

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค
Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effects of Organizing Learning Activities Through Heuristics
with Think Talk Write Technique on Mathematical Problem
Solving and Communication Abilities of
Mathayomsuksa Four Students

พัชราภรณ์ ทองนาค*

geegavera@gmail.com

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร**

คงรัฐ นवलแปง***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.75 และ 3) แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test for one sample)

*นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

***อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: แนวคิดแบบฮิวริสติกส์, เทคนิค Think Talk Write, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare mathematical problem solving ability of students after organizing learning activities through heuristics with think talk write technique with determined criterion of 75 percent of the test score and 2) to compare mathematical communication ability of students after organizing learning activities through heuristics with think talk write technique with determined criterion of 75 percent of the test score. The participants, selected by cluster random sampling technique, were 24 mathayomsuksa four students in the second semester of the academic year 2015. The research instruments were six lesson plans, Mathematical problem solving and writing communication ability test with the reliability of .75 and Mathematical speaking communication evaluation form. The statistical techniques established for analyzing the data were mean, standard deviation, and t-test for one sample.

Research results found that:

1. Mathematical problem solving ability of students after organizing learning activities through heuristics with think talk write technique was higher than the determined criterion of 75 percent at the 0.05 level.

2. Mathematical communication ability of students after organizing learning activities through heuristics with think talk write technique was higher than the determined criterion of 75 percent at the 0.05 level.

Keywords: heuristics approach, think talk write technique, mathematical problem solving ability, mathematical communication ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 1) ดังนั้นการศึกษาไทยจึงได้ให้ความสำคัญกับคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก และจากผลการประเมินของโครงการ PISA ปี ค.ศ. 2012 ซึ่งเป็นการประเมินที่ต้องการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนในด้านการแก้ปัญหา ซึ่งครอบคลุมการวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ชี้ให้เห็นว่านักเรียนไทยประมาณ 50.3% มีคะแนนไม่ถึงระดับที่ 2 และมีนักเรียนไทยจำนวน 1 ใน 5 ที่มีผลการประเมินไม่ถึงระดับที่ 1 ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถคิดเลขจากจำนวนเต็มที่เลียนแบบจากโจทย์ที่กำหนดให้เท่านั้น (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 185-186) นอกจากนี้แล้วผลการสอบย่อยครั้งที่ 1 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ปีการศึกษา 2558 พบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่โรงเรียนได้กำหนดไว้มีเพียงร้อยละ 3 เท่านั้น โดยการสอบย่อยนั้นจะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยทั้งหมดเพื่อให้นักเรียนได้เขียนสื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่ไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของครูในโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และปีที่ 5 สามารถสรุปว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถแสดงวิธีการ

แก้ปัญหาคือหรือสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนเรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม เนื่องจากนักเรียนต้องใช้ความรู้หลักการ และเทคนิควิธีต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาจำนวนมาก อีกทั้งสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมประกอบไปด้วยภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จำนวนมาก ซึ่งนักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ (ฐิติพร ประสพโชคอำนวย และไมตรี สมบูรณ์, สัมภาษณ์, 6 กรกฎาคม 2558)

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจาก การจัดการเรียนการสอนของครูที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริง (ทรายทอง พวงสันเทียะ, 2554, หน้า 52) ซึ่งทำให้เด็กไทยส่วนใหญ่ที่สามารถแก้โจทย์ปัญหาง่ายได้ แต่เมื่อโจทย์ปัญหานั้นมีความซับซ้อนขึ้น ต้องใช้ความคิด ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น ก็จะประสบปัญหาการแก้ปัญหาทันที (วิชัย พานิชย์สว, 2546, หน้า 8) อีกทั้งนักเรียนยังมีอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้ภาษา (ศราวุธ จอมนำ, 2557, หน้า 20 - 23) เพราะการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ได้เน้นเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากนัก นักเรียนจึงยังมีความสามารถในด้านนี้ไม่ดีพอ การพัฒนานักเรียนให้สามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้จึงมีความจำเป็น (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 56 - 57)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ใน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูควรเน้นการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ซึ่งแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการที่นำไปสู่การ

