

การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนแบบ CLODS
เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

The Development of CLODS Instructional Model for the Application to Solve the
Problems of Trigonometric Functions under Additional Mathematics Course
(MA 32201) in Mathematics Learning Strand for Mathayom Suksa 5

บรรพต อาทาญ

Banpot Arthan

ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

Abstract

The objectives of this research were to develop the CLODS instructional model for the application to solve problems of trigonometric functions under Additional Mathematics Course (MA 32201) in Mathematics Learning Strand and to study the efficiency of using the developed CLODS instructional model for the application to solve problems of trigonometric functions under Additional Mathematics Course (MA 32201) in Mathematics Learning Strand. The sample was 30 Mathayom Suksa 5/2 students in the first semester, academic year 2020 at Sap Nok Kaeo Witthaya School under Sa Kaeo Provincial Administrative Organization. The sample was selected based on a cluster random sampling. The results indicated that the developed CLODS instructional model for the application to solve problems of trigonometric functions under Additional Mathematics Course (MA 32201) in Mathematics Learning Strand consisted of important components, namely: principles and concepts, purpose, instructional process, and measurement and evaluation. The instructional process contained five steps: Check Knowledge (C), Learn together (L), Operative (O), Discussion and examination (D), and Summary and evaluation (S). The experimental results of using the developed CLODS instructional model revealed that the learning achievement at post-experiment period was higher than pre-experiment period with a statistical significance level of .05. The sample's problem-solving ability after taught with the developed CLODS instructional model was at a very good level at 78.80. which exceeded the set criteria at 75%. The sample's opinions towards the developed CLODS instructional model was at the highest level (mean= 4.53, S.D. = 0.52).

Keywords : CLODS instructional model, Problem solving

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนแบบ CLODS และเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนซบนกแก้ววิทยา สังกัดองค์การ

บริหารส่วนจังหวัดสระแก้ว จำนวนนักเรียน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้ (Check knowledge: C) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learn together : L) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Operative : O) ขั้นอภิปรายและตรวจสอบ (Discussion and examination : D) และขั้นสรุปและประเมินผล (Summary and evaluation : S) ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.80 ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด (mean = 4.53, S.D. = 0.52)

คำสำคัญ รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS, การแก้ปัญหา

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดให้คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้หลักที่สถานศึกษาต้องให้ความสำคัญและใช้เป็นหลักสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาระดับที่สูงขึ้น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนการแก้ปัญหาจะช่วยให้ นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนสามารถเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2560 : 1)

จากการประเมินสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันพบว่าไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรทั้งนี้สามารถประเมินได้จากการประเมินนักเรียนในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ปี 2015 ที่มีประเทศเข้าร่วมโครงการ 72 ประเทศ ผลพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ 415 คะแนน

เป็นคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ต้องพัฒนาอย่างเร่งด่วน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559 : 14) นอกจากนี้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำถึงระดับผลการเรียนดี คิดเป็นร้อยละ 50.33 ที่เหลืออีกร้อยละ 49.67 เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนผลการเรียนดีมากถึงดีเยี่ยม ซึ่งระดับคะแนนผลการเรียนดังกล่าว แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายเท่าที่ควร จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสำรวจสภาพปัญหาและสาเหตุที่ทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่า สาเหตุส่วนหนึ่งเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียน ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ขึ้นตามแนวที่ว่า การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาง่าย ๆ ตรงไปตรงมา และค่อย ๆ ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้แล้วควรฝึกให้นักเรียนมองปัญหาในเชิงที่เป็นระบบมากขึ้น ควรปลูกฝังให้นักเรียนมีความคิดในเชิงตรรกศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีเหตุผลในเชิงของการแก้ปัญหา

จากหลักการและแนวคิดข้างต้น การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคด์ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการค้นพบ ทฤษฎีการ

เรียนรู้อย่างมีความหมาย และทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ ทั้งยังได้นำแนวคิดและวิธีการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่ วิธีสอนแบบอุปนัยและวิธีสอนแบบนิรนัย วิธีสอนแบบแก้ปัญหา วิธีสอน KWDL ทั้งนี้เพราะแนวคิดและวิธีการสอนที่กล่าวมา ล้วนแล้วแต่มีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือมุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ จากการมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความเข้าใจในทศวรรษทางคณิตศาสตร์ และได้พัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญ ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น กระบวนการคิดคำนวณ กระบวนการ แก้ไขปัญหา เป็นต้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งรูปแบบของการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ CLODS (Checkknowledge : C, Learn together : L, Operative : O, Discussion and evaluation : D, Summary and evaluation : S) ผู้วิจัยเชื่อว่ารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจะมีคุณภาพ สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

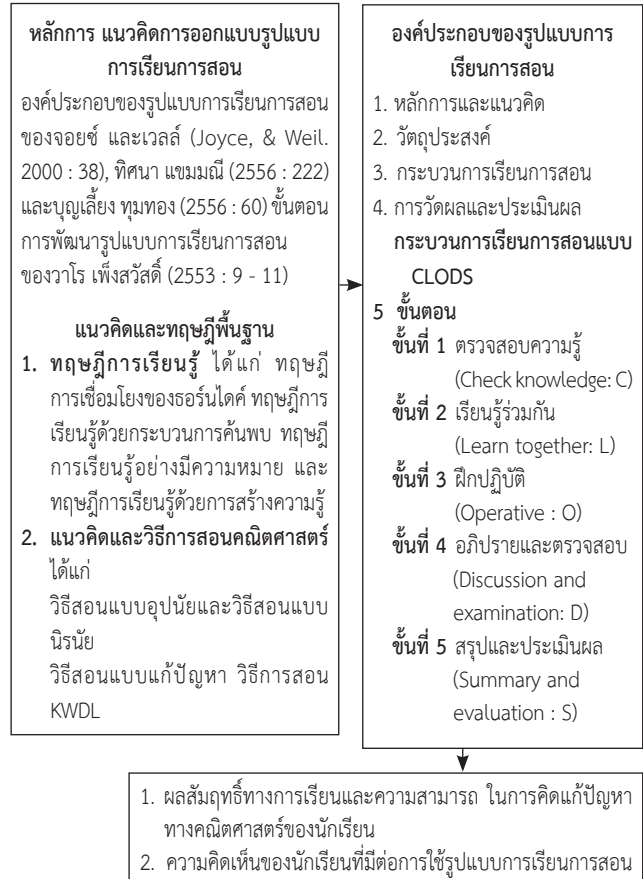
1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน CLODS

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R1) ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis) สำหรับพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D1) เป็นขั้นการออกแบบและพัฒนา (Design and Development) ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2) เป็นการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D2) เป็นการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนชนบทแก้ววิทยา อำเภอดอนจาน จังหวัดสระแก้ว สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสระแก้ว จำนวน 3 ห้อง รวมนักเรียน 88 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนชนบทแก้ววิทยา อำเภอดอนจาน จังหวัดสระแก้ว สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสระแก้ว จำนวนนักเรียน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากการหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปทดลองใช้ พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ถือเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมทั้งจะนำไปใช้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2. ทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

3. ดำเนินการสอนตามแผนการทดลองที่กำหนด คือ การสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ CLODS เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 ชั่วโมง ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหา นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน ศึกษาเอกสารใบความรู้จากเอกสารประกอบการเรียนและแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ ทำใบงานหรือแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

4. หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง ทำการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน บันทึกคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

5. ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน แบบ CLODS เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

6. นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ค่าสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์การพัฒนาในรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. วิเคราะห์การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนโดยการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคด์ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการค้นพบ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย และทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ ทั้งยังได้นำแนวคิดและวิธีการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่ วิธีสอนแบบอุปนัยและวิธีสอนแบบนิรนัย วิธีสอนแบบแก้ปัญหา วิธีสอน KWDL ปรากฏว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้ (Check knowledge: C) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learn together : L) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Operative : O) ขั้นอภิปรายและตรวจสอบ (Discussion and examination: D) และขั้นสรุปและประเมินผล (Summary and evaluation: S)

