

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์

วิภาดา นานา*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนพัฒนาและหลังพัฒนา ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่เรียนในรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 หมู่เรียน ได้แก่ 5911030221 และ 5911030222 รวมจำนวน 58 คน กลุ่มตัวอย่างสุ่มจากประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยมีหมู่เรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ได้แก่ หมู่เรียน 5911030222 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล ก่อนพัฒนาและหลังพัฒนา และแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล ระหว่างเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้รับการตรวจและปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทำการทดสอบแล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติทดสอบ t-test

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ที่ใช้เป็นแบบฝึกทักษะในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 70.73/73.65 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบนั้นผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของ

*นักศึกษานิเทศศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

กิจกรรมและเนื้อหาคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่าเป็นแบบฝึกทักษะที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล หลังจากได้รับการพัฒนาโดยใช้แบบฝึกทักษะ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนพัฒนาและหลังพัฒนามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังพัฒนาสูงกว่าก่อนพัฒนา ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์มีความรู้การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้นเพิ่มมากขึ้น

หมายเหตุ: คำสำคัญได้แก่ (1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) การให้เหตุผล (3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทนำ

ในปัจจุบันการศึกษาของประเทศไทยอยู่ในยุค 4.0 เป็นการศึกษาโดยให้เทคโนโลยี ใช้ความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา จากข้อมูลของ ชวลิต โพธิ์นคร (2560) ได้กล่าวว่า การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 ผู้ศตวรรษที่ 21 เริ่มด้วยการฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเปลี่ยนจากครูสอนเป็นพี่เลี้ยง ครูฝึก (Coach) การเรียนแบบบูรณาการสหวิชาการ เชื่อมโยงความรู้กับจินตนาการ ผู้การสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอยากเรียน และการพัฒนาประเทศต้องมีปัจจัยหลายด้านมาขับเคลื่อน โดยเฉพาะด้านการศึกษาซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถ การพัฒนาผู้เรียนควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ดี การพัฒนาความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน ผู้เรียนควรเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อช่วยในการจัดการปัญหาได้ดีขึ้น ข้อมูลจากสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 6) ได้กล่าวไว้ใน หนังสือประจำปี ค.ศ.1980 ว่า การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย คือ การจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบ มีขั้นตอนชัดเจนและนำไป ใช้ในการแก้ปัญหาดัง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบแล้ว การให้เหตุผลประกอบการคิดแก้ปัญหาช่วยส่งเสริมทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิด จนพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ได้ เช่นเดียวกับ วิชัย เสวกงาม (2557, หน้า 207-223) ที่ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มา การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้ ในขณะที่ความสามารถในการให้เหตุผลนี้จะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมต่อให้เด็กเกิดความสามารถในด้านอื่น ๆ ดังนั้นความสามารถในการให้เหตุผล เป็นพื้นฐานและเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระดับสติปัญญา และทักษะการคิดขั้นสูง จึงเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมาพร้อมกับทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น และอาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผล ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 39) ได้สรุปว่า เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญและกิจกรรมหลักอย่างหนึ่งในการเรียนการสอนและการแก้ปัญหาก็เป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เช่นกัน จากสรุปการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จักรพันธ์ ชาญสมร (2559, หน้า 973) ได้สรุปว่าเนื่องจากผู้เรียนมีปัญหาในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนขาดความเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและไม่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและให้เหตุผลในการทำกิจกรรมด้วย

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น เรื่อง การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น พบว่า นักศึกษาเลือกใช้วิธีการหาผลเฉลยที่ไม่เหมาะสมกับระบบสมการที่กำหนดให้ จากการสัมภาษณ์นักศึกษาพบว่า ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้วิธีการหาผลเฉลยแต่ละวิธีได้ และเลือกใช้วิธีการหาผลเฉลยเพียงวิธีเดียว ทำให้เมื่อนักศึกษาหาผลเฉลยของระบบสมการที่กำหนดให้ไม่ได้ จึงได้คำตอบระบบสมการนั้นว่าไม่มีผลเฉลยของระบบสมการเนื่องจากไม่เข้าใจในการเลือกใช้วิธีการหาผลเฉลยของระบบสมการวิธีอื่น ๆ รวมถึงนักศึกษามีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นระบบเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงนำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา มีขั้นตอนในการแก้ปัญหามาที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 8-9) ได้สรุปถึงกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (3) ขั้นดำเนินการตามแผน และ (4) ขั้นตรวจสอบผล จากข้อความที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำวิจัยเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ซึ่งจะช่วยให้แก่นักศึกษามีผลการเรียนที่ดี

ขึ้น และเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อ
ยกระดับผลการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหา

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น มี 4 วิธี ได้แก่ วิธีการกำจัดวิธีการใช้เมทริกซ์ผกผัน วิธีการกำจัดแบบเกาส์-จอร์แดน และวิธีการใช้หลักเกณฑ์คราเมอร์

