โพสต์รูปภาพ โพสต์คลิป วิดีโอ เขียนบทความหรือบล็อก สนทนาแบบโต้ตอบ ทันที นอกจากนั้นผู้ใช้ยังสามารถรวมกลุ่มความสนใจส่วนตัว จัดระบบตามสถานที่ทำงาน โรงเรียน มหาวิทยาลัยหรืออื่น ๆ และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ผ่าน แอปพลิเคชันเสริม (Applications) ที่มีอยู่มากมาย

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลง

มีปฏิบัติจริง เรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก ได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ มีอิสระในการตัดสินใจ มีอิสระในการถามและตอบคำถาม มีการมอบหมายงานผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม GSP และเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” เป็นสื่อกลางในการเรียนรู้ ตลอดจนสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักเรียนสามารถเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ และครูผู้สอนทั้งในเวลาเรียน และนอกเวลาเรียนโดยผ่านเฟซบุ๊กกลุ่ม “คณิตศาสตร์ ม.2” สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า เทคโนโลยีช่วยเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่เน้นครูเป็นสำคัญมาเป็นห้องเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเทคโนโลยีมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากการดำเนินการดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจกับประสบการณ์ตรงที่ได้ลงมือปฏิบัติ จึงทำให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ และจดจำได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาหรือชอบต่อสิ่งที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติ จึงทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ และเรียนรู้อย่างสนุกสนาน มุ่งมั่นในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1.1 ในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊กเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครูผู้สอนควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้า เพื่อเตรียมความพร้อม ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรตรวจสอบสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์และครบถ้วนก่อนนำไปใช้สอนจะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

1.2 ในการใช้โปรแกรม GSP ช่วยในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องอธิบายวิธีการใช้โปรแกรมพร้อมยกตัวอย่างจากง่ายไปหายาก ให้นักเรียนได้ลงมือทำตามจนเกิดความชำนาญก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงในการค้นหาคำตอบในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น และในระหว่างที่ใช้โปรแกรม ครูควรเดินสำรวจดูนักเรียนรอบ ๆ ห้อง ถ้านักเรียนมีปัญหา หรือข้อสงสัยครูจะต้องชี้แนะและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ พร้อมกับการใช้คำถามที่ช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น “ทำไม” “อย่างไร” “มีวิธีการอื่น ๆ อีกหรือไม่อย่างไร” เป็นต้น

1.3 ในการใช้เฟซบุ๊กเป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนการสอน ครูควรทำข้อตกลงกับนักเรียนถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนการสอน เช่น ควรโพสต์หรือคุยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ไม่ควรโพสต์หรือคุยเรื่องส่วนตัว สิ่งที่จะนำมาโพสต์หรือแชร์ควรเป็นสิ่งที่ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ไม่ควรนำเรื่องอื่นที่ไม่เหมาะสมมาโพสต์หรือแชร์ลงในเฟซบุ๊กกลุ่ม ในการแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นควรใช้คำที่สุภาพ ไม่ควรใช้คำที่หยาบคาย เป็นต้น

1.4 ครูควรให้กำลังใจ ยกย่องชมเชยแก่นักเรียนในโอกาสต่าง ๆ เพื่อเป็นการเสริมแรงให้นักเรียนมีกำลังใจอยากที่จะเรียน และอยากที่จะประสบความสำเร็จในการเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ด้วยการใช้เฟซบุ๊กเป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล วงกลม ความคล้าย การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และรูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น

2.2 ควรมีการพัฒนาสร้างรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับสื่อการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้อื่น ๆ นอกเหนือจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL วิธีสอนแบบโครงงาน เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาตัวแปรตามอื่น ๆ เพิ่มเติม นอกเหนือจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

References

- Gemechu, D. (2016). *The Effect of Geometry Sketchpad on the Academic Achievement of Student: The case of Bedele Secondary School*. Department of Mathematics, Mettu University.
- Joyce, B. & Weil, M.(1996). *Models of Teaching*. New York: Prentice Hall.
- Kaemane, T. (2017). *Teaching: the Efficiency of Instructional*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai].

- Kanadjebo, L. (2016). *The Effects of “Geometry Sketchpad on Grade 12 Learners” Performance in Geometry*. Ministry of Education, University of Namibia.
- Kanjanarakpong, S. (2006). *5E Instructional technics for develop advance thinking*. Bangkok: Thanaksorn. [in Thai].
- Lappan, G. & Schram, P. (1989). *Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in mathematics, New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. Reston: Virginia.
- Lertamornpong, C. (2016). *Innovation and Technology for Teaching Mathematics*. Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai].
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand., LTD. Printing. [in Thai].
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: Virginia.
- Onnuam, D. (1992). *Enhance Teaching Mathematics for Primary School Level Teachers*. Faculty of Education, Chulalongkorn University. [in Thai].
- Poore, M. (2013). *Using Social Media in the Classroom: A Best Practice Guide*. London: SAGE.
- Sinlarat, P. (2016). *Education 4.0 more than education*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing. [in Thai].
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2007). *Skill/Mathematics Processes*. Bangkok: Kurusapa Printing. [in Thai].
- _____. (2016). *Internet Of Thing (IOT): When everything depend on Internet*. Retrieved from <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things/>. [in Thai].
- _____. (2017). *Evaluation for PISA 2015*. Retrieved from <https://pisathailand.ipst.ac.th/>. [in Thai].
- _____. (2017). *Evaluation for TIMSS*. Retrieved from <http://timssthailand.ipst.ac.th/>. [in Thai].
- Thipkong, S. (2016). *Theory and Teaching Mathematics*. Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai].