

**ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซพลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน
เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ***

**The Effect of Explicit Learning Management Emphasizing on Representation in
“Integer System” on Academic Achievement and Mathematical Communication
Skill of Mathayomsuksa I Students**

สายัณห์ พลแพน **

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซพลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อำเภอกะทู้มูแบน จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Sample random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซพลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซพลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซพลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

** นักศึกษาหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ 086-811-5291 e-mail address : doggy_tannn@yahoo.com

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิซิท์ที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิซิท์ที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิซิท์ที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Abstract

The purposes of this research were to compare academic achievement and mathematical communication skills of Mathayomsuksa I students before and after learning through explicit learning management emphasizing on representation and compare them to the criterion.

The subjects of this study were 36 Mathayomsuksa I students in the first semester of the 2013 academic year at Banplongliam School, Krathumbaen, Samudsakorn. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 19 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the explicit learning management emphasizing on representation lesson plans and mathematics achievement test and mathematical communication skill test. The data were statistically analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the experimental group after learning through explicit learning management emphasizing on representation was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

2. The mathematics achievement of the experimental group after learning through explicit learning management emphasizing on representation was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

3. The mathematical communication skills of the experimental group after learning through explicit learning management emphasizing on representation was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

4. The mathematical communication skill of the experimental group after learning through explicit learning management emphasizing on representation were statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

บทนำ

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและการดำรงชีวิตมนุษย์ เพราะการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น และในชีวิตประจำวันของคนเราก็ได้ใช้วิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัว (สิริพร ทิพย์คง. 2533: 1) อีกทั้งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2545: 1) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นจุดหมายสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระแสการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง การจัดการกิจกรรมคณิตศาสตร์จึงควรมีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดไม่ว่าในบริบทใด ๆ (อัมพร ม้าคนอง. 2546: คำนำ)

แต่จากการเรียนการสอนในปัจจุบัน กลับพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สืบเนื่องจากการรายงานของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2554: 4) ที่ประกาศผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2554 ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็พบพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยได้เพียง ร้อยละ 30.16 จาก 100 คะแนนเต็ม และคะแนนเฉลี่ยที่ของสาระที่ต่ำที่สุดคือสาระทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 21.79 นั้นหมายความว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารที่ต่ำอยู่

จากผลการรายงานดังกล่าวน่าจะเป็นผลมาจากธรรมชาติของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นการคิดคำนวณ ความคิดรวบยอด และทักษะ มีโครงสร้างแสดงความเป็นเหตุเป็นผล สื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมจึงยากต่อการเรียนรู้ และทำความเข้าใจ (ยุพิน พิพิธกุล. 2530: 1-3) จอยส์และวิล อ้างว่ามีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่ชี้ให้เห็นว่า การสอนโดยมุ่งเน้นการให้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกว่ามีบทบาทในการเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน การเรียนการสอนโดยจัดสาระและวิธีการให้ผู้เรียนอย่างดีทั้งทางด้านเนื้อหาความรู้ และการให้ผู้เรียนใช้เวลาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (Academic Learning) เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด ผู้เรียนมีใจจดจ่อกับสิ่งที่เรียนและช่วยให้ผู้เรียนถึง 80% ประสบความสำเร็จในการเรียน (ทีศนา แซมมณี, 2551: 256 อ้างอิงจาก Joyce and Weil, 1996: 334) นอกจากนั้นในการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถยกระดับผลการเรียนรู้ทางการเรียนได้นั้น ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนรู้จักคิด เป็นเจ้าของความคิด สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน ซึ่งการที่นักเรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้ทำให้มีโอกาสช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่ม เมื่อมีข้อสงสัยก็สามารถซักถามปัญหากันอย่างอิสระและนักเรียนที่เรียนอ่อนก็สามารถเรียนรู้ได้จากการช่วยสอนทั้งจากเพื่อนและครู บรรยากาศการเรียนรู้จึงเป็นกันเองไม่เคร่งเครียด ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน (อรอุรา สุขแปดริ้ว, 2012: 651)

โดยบรูเนอร์ (Bruner) นักจิตวิทยาแนวพุทธิปัญญานิยมที่เน้นพัฒนาการเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางปัญญาว่า ผู้เรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) ได้ หากเขาสามารถถ่ายโยงความรู้ความเข้าใจทุกสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่ภาพ สัญลักษณ์หรือภาษาได้ (สรวงศ์ โค้วตระกูล, 2548: 214) ดังนั้น การใช้ตัวแทน (Representation) จึงเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนหรือความคิดที่เป็นนามธรรมได้เป็นอย่างดี ซึ่งการใช้ตัวแทนเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) ที่มีอยู่ 5 มาตรฐาน ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problem Solving) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning & Proof) การสื่อสาร (Communication) การเชื่อมโยง (Connection) และ การใช้ตัวแทน (Representation) โดยสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 67) ได้อธิบายถึงมาตรฐานการใช้ตัวแทนว่า การใช้ตัวแทนเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนสื่อสารวิธีการทางคณิตศาสตร์ ข้อโต้แย้ง และความเข้าใจต่างๆ ไปสู่บุคคลอื่นได้

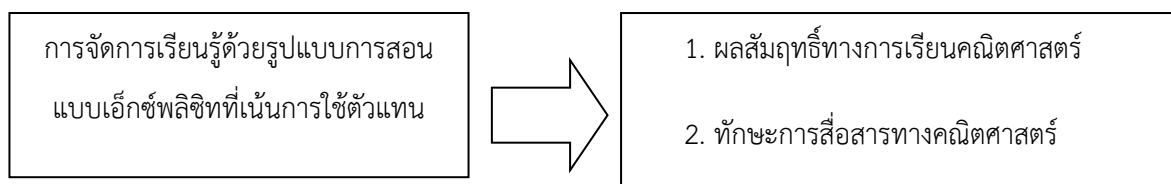
การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิด ของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เห็นว่า การเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบายนั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับ นักเรียน (Rowan & Morrow, 1993: 9-11) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สาระที่ 6 ซึ่งได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค.6.1 ว่าเป็นผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากทักษะ/กระบวนการสื่อสารเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคตจึงจำเป็นต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการสื่อสาร ได้แก่ การสนทนา การซักถาม การอธิบายสิ่งต่างๆ ได้อย่างคล่องแคล่วมีความสามารถในการฟัง พูด อ่าน เขียน ทักษะในการนำเสนอและมีความสามารถทั้งการพูดการเขียนให้ผู้อื่นเข้าใจ มีทักษะในการรับฟังข่าวสารข้อมูล และสามารถวิเคราะห์ข่าวสารที่ได้รับอย่างมีเหตุผลสามารถสรุปความรู้ที่ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องตรงประเด็นขยายความ แปลความหมายสิ่งที่ตนเองรู้ได้โดยมีข้อสรุปอ้างอิงอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน จึงควรมีการปรับปรุง และพัฒนาให้เหมาะสมกับความเจริญในโลกปัจจุบันเพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถด้านทักษะและกระบวนการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ, 2542: 1)

รูปแบบวิธีการสอนแบบเอ็กซ์พลลิซิท หรือการ จัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้ง พัฒนาโดยโรเซ็นชานน์ และสตีเวนส์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นทบทวนความรู้เดิมและตรวจการบ้าน 2. ขั้นนำเสนอเนื้อหาสาระหรือทักษะใหม่ 3. ขั้นทำให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ 4. ขั้นให้ข้อมูลป้อนกลับและแก้ไขการปฏิบัติของผู้เรียน 5. ขั้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ 6. ขั้นการทบทวนฝึกปฏิบัติรายสัปดาห์และรายเดือน (ทิสนา แคมมณี. 2551: 117) เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการเข้าใจจริงและการฝึกจนเกิดทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับสูงขึ้นได้ดี สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Rosenshine. 1986: 60) สอดคล้องกับ วนิดา สุขสาลี (2012: 556) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และความจำนั้น ต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการต่างๆที่น่าสนใจ เข้ามาช่วยในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ไม่ใช่การสอนที่ครูเป็นเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายและนักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ จึงจะเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลลิซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลลิซิทซึ่งพัฒนาโดยโรเซ็นชานน์ และสตีเวนส์ (Rosenshine & Stevens) เป็นกระบวนการสอนที่เน้นการทบทวน มีการตรวจสอบการบ้าน และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้สั้นๆ เข้าใจง่ายได้คำตอบที่ถูกต้องรวดเร็วและแน่นอน ผนวกกับแนวคิดในการใช้ตัวแทนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) ซึ่งการใช้ตัวแทนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนสื่อสารวิธีการทางคณิตศาสตร์ ข้อโต้แย้ง และความเข้าใจต่างๆ ไปสู่บุคคลอื่นได้ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลลิซิทที่เน้นการใช้ตัวแทนดังกล่าว สามารถช่วยฝึกฝนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อันจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลลิซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกรอบแนวคิดดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทน
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปล่องเหลียม อำเภอกะทู้มูแบน จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 102 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปล่องเหลียม อำเภอกะทู้ม่วน จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน โดยได้มาจากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Sample random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มโดยการจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลีซิฟที่เน้นการใช้ตัวแทน

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาการดำเนินการทดลอง 19 ชั่วโมง โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 17 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง และทำการทดสอบ หลังเรียน 1 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปล่องเหลียม อำเภอกะทู้ม่วน จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน โดยได้มาจากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Sample random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มโดยการจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลีซิฟที่เน้นการใช้ตัวแทนเรื่องระบบจำนวนเต็ม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน คู่มือสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิต การใช้ตัวแทน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม จำนวน 6 แผน ให้ความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมประกันคุณภาพนิพนธ์พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ นำแผนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (IOC) นำแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปเสนอประธานกรรมการควบคุมประกันคุณภาพนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง นำแผนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดให้ค่าคะแนนคือ ทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 40 นาที มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังนี้ ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ศึกษาแบบเรียน คู่มือครู และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมประกันคุณภาพนิพนธ์พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

เหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาคัดเลือกจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 จำนวน 40 ข้อ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านปล่องเหลื่อม อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม มาแล้ว จำนวน 50 คน จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก นำผลการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 210-212) แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป EVANA จากนั้นเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.41- 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.58 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านปล่องเหลื่อม อำเภอกะทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ผ่านการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มมาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามสูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540: 183-184) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EVANA ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สมบูรณ์ไปจัดพิมพ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 5 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ต่างกัน โดยผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546: 121) และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยปรับปรุงเกณฑ์การประเมินคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวคิดของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994 : 112 ; citing Vermont Department Education. n.d.: 14-15) ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม และสร้างตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สร้างแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 10 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรพิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถามตลอดจนการใช้ภาษา จากนั้นนำแบบทดสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 10 ข้อ นำแบบทดสอบทั้ง 10 ข้อ ที่ได้มาปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อำเภอกะทู้มณฑลภูเก็ต ซึ่งได้ผ่านการเรียนเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม มาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก(P_E) และค่าอำนาจจำแนก(D) เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก(P_E) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก(D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยาก (P_E) ระหว่าง 0.72 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนก(D) อยู่ระหว่าง 0.29 - 0.35 นำแบบทดสอบที่คัดเลือก จำนวน 5 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คน ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.98 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้ นำแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อที่คัดเลือกแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อำเภอกะทู้มณฑลภูเก็ต จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ตามสูตรของครอนบัค (Cronbach) เท่ากับ 0.79 แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือโรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อำเภอกะทู้มณฑลภูเก็ต ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2556 – 7 มิถุนายน 2556
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อ.กะทู้มณฑลภูเก็ต ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการ

ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์รวม 60 นาที

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้เวลาการสอน 17 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอีกครั้ง และบันทึกผลการทดลองให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวม 60 นาที

6. ตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

3. เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.40 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิชิตที่เน้นการใช้ตัวแทน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการทบทวนประจำวันก่อนการนำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยครูจะแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และสอนขั้นตอนทีละขั้น ทำแบบ แสดงแบบให้นักเรียนดู ใช้สื่อประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งก่อนที่จะดำเนินการสอนขั้นต่อไป ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน โดยครูคอยแนะนำอย่างใกล้ชิด โดยครูจะคอยให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนการสอนทางตรง ของจอยส์และวีล (ทิสนา แชมมณี, 2551: 256 อ้างอิงจาก Joyce and Weil, 1996 : 334) ที่ว่าการสอนโดยมุ่งเน้นการให้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ช่วยให้ ผู้เรียนรู้สึกว่ามีบทบาทในการเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนประสบ ความสำเร็จในการเรียน การเรียนการสอนโดยจัดสาระและวิธีการให้ผู้เรียนอย่างดีทั้งทางด้านเนื้อหา ความรู้ และการให้ผู้เรียนใช้เวลาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (Academic Learning) เป็นประโยชน์ต่อ การเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด ผู้เรียนมีใจจดจ่อกับสิ่งที่เรียนและช่วยให้ผู้เรียนถึง 80% ประสบ ความสำเร็จในการเรียน และยังสอดคล้องกับการวิจัยของกุลิค (ศิริดา เอียดแก้ว, 2548: 70; อ้างอิงจาก Kulik, quoted in Rosenshine, 1986 : 10) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที เมื่อทำคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ นักเรียนจะเรียนดีขึ้นเมื่อ ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ในด้านการฝึกโดยอิสระ มีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนา ขั้นตอนแต่ละขั้นตอน แก้ไขทักษะที่ยังไม่คล่องแคล่วให้สามารถปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของกู๊ดและโกรว์ (ศิริดา เอียดแก้ว, 2548: 71; อ้างอิงจาก Good and Grow, quoted in Rosenshine, 1986 : 12) ให้คำแนะนำว่าการเรียนเนื้อหาใหม่ ๆ ควรมีการทบทวนทุกสัปดาห์และทุกเดือน เพื่อเพิ่ม ความสนใจของผู้เรียนจากกระบวนการ

เรียนการสอนทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งสามารถจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในเรื่องของความรู้ ความจำ และความเข้าใจ หรือการเรียนรู้และฝึกทักษะต่าง ๆ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นักสวรรถ ศรีจันทร์ (2545: 103 - 104), วรณี ภิรมย์คำ (2545: 112-113) ที่กล่าวว่า การใช้รูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

1.2 มีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ตัวแทนลักษณะต่างๆ ทั้งแผนภาพ กราฟ และ สัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง จนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับเฟนเนลล์ และ โรวาน (Fennell; & Rowan, 2001: 292) ที่กล่าวว่า การใช้ตัวแทนเป็นกระบวนการ- การอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งต่อการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นแนวทางไปสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ และเป็นแบบแนวทางที่นักเรียนจะได้แสดงออกถึงความคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องความคิดของกรีน และฮอลล์ (Greeno; & Hall, 1997: 361-367) ที่ว่าการใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังสำหรับการคิด ซึ่งการใช้ตัวแทนจะช่วยให้เข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์ และยังช่วยสนับสนุนการให้เหตุผลโดยช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะที่สำคัญของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์อีกด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจริยาดี บรรทัดเที่ยง (2547: 60-64) ที่ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแทน เรื่องคู่อันดับและกราฟ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากการใช้ชุดกิจกรรมภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.85 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟที่เน้นการใช้ตัวแทน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นฝึกปฏิบัติตามขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารอยู่ตลอดเวลา โดยครูคอยแนะนำอย่างใกล้ชิด ซึ่งครูจะคอยให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนโดยการอธิบายแนวความคิดร่วมกัน ทำให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องและสามารถแก้ไขให้ถูกต้องสามารถสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ เป็นการฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะการสื่อสารอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับคำกล่าวของมัมมี และเชพเพิร์ด (Mumme; & Shepherd, 1993; 7-9) ที่กล่าวไว้ว่า การอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนสามารถพัฒนาภาษาคณิตศาสตร์และความเข้าใจในกฎและนิยามต่างๆ มากขึ้นและยังสอดคล้องกับแนวความคิดของมอร์แกน (Morgan, 1999: 129) ที่ว่า ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงความคิดเห็นของตนเองเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง

2.2 กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ทั้งรูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งการใช้ตัวแทนถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนถ่ายโยงความเข้าใจในความคิดที่เป็นนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ และสามารถเขียนสื่อสารความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของดอสเซย์ และคนอื่น (Dossey; et al, 2002: 83-85) ที่ว่าการใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเป็นการใช้สัญลักษณ์เพื่อเป็นตัวแทนและเพื่อให้เข้าใจในความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแทนหลายรูปแบบใช้อธิบายสถานการณ์และความคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการสื่อสารและเชื่อมโยง เราจึงกล่าวได้ว่าการใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้การฝึกฝนทักษะการเขียนของผู้เรียน โดยฝึกให้ผู้เรียนได้เขียนสื่อสารแนวความคิดของตนเองจากการทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ และครูตรวจสอบความถูกต้องพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนโดยทันที จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง และเมื่อเกิดการฝึกฝนบ่อยๆ นักเรียนก็จะสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้ การเขียนสื่อสารแนวคิดของนักเรียนก็จะถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ของธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่ว่าการฝึกหัดหรือได้ทำบ่อยๆ ย่อมนำมาซึ่งความถูกต้องสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลีซิทที่เน้นการใช้ตัวแทนครูผู้สอนควรอธิบายและยกตัวอย่าง ให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนพร้อมทั้งยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาอย่างง่ายเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจถูกต้อง
2. ครูผู้สอนจะต้องเตรียมตัวไปสอนเป็นอย่างดี เพื่อประโยชน์แก่นักเรียนและครูผู้สอน
3. ในการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนครูควรชี้แจงการทำกิจกรรมแต่ละข้ออย่างละเอียดเพื่อให้ นักเรียนสามารถลงมือทำได้ถูกต้อง ครูควรให้ความใส่ใจให้ทั่วถึงในชั้นเรียน ให้คำปรึกษากับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม และครูจะต้องใช้น้ำเสียงที่อ่อนโยนเวลาให้คำปรึกษาและน้ำเสียงที่สนุกสนานเวลาที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมในชั้นเรียน
4. ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมต่างๆ อย่างพอเหมาะ มิฉะนั้นจะทำให้กิจกรรมใช้เวลามากจนเกินไป
5. ครูผู้สอนควรใจเย็นและอดทนรอเวลาที่จะให้นักเรียนตอบคำถาม หรือพบข้อสรุปด้วยตนเอง หากนักเรียนตอบไม่ได้ ครูควรใช้คำถามชี้แนะแนวทางให้แก่นักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิสซิฟที่เน้นการใช้ตัวแทนในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น เศษส่วนและทศนิยม อัตราส่วนและร้อยละ การวัด ฯลฯ
2. ควรมีการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์พลิสซิฟที่เน้นการใช้ตัวแทนโดยศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการคิดสังเคราะห์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
3. ควรมีการนำการใช้ตัวแทนไปใช้บูรณาการกับการเรียนการสอนในรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนแบบบูรณาการ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2542). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

----- . (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

----- . (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

จริยวดี บรรทัดเที่ยง. (2547). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแทน เรื่อง คู่อันดับและกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทิตนา แหมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัศวรรย์ ศรีจันทร์. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการคูณและหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะวิธีการสอนแบบเอ็กซ์พลิสซิฟ และวิธีสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----- . (2540). สถิติวิทยาการทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วนิดา สุขสาลี. ผลการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดียแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม เรื่อง การคูณวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. Veridian E-Journal, SU 5, 2(May – August 2012): 556.

วรรณิ ภิรมย์คำ. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย เรื่อง คำและความสัมพันธ์ ของคำ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยวิธีการสอนแบบเอ็กซ์พลีชีฟกับวิธี สอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนภาษาไทย บัณฑิต- วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศิรดา เอียดแก้ว. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของคำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยวิธีการสอน แบบเอ็กซ์พลีชีฟ กับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สิริพร ทิพย์คง. (2533). ทฤษฎีและวิธีสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2548). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. (ฉบับปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม) กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 90

อรอุรา สุขแปดริ้ว. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค กลุ่มผลสัมฤทธิ์ที่มีต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. Veridian E-Journal, SU 5, 1 (January – April 2012): 651)

อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและ เอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Dossey, John A; et al (2002). **Mathematics Methods for Today's Mathematics Classroom** :A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12. U.S.A. : Thomson Learning

Fennel, Francis.; & Rowan, Tom. (2001, January). **Representation: An Important Process for Teaching and Learning Mathematics**. Teaching Children Mathematics. 7(5):288-292

Greeno, James G ;& Hall, Roger B . (1997, January). Practicing Representation: Learning with and about Representational Form. **Phi Delta Kappan**. 79: 361-367.

Kennedy, Leonard M ; & Tipps, Steve. (1994). **Guiding Children's Learning of Mathematics**. 7th ed. California : Wadsworth.

- Morgan, C. (1999). **Communicating Mathematically**. London : Routledge.
- Mumme, Judith ; & Shepherd, Nancy. (1993). “ **Communication in Mathematics,**” in **Implementing the K – 8 Curriculum and Evaluation Standards**. The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**.United States of America. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. (1993). **Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards : Reading from the Arithmetic Teacher**. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Rosenshine, B. “Synthesis of Research on Explicit on Teaching.” **Educational Leadership** 43 (April 1986) :14.