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 2 หมู่เรียน รวมทั้งหมด 58 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 1 หมู่เรียน รวมทั้งหมด 30 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยมีหมู่เรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้การแก้ปัญหามิติศาสตร์ตามรูปแบบของโพลยาที่มี 4 ขั้นตอน และแบบฝึกทักษะ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหามิติศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ซึ่งจะช่วยให้ นักศึกษามีผลการเรียนที่ดีขึ้น
2. ได้ให้แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามิติศาสตร์ที่เน้นการให้ เหตุผล ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ต่อไป
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนาการจัดการจัดการเรียนรู้ เพื่อยกระดับผลการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

การทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหามิติศาสตร์ที่การให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น ดังนี้

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (5 ปี) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2554) มีผลการเรียนรู้หมวดวิชาเฉพาะด้าน (วิชาเอกบังคับ) ของ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้ (1) ด้านคุณธรรมจริยธรรม (2) ด้านความรู้ (3) ด้านทักษะทาง ปัญญา (4) ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ (5) ด้านทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละ ด้าน พิจารณาเลือกกลยุทธ์การสอนที่ทำให้นักศึกษาเกิดผลการเรียนรู้ตามที่กำหนด

แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหามิติศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 7-9) ได้สรุปถึง กระบวนการกระบวนการแก้ปัญหามิติศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของ ปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข อาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา

เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสารบัญญัตด้วยถ้อยคำของตนเอง (2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา (3) ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ และ (4) ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้มองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่

แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผล

วิชัย เสวกงาม (2557, หน้า 207-223) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มา การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้ ในขณะที่ความสามารถในการให้เหตุผลนี้จะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมต่อให้เด็กเกิดความสามารถในด้านอื่น ๆ ความสามารถในการให้เหตุผลในวัยเด็กสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มหาวิทยาลัยและผลการปฏิบัติงานในการประกอบอาชีพได้ ดังนั้นความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากจะเป็นพื้นฐานและเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระดับสติปัญญาและทักษะการคิดขั้นสูงแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการตัดสินใจเพื่อการประกอบอาชีพและการลดพฤติกรรมเสี่ยงในอนาคตอีกด้วย การสอนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล และสามารถใช้ชีวิตอย่างประสบความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 นั้น ครูต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การสอนความรู้ในเนื้อหาผนวกกับการใช้สถานการณ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนวินิจฉัยและแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จันทร์ชัย อธิเกียรติ และชนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว (2559, หน้า 7) ได้สรุปถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ไว้ว่า กระบวนการสร้างความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีความหมายต่อตนเอง จากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการคิดและการแสวงหาความรู้ควบคู่ไปกับการปฏิบัติจริง ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้และประสบการณ์ด้วยตนเองโดยมีครูผู้สอนเป็นผู้จัดโอกาส บรรยากาศ สิ่งแวดล้อม และแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสร้างความรู้ มีขั้นตอนหรือกระบวนการ ดังนี้ (1) ขั้นแนะนำ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากการสร้างของครูผู้สอน

(2) ขัณฑ์บทวนความรู้เดิม เป็นขัณฑ์ที่ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้อ (3) ขัณฑ์ปรับเปลี่ยนความคิด เป็นขัณฑ์ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้อ ตามกระบวนการสร้างความรู้ตามกระบวนการสร้างความรู้ที่ประกอบด้วยขัณฑ์ตอนย่อย ๆ (4) ขัณฑ์บทวนเป็นขัณฑ์ตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนจะได้บทวนความคิดความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่และผลที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้อที่คำนึงถึงความรู้ และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนได้ตั้งเกดสิ่งทีตนเองสนใจอยากเรียนรู้อ แล้วจึงศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้เพิ่มเติม นำไปเชื่อมโยงต่อยอดกับความรู้ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เกิดเป็นความรู้ใหม่ของผู้เรียนเอง อีกทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด

แนวความคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้อ

ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 496-497) ได้เสนอขัณฑ์ตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนได้ดังนี้ (1) ขัณฑ์หาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน เด็กปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก (2) ขัณฑ์หาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนทีเก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น (3) ขัณฑ์หาประสิทธิภาพ 1: 100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งขัณฑ์ 30-40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ทีได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ทีตั้งไว้ หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ทีได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ทีตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 495) ได้กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาทีเป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาทีเป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้วนำไปทดลองจริง อาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ทีกำหนดไว้ เกินร้อยละ 5

งานวิจัยทีเกี่ยวข้อง

จักรพันธ์ ชาญสมร (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทีเน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนขัณฑ์ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนขัณฑ์ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 36 คน เครื่องมือทีใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทีเน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทีเน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล สถิติทีใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) กิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 73.21/72.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ (2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังพัฒนาคิดเป็นร้อยละ 74.72 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้รับการตรวจและปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ก่อนได้รับการพัฒนา
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้แบบฝึกทักษะ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ๆ ละ 3 ชั่วโมง ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 2 ชั่วโมง ให้นักศึกษาทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบฝึกทักษะหลังเรียนอีกครั้ง จำนวน 1 ชั่วโมง
3. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลหลังพัฒนา ใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยทำการสอบนอกเวลาเรียน
4. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติทดสอบ t-test