เมื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.50)

และเมื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อหาประสิทธิภาพ ผลปรากฏว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.96/82.67 ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 จากนั้นผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน รายละเอียดดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	30	29.17	1.74	368	4534	81.175*
หลังเรียน	30	41.43	1.28			

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน

เรื่อง	ระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา		
	$\bar{X}$	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
1. ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์	2.93	73.33	ดี
2. ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ	3.27	81.67	ดีมาก
3. ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม	3.13	78.33	ดีมาก
4. กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	3.17	79.17	ดีมาก
5. ฟังก์ชันตรีโกณมิติของผลบวกและผลต่างของจำนวนจริงหรือมุม	2.90	72.50	ดี
6. ตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	2.97	74.17	ดี
7. เอกลิกซ์และสมการตรีโกณมิติ	3.23	80.83	ดีมาก
8. กฎของโคไซน์และกฎของไซน์	3.43	85.83	ดีมาก
9. การหาระยะทางและความสูง	3.33	83.33	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	3.15	78.80	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นคะแนนร้อยละ 78.80

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้			
1. นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องใช้เชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่	4.57	0.50	มากที่สุด
2. นักเรียนมีโอกาสได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กันมากขึ้น	4.70	0.47	มากที่สุด
3. นักเรียนมีโอกาสสนทนาซักถามเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	4.53	0.63	มากที่สุด
4. กิจกรรมการฝึก/ตัวอย่าง/สถานการณ์ปัญหา มีรูปแบบหลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน	4.43	0.50	มาก
5. นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์และกระบวนการคิดแก้ปัญหา	4.67	0.48	มากที่สุด
6. นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากมาย	4.33	0.55	มาก
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเชื่อมโยงความรู้นำไปสู่การสรุปสาระสำคัญ	4.50	0.63	มาก
8. นักเรียนได้ฝึกการสื่อความหมาย สื่อสาร และนำเสนอโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	4.50	0.51	มาก
$\bar{X}$	4.53	0.54	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
1. ช่วยให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม	4.73	0.45	มากที่สุด
2. ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบและอธิบายได้ชัดเจน	4.50	0.51	มาก
3. ทำให้นักเรียนสามารถอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	4.47	0.51	มาก
4. ทำให้นักเรียนเป็นคนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	4.63	0.49	มากที่สุด
5. ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.53	0.57	มากที่สุด
6. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม	4.43	0.50	มาก
7. นักเรียนรู้จักนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอื่น	4.47	0.51	มาก
$\bar{X}$	4.54	0.51	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย 2 ด้าน	4.53	0.52	มากที่สุด

หมายเหตุ ระดับคะแนนความสามารถแก้ไข้ปัญหา

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.52) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดในด้านประโยชน์ที่ได้รับ ข้อ 1 รูปแบบการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.45) รองลงมามีนักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ข้อ 2 รูปแบบ การเรียนการสอน

สอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินกิจกรรมร่วมกันและแลกเปลี่ยน องค์ความรู้กันมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.70, S.D. = 0.47)

สรุปผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของรูปแบบกระบวนการเรียน การสอน และการวัดผลและประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้ (Check knowledge: C) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learn together : L) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Operative : O) ขั้นอภิปรายและตรวจสอบ (Discussion and examination: D) และขั้นสรุปและประเมินผล (Summary and evaluation: S)

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.80 ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.52)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการและแนวคิดวัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการเรียน การสอนและการวัดผลและประเมินผลกระบวนการเรียนการสอน มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้ (Check knowledge: C) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learn together : L) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Operative : O) ขั้นอภิปรายและตรวจสอบ (Discussion and examination: D) และขั้นสรุปและประเมินผล (Summary and evaluation: S) ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53,