แก้ปัญหา โดยมีการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Katretchko, 1971 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552 ; Krulik & Rudnick, 1993; Singapore Math, 2005; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 383) มีประโยชน์ทำให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้กระบวนการทางด้านการคิด (ยุพิน พิพิธกุล, 2523ล, หน้า 99) และ Garnett (1984, pp. 102-103) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ ว่า ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงโครงสร้างการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนมีการคิดที่เป็นระบบมากขึ้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์นี้นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนสามารถอภิปรายผลได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน ผู้วิจัยจึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเทคนิค Think Talk Write เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารผ่านทางช่องทางการพูดและการเขียน โดยแนวความคิดนี้มีพื้นฐานมาจากการเข้าใจทางการเรียน ที่ส่งเสริมให้นักเรียน คิด พูด และเขียน ได้ (Dila, 2012; Huinker & Laughlin, 1996; Maulida, 2013) ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ ร้อยละ 75

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 24 คน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนักเรียนจำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนรวม 144 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอีวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

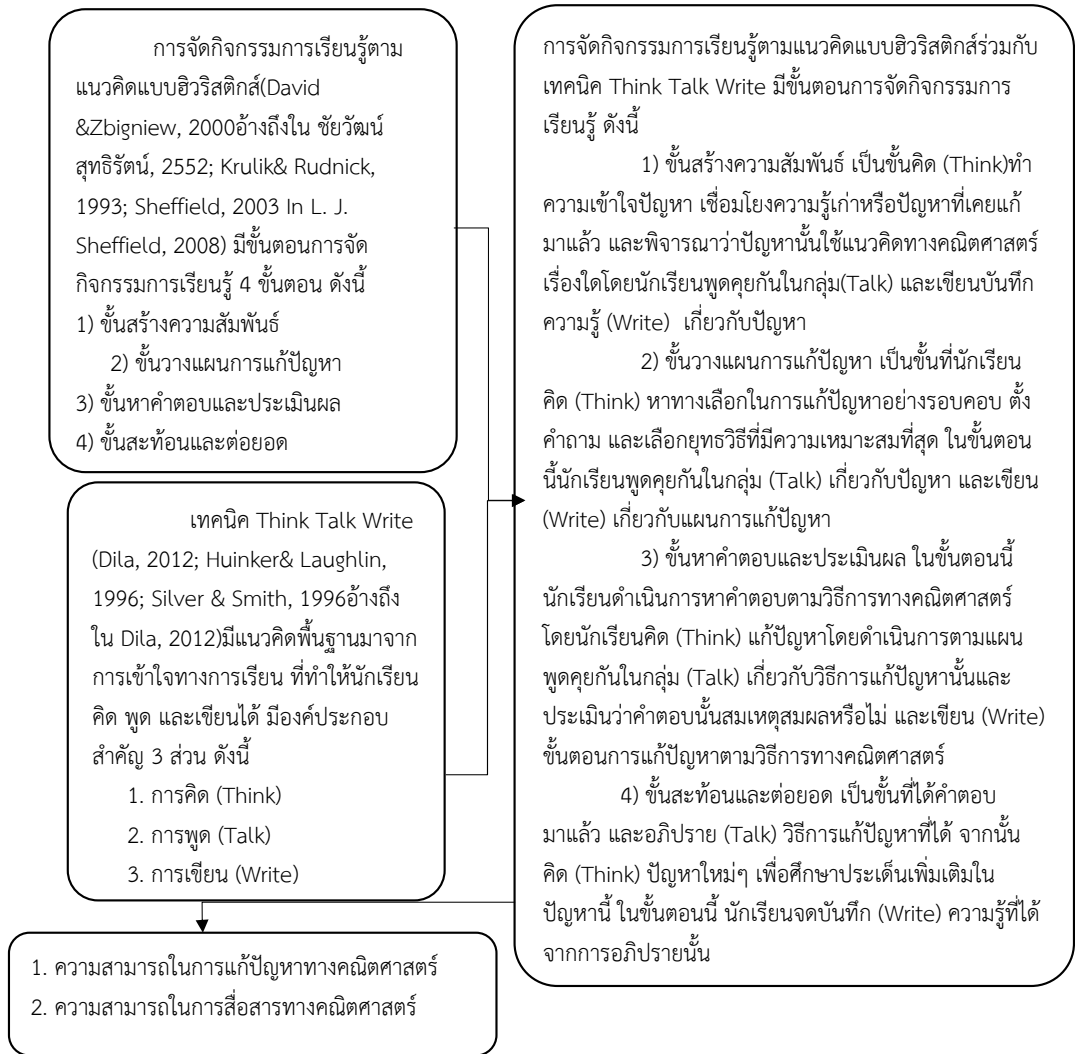
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชา

ค30103 ความรู้พื้นฐานสำหรับแคลคูลัส 2 เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งหมด 13 ชั่วโมง แบ่งเป็นการสอน 12 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ที่พัฒนาตามกรอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด

แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write จำนวน 6 แผน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

3. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 4 ข้อ

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง แล้วเสนอต่อประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 4.17 (เหมาะสมมาก) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.42 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการใช้พบว่านักเรียนไม่รู้จักระบบวิธีการแก้ปัญหาแต่มีความสนใจในการทำกิจกรรมดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลการทดลองดังกล่าวมาปรับปรุงเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการแบบองค์รวม (Holistic) แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 16 ข้อ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนเสนอประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องจากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ข้อสอบทั้ง 16 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง อยู่ในระหว่าง 0.8 - 1.00 จากนั้นนำ

ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.38 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.38 และตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 8 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.75 แล้วนำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นแบบมาตราประมาณค่า จำนวน 4 ข้อ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด แล้วนำแบบประเมินดังกล่าวเสนอต่อประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อปรับปรุง และตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความตรงเชิงพฤติกรรมบ่งชี้ พบว่า มีคะแนนค่าความตรงเชิงพฤติกรรมบ่งชี้เท่ากับ 1.00 ทุกข้อแล้ว นำแบบประเมินที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน พบว่า แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดสามารถประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนได้ จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One - Shot case study Design ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่สุ่มกลุ่มตัวอย่างมากลุ่มเดียวให้เป็นกลุ่มทดลอง แล้วนำเอากลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลองกับการกระทำที่ต้องการศึกษา แล้วทำการทดสอบเพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) แล้วนำมาทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอิวิริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่องสมการและอสมการเอกโพแนนเชียลและลอการิทึม เพื่อให้ นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้เวลา 4 สัปดาห์ซึ่งใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอิวิริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่องสมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม จำนวน 6 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยในระหว่างการสอนผู้วิจัยจะประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

3. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

4.1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงกระบวนการหาคำตอบได้ถูกต้อง ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และอธิบายกระบวนการหาคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แสดงกระบวนการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่อธิบายกระบวนการหาคำตอบได้เพียงบางส่วน
2 พอใช้	ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แสดงกระบวนการหาคำตอบได้เพียงบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สามารถเขียนแสดงและอธิบายกระบวนการหาคำตอบได้ หรือใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมแต่ไม่สามารถเขียนอธิบายกระบวนการหาคำตอบได้
0 ไม่พยายาม	ใช้ยุทธวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และไม่สามารถอธิบายกระบวนการหาคำตอบได้หรือไม่สามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ หรือ ไม่มีร่องรอยการเขียน

4.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เขียนสื่อความหมายข้อมูลตามลำดับขั้นตอนถูกต้อง
1 ปานกลาง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน และเขียนสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่เขียนสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือเขียนสื่อความหมายได้ชัดเจนแต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
0 ปรับปรุง	ไม่นำเสนอหรือใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเขียนสื่อความหมายผิด

4.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2 ดี	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน
1 ปานกลาง	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดได้เป็นบางส่วน หรือมีการนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการใช้การทดสอบ t-test for one sample

2. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการใช้การทดสอบ t-test for one sample โดยคะแนนความสามารถใน

การสื่อสารจะแบ่งเป็น 2 ส่วน นั่นคือ ความสามารถในการสื่อสารทางด้านการเขียน 16 คะแนน และความสามารถในการสื่อสารทางด้านการพูด 8 คะแนน รวมเป็น 24 คะแนน เนื่องจากการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนนักเรียนจะต้องเขียนสื่อความหมาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน เป็นระบบตามขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จะเป็นการสื่อสารแนวคิดของตนเองโดยใช้ภาษาพูดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และภาษาทางคณิตศาสตร์ด้วยเท่านั้น

ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (เกณฑ์ร้อยละ 75)	\bar{x}	S	t	p
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	24	32	24	25.58	2.39	3.24*	.004

* $p < .01$

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.58 คิดเป็นร้อยละ 79.95 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมกับคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (เกณฑ์ร้อยละ 75)	\bar{x}	S	t	p
คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	24	24	18	20.79	1.59	8.62*	.000

* $p < .01$

จากตารางที่ 5 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.79 คิดเป็นร้อยละ 86.62 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัย ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยแยกเป็นรายด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และด้านการเขียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 แสดงผลดังนี้