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พบว่า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ที่ใช้เป็นแบบฝึกทักษะในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 70.73/73.65 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลโดยใช้แบบฝึกทักษะพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการ

พัฒนาและหลังการพัฒนา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังพัฒนาสูงกว่าก่อนพัฒนา

การอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์” พบว่า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น ที่ใช้เป็นแบบฝึกทักษะในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล มีค่าเท่ากับ 70.73/73.65 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากกิจกรรมที่ได้ออกแบบนั้นผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมและเนื้อหา คณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน สอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรพันธ์ ชาญสมร (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 73.21/72.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มีการทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละหัวข้อได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทบทวนมาใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนพบว่า ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักศึกษาสามารถเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นที่โจทย์กำหนดให้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชญาภา ใจโปรง (2554) ที่กล่าวถึงประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มากขึ้น นักศึกษาจึงแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน ขั้นที่ 2 วางแผน นักศึกษาสามารถเลือกวิธีการหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ และสามารถกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเพิ่มเติมได้ โดยการแปลงจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นอีกรูปแบบ จากนั้นจัดเรียงลำดับการหาค่าผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้นตามขั้นตอนของวิธีการหาผลเฉลี่ยของระบบสมการเชิงเส้นนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kenneth (อ้างถึงใน กัลยาณี หนูพุด, 2559, หน้า 59) ที่กล่าวถึงการเขียนขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้สามารถแก้ปัญหา

ได้ดีขึ้น ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน นักศึกษาสามารถหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นตามแผนที่วางไว้ตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และสามารถบอกได้ว่าแต่ละขั้นตอนทำไปเพื่อหาค่าอะไรต่อไปบ้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pugalee (อ้างถึงใน กัลยาณี หนูพุด, 2559, หน้า 60) ที่กล่าวถึงการอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาโดยการเขียนและการพูดอธิบายกระบวนการ สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจดีขึ้น และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล นักศึกษาสามารถนำผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นที่ได้มาตรวจสอบโดยการแทนค่าในสมการแล้วทำให้ทุกสมการเป็นจริง พร้อมให้เหตุผลประกอบในกรณีที่แทนค่าแล้วสมการไม่เป็นจริง และพฤติกรรมของนักศึกษาบางส่วนเมื่อทำตามขั้นตอนการหาผลเฉลยเสร็จแล้ว ไม่ยอมทำการตรวจสอบผลเฉลยที่ได้มา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pugalee (อ้างถึงใน กัลยาณี หนูพุด, 2559, หน้า 60) ที่สรุปถึงการตรวจสอบพฤติกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาแต่ส่วนใหญ่่นักเรียนไม่ได้ตรวจสอบคำตอบสุดท้าย ขณะที่การอธิบายด้วยปากเปล่าและการเขียนใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน นอกจากนี้ยังสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า การเขียนสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะผลการทดสอบหลังพัฒนา เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนพัฒนาและหลังพัฒนา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังพัฒนาสูงกว่าก่อนพัฒนา แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผล เรื่อง การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์มีความรู้ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเพิ่มมากขึ้น จากการใช้แบบฝึกทักษะเป็นสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เมื่อนักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นแล้ว ในการเรียนหัวข้อถัดไปในรายวิชานักศึกษามีผลการเรียนที่ดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กัลยาณี หนูพุด (2559) ได้สรุปถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รจนพร คุณผล (2556) ได้สรุปถึงการพัฒนาศักยภาพการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมพิทยาคม ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสรุปชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ความน่าจะเป็น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า ในขณะที่เวลาที่ผู้เรียนทำแบบฝึกทักษะ ผู้สอนควรดูแลผู้เรียนให้ทั่วถึง เนื่องจากมีผู้เรียนบางส่วนที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
2. ผู้ที่จะทำการศึกษาต่อไปอาจนำรูปแบบวิธีการสอนใหม่ ๆ มาใช้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นต้น หรือนำสื่อนวัตกรรมอื่น ๆ เข้ามาร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วย
3. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ เนื่องจากพื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันออกไป อาจด้วยปัจจัยบางอย่างที่เกี่ยวข้อง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่มอบโอกาสให้ได้ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการเรียน ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์มหาวิทยาลัยรามคำแหงทุกท่านที่ได้มอบความรู้ และผู้วิจัยจะนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปใช้ในการทำงานต่อไป

วิภาดา นานา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.
- กัลยาณี หนูพัด. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- จันทร์ชัย อธิเกียรติ และธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว. (2559). การสอนแบบทันสมัยและเทคนิควิธีสอน
แนวใหม่. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน.
- จักรพันธ์ ชาญสมร. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิด
วิเคราะห์ และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชญาภา ใจโปรง. (2554). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่
หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). พัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สุวิริยาสาน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประหยัด เนตรหาญ. (2546). การใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสมในการสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคำเขื่อนแก้วขุโขปถัมภ์
จังหวัดยโสธร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน
ในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 2. วารสารครูศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วิภู มุลวงศ์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร-
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เอียน สมิธ และอนงค์ วิเศษสุวรรณ. (2559). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.
วารสารศึกษาศาสตร์. 2(18), 1-10.