S.D. = 0.50) และผลการหาประสิทธิภาพพบว่า การเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้นักเรียนมีคะแนนประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เท่ากับ 82.96/82.67 แสดงว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามแนวคิดของจอยซ์ และเวลล์ (Joyce, & Weil. 2000 : 38) นอกจากนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ ลักษณะของรูปแบบการสอนที่ดี สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขจึงทำให้อารมณ์ของการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยที่สนับสนุนข้อค้นพบนี้คืองานวิจัยของขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2555 : 132-278) ทำวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตนิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตนิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีชื่อว่า “EPPE Model” มีองค์ประกอบคือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอนและเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการกระตุ้นเตรียมความพร้อม (Encouragement : E) 2) ขั้นการนำเสนอเนื้อหา จัดประสบการณ์การเรียนรู้และกระบวนการคิด (Presentation: P) 3) ขั้นการฝึกทักษะ (Practice: P) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นการฝึกทักษะโดยการชี้แนะ (Guided Practice) ขั้นการฝึกทักษะอย่างอิสระ (Independent Practice) และขั้นการประมวลทักษะ (Integrated Practice) และ 4) ขั้นการติดตามการนำไปใช้และปฏิบัติ (Ensure distributive Practice: E)

2. ผลการศึกษาดทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.80 ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.52) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองตามแนวคิดของวัชร เล่าเรียนดี (2555 : 73-78) ให้

ความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้น สร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเองและสร้างความรู้ของตนเองด้วยกระบวนการคิดไตร่ตรอง นอกจากนี้ผู้วิจัยจะมีการเสนอตัวอย่างสถานการณ์หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัตินำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นมาใช้ กล่าวคือฝึกนำทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น (ทิสนา แคมมณี. 2556 : 337-339) งานวิจัยที่สนับสนุนข้อค้นพบข้อนี้คืองานวิจัยของชมพูท รุ่งสว่าง (2558 : 83-130) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ฟังก์ชันตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของสมจิต พงษ์มา (2559 : 763-774) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของจุติพร อศวโสวรรณ และคณะ (2556 : 81-95) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของสมจิต พงษ์มา (2559 : 763-774) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด รวมถึงงานวิจัยของเสาวลักษณ์ บุญจันทร์ (2558 : 47-93) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน ควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยความเข้าใจ เริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหาโดยการฝึกเชื่อมโยงยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเลือกใช้ยุทธวิธี/กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจด้วยตนเอง ตลอดจนให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ นำเสนอและตรวจสอบความถูกต้องของข้อค้นพบ/คำตอบ ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น เช่น การแสดงเหตุผล การนำเสนอและการสื่อสาร

2.2 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบ CLOUDS เพื่อประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหา กับรูปแบบการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีอื่น

เอกสารอ้างอิง

- จุติพร อศวโสวรรณ, วัฒนา มัคคสมัน, ปรีชา เนาว์เย็นผล และสุมาลี กาญจนชาติ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ในวารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 5(3) 81 - 95.
- ชนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตนิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชมพูท รุ่งสว่าง. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทศนา แคมมณี. (2556). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัด
กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 17.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีชรา เล่าเรียนดี. (2555). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 9. นครปฐม :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวัง
สนามจันทร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). สรุป
ผลการวิจัย PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และ
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 1 ในหัวข้อ “การจัดการศึกษา
เพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ใน
ศตวรรษที่ 21” วันที่ 28 กรกฎาคม 2559 ณ อาคารเรียน
รวมและปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
กาฬสินธุ์, 763 - 774.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). ตัวชี้วัดและสาระ
การเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เสาวลักษณ์ บุญจันทร์. (2558). ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
กฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิง
เมตาคognition. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.

Joyce, B. & Weil, M. (2000). Model of teaching. 6th ed.
Boston : Allyn and Bacon.