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (เกณฑ์ร้อยละ 75)	\bar{x}	S	t	p
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	24	16	12	14.21	1.18	9.18*	.000

* $p < .01$

จากตารางที่ 5 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.21 คิดเป็นร้อยละ 88.80 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสาร

ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทางด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที่ ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (เกณฑ์ร้อยละ 75)	\bar{x}	S	t	p
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	24	8	6	6.58	1.02	2.81*	.010

* $p < .01$

จากตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง สมการและอสมการ เอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 คิดเป็นร้อยละ 82.29 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา โดยมีการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านช่องทางการพูดและการเขียน (Dila, 2012; David & Zbigniew, 2000 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552; Huinker & Laughlin, 1996; Krulik & Rudnick, 1993; Sheffield, 2003; Silver

& Smith, 1996 อ้างถึงใน Dila, 2012) ซึ่งผู้วิจัยเป็นเพียงผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนเป็นผู้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสัมพันธ์ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่องที่เคยได้เรียน หรือเคยมีประสบการณ์ผ่านการตั้งคำถาม ในขั้นนี้ นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับปัญหา ได้เกิดการพูด อภิปราย แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม และบันทึกความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้น 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา โดยหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ และเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนกันในกลุ่มเกี่ยวกับการวางแผนการแก้ปัญหานั้น 3) ขั้นหาคำตอบและประเมินผล ในขั้นนี้ นักเรียนได้แสดงวิธีการหาคำตอบ โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ โดยการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางเอาไว้ และตรวจสอบคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ และ 4) ขั้นสะท้อนและต่อยอด ในขั้นนี้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้ และมีการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เพื่อหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้นๆ และนักเรียนจะต้องต่อยอดความรู้ที่ตนเองได้โดยการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่นักเรียนได้รู้มา ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ได้คิดทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหา นอกจากนี้แล้วนักเรียนยังได้พิจารณาถึง

ความเหมาะสมของคำตอบ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ฮัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 384) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ตามหลักคณิตศาสตร์ ช่วยในการแก้ปัญหาได้

เมื่อพิจารณาเทคนิค Think Talk Write ที่ผู้วิจัยนำไปใช้ร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์พบว่า เทคนิคการคิด (Think) ทำให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้ฝึกการคิด สร้างความสัมพันธ์ วางแผน และตรวจสอบได้ด้วยตนเอง เทคนิคการพูด (Talk) เป็นการสื่อสารทางหนึ่งให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้แสดงสิ่งที่ตนเองได้คิดออกมาให้เพื่อนหรือผู้วิจัยทราบถึงความเข้าใจและแนวความคิดต่างๆ อีกทั้งในขั้นตอนการพูดนักเรียนยังได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนได้แนวความคิดที่หลากหลาย และได้ฝึกการตัดสินใจในการเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ เทคนิคการพูดทำให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดของตนเอง โดยการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม และเทคนิคสุดท้ายคือ เทคนิคการเขียน (Write) ในส่วนนี้นักเรียนได้เขียนแนวความคิดที่สรุปได้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนจะต้องเขียนสื่อความหมายที่ถูกต้อง เพื่อทำให้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และได้คำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เทคนิค Think Talk Write ที่ผู้วิจัยนำไปใช้ร่วมกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนได้คิด พูด และเขียนในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้การแก้ปัญหาเป็นระบบ และมีลำดับขั้นตอน

นอกจากนี้แล้วผลของการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเรวดี มีสุข (2556) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนของพหุนามสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ 50 คน และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 50 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ในทั้ง 4 ขั้นตอนซึ่งได้แก่ ขั้นสร้างความสัมพันธ์ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นหาคำตอบและประเมินผล และขั้นสะท้อนและ

ต่อยอด ซึ่งในทุกชั้นตอนนักเรียนได้ฝึกคิดในการหาคำตอบ พุดแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม พุดอภิปรายความรู้ แนวทางการแก้ปัญหาให้กับเพื่อน และเขียนข้อสรุปจากการอภิปรายนั้นโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนได้ฝึกการนำเสนอและแสดงความคิดเห็นส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพุดและการเขียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Huinker & Laughlin (1996, pp. 81-88) ที่กล่าวว่า เทคนิค Think Talk Write ช่วยให้นักเรียนได้คิดและเรียบเรียงความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเองและส่งเสริมให้นักเรียนได้พุดแบ่งปันความคิดของตนเองกับเพื่อนก่อนที่จะเขียนสรุปความรู้ และสอดคล้องกับ Rowan & Morrow (1993, pp. 9 - 11 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556) ที่กล่าวว่า การเขียนสื่อสารแนวความคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพราะการเขียนเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และการจัดกลุ่มให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นโอกาสที่ทำให้ให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนสร้างความสัมพันธ์ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นหาคำตอบและประเมินผล และขั้นสะท้อนและต่อยอด ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพุดและการเขียนสื่อความหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับและขั้นตอน อีกทั้งในขั้นสะท้อนและต่อยอดนักเรียนได้ฝึกความสามารถในการสื่อสารด้านการพุดและการเขียนให้กับนักเรียน เนื่องจากในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ผู้อื่นได้เข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง และในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนนักเรียนจะต้องเขียนเพื่ออธิบายกระบวนการ

แก้ปัญหาอีกด้วย จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านการพุดและการเขียน

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการวิจัยของ สุภารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับการวิจัยของ Elida (2012) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think talk Write ดีกว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำปัญหาปลายเปิดที่กระบวนการ นั่นคือ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ โดยมีทางเลือกในการแก้ปัญหามากกว่า 1 ทางเลือก เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณา ทางเลือกในการแก้ปัญหา

2. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้คำถามให้นักเรียนได้สื่อสารกันภายในกลุ่ม เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการพูด และครูควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างเป็นกันเองเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดอย่างอิสระ และเกิดการอภิปรายกันในกลุ่มให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ได้ข้อสรุปในการแก้ปัญหาต่างๆ

3. ในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้เขียนสื่อความหมายในการแก้ปัญหาต่างๆ หลังจากได้ข้อสรุปที่นักเรียนได้อภิปรายกันภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน

4. ในขั้นสะท้อนและต่อยอด นักเรียนจะได้อภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม

ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาทางเลือกใหม่ วิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ และต่อยอดแนวความคิดด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกใหม่ๆ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับสาระคณิตศาสตร์อื่นๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่พัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอปซ์.
- ฐิติพร ประสพโชคอำนวย (2558, 6 กรกฎาคม). ครูชำนาญการพิเศษ. สัมภาษณ์.
- ทรายทอง พวงสั้นเที่ยง. (2554). การวิจัยและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ ใน *นิตยสาร สสวท*, 39(171), 52.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไมตรี สมบูรณ์ (2558, 6 กรกฎาคม). ครูชำนาญการพิเศษ. สัมภาษณ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- เรวดี มีสุข. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนพหุนาม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วิชัย พาณิชย์สวย. (2546). *สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เวชฤทธิ์ อังกณะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอน วิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศราวุธ จอมน้า. (2557). อุปสรรคทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กไทย ใน *นิตยสาร สสวท*, 42(189), 20-23.
- ศศิธร แม่นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุดารัตน์ ภิรมย์ราช. (2555). *ผลการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Dila. (2012). *Think talk write stragies*. Retrieve from http://syahputri90dila.blogspot.com/2012/01/metode-pembelajaran-bahasa-inggris_12.html.
- Elida, N. (2012). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa sekolahan menengah pertama melalui pembelajaran think talk write (TTW). *Journal ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwango Bandung*, 1(2), 178-185.
- Garnett, K. F. (1984). *Developing heuristic in mathematics problem-solving process of sixth-grade children : A non constructivist teaching experiment*. Dissertation Abstracts.
- Huinker, D. & Laughlin, C. (1996). Talk your way into writing. In Portia C. E., *Communication in Mathematics, K-12 and beyond*. United States: National Council of teachers of Mathematics.
- Krulik & Rudnick. (1993). *The Heuristics of reasoning and Problem Solving*. In The handbook for elementary school teachers. United Stated: Allyn and Bacon a division of Simon & Schuster.
- Maulidah, N. (2013). Think-talk-write (TTW) strategy for teaching descriptive writing. *Journal Pendidikan Bahasa Inggris STKIP PGRI Sidoarjo*, 1(1). 48-58.
- Sheffield, L. J. (2008). Promoting creativity for all students in mathematics education: An Overview. *ICME 11 Mexico*. Retrive from dg.icme11.org/tsg/show/10.
- Singapore Math. (2005). *Primary math problem solving heuristics*. Singapore, Retrive from <http://sc-math.com/math/heuristics.ph>