



การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษา
คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Development of an Instructional Model based on Mathematization Approach and
Realistic Mathematics Education to Enhance Mathematical Problem Solving and
Reasoning Abilities of Lower-secondary School Students

กิติโรจน์ ปันทรนทกะ¹ วิชัย เสวกงาม² และ อัมพร ม้าคอง³

Kitiroj Pantaranontaka¹ Wichai Sawekngam² and Aumporn Makanong³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของแบบแผนการเรียนการสอนตาม
แนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง
ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายปัญญาในวังสิต จังหวัดปทุมธานี จำนวน
2 ห้องเรียน แบ่งเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง และห้องควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่
ผลการวิจัย พบว่า แบบแผนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ ขั้นการออกแบบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์
ขั้นการพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นทางการและขั้นการสะท้อนคิดสู่ชีวิตจริง และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของ
กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์, การศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง, ความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Article Info: Received 7 June, 2018; Received in revised form 25 July, 2018; Accepted 7 August, 2020

¹ นิสิตดุขุภักดิ์บัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล: kitikai@gmail.com
Ph.D. Candidate in Curriculum and Instruction Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: kitikai@gmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: wichai.sw@hotmail.com
Lecturer in Curriculum and Instruction Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: wichai.sw@hotmail.com

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: aumporn.m@chula.ac.th
Lecturer in Curriculum and Instruction Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: aumporn.m@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to develop and study the effectiveness of an instructional model based on mathematization approach and realistic mathematics education to enhance mathematical problem solving and reasoning abilities. The research sample included 80 eighth grade students from 2 classrooms of Saipanyarangsit School, Pathum Thani Province. They were randomly assigned into 2 groups: the experimental group using the instructional model and the control group using the conventional approach. The research instruments were the test of mathematical problem solving ability and the test of mathematical reasoning ability. The data were analyzed by mean, standard deviation, and *t*-test. The findings revealed that: 1) the developed instructional model consisted of 4 steps: connecting real experience to realistic mathematics, designing mathematical concepts, developing practical concepts, and reflecting to real life; 2) mathematical problem solving and reasoning abilities of the experimental group were higher than the control group at a significance level of .05; and 3) according to the qualitative data analysis, the experimental group's behavior of problem solving and mathematical reasoning had a positive change.

Keywords: mathematization, realistic mathematics education, mathematic problem solving ability, mathematical reasoning

บทนำ

ในชีวิตประจำวันของทุกคนเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง เพราะการตัดสินใจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันต้องใช้การคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาความคิดเชิงตรรกะและกระบวนการทางความคิดต่าง ๆ ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นกระบวนการที่บูรณาการกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ในโลกรอบตัว ช่วยพัฒนาการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการสืบเสาะหาความรู้และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างสรรคทางสติปัญญา และช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการเผชิญกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป และเป็นส่วนที่บูรณาการกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2546; อัมพร ม้าคอง, 2554; Bell, 1981; Hogan & Alejandre, 2010; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989, 2000; Polya, 1973, 1980;

Wilson et al., 1993) การแก้ปัญหาทั้งในด้านชีวิตประจำวันและด้านอื่น ๆ ส่วนหนึ่งจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่อาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นหัวใจสำคัญของ การสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นว่า การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนให้ผู้เรียนจดจำ แม้ว่าการจำช่วยให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหาและหาคำตอบได้เร็วกว่า แต่ถ้าผู้เรียน เรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล จะสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว มาปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนตระหนักว่า สารและความคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้การแก้ปัญหามีความสมบูรณ์ เป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง การให้เหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่นักเรียนหาคำตอบได้ถูกต้อง ช่วยพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้ดีกว่าการสอนให้ผู้เรียนท่องจำ ทำให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่สามารถให้เหตุผลได้อย่างเป็นระบบ และมีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาอื่น ๆ ได้ ดังนั้น การสอนทักษะการให้เหตุผลจึงเป็นแนวทางในการพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้ดีกว่าการสอนผู้เรียนให้จดจำอย่างไร้เหตุผล (กรมวิชาการ, 2545; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2547; อัมพร ม้าคนอง, 2554; Alice & Shirel, 1999; Baroody, 1993; NCTM, 1989, 2000)

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ให้ความสำคัญกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผล เห็นได้จากการประเมินการแก้ปัญหาของ PISA ที่ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะหลักที่ต้องประเมิน และกำหนดให้การให้เหตุผลเป็นตัวชี้วัดในระดับที่ 2 ของระดับสมรรถนะในการแก้ปัญหา (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2546) และการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA เป็นการประเมินการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง และได้กำหนดให้การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในลักษณะของนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ 2 ขึ้นไป (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2546) ผลการสอบ PISA ช่วยให้ทราบว่า คุณภาพของเยาวชนไทย ซึ่งเป็นอนาคตของชาตินั้นมีความรู้ ทักษะ พร้อมที่จะแข่งขันกับนานาชาติ และมีชีวิตอยู่ในโลกได้อย่างมีความสุขหรือไม่ เพื่อเป็นการเตรียมตัวให้ผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับ

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังจบการศึกษาภาคบังคับให้มีความพร้อมก่อนเรียนจบออกไปจากระบบโรงเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาและใช้เหตุผลในการตัดสินใจเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

ผลการประเมินการแก้ปัญหาของ PISA 2003 พบว่า นักเรียนไทย อายุ 15 ปี ร้อยละ 40 มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ที่ระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานที่สุด คือ แก้ปัญหาได้ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนต่ำ และมีเพียงหนึ่งในห้าหรือร้อยละ 20 เท่านั้นที่มีความสามารถถึงระดับของการให้เหตุผล (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2546) และการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2012 พบว่า ค่าเฉลี่ย OECD ของนักเรียนนานาชาติมีผลการประเมินเป็นระดับเฉลี่ยที่ระดับ 3 ส่วนนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2 ซึ่งเป็นเกณฑ์ของการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลในระดับต่ำ คือ แก้ปัญหาและให้เหตุผลได้แบบตรงไปตรงมา (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2546) สอดคล้องกับเอกสารรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.31 และในระดับของสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.38 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อสอบตามรายข้อ พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีปัญหาในส่วนของข้อสอบที่เป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยาวและประกอบด้วยข้อมูลหลาย ๆ ข้อมูล สอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสาเหตุของปัญหาจากข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้มาจากการเขียนอธิบายวิธีการในการหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลองใช้ (try out) เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบคณิตศาสตร์ตามโครงการ O-NET Item Bank ของกลุ่มงานผลิตและพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลทางการศึกษาสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2558 พบสาเหตุหลัก ๆ คือ นักเรียนตีความโจทย์ปัญหาไม่ได้ไม่รู้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาช่วยในการแก้ปัญหา ไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นจากอะไร ควรทำอะไรก่อน-หลัง ไม่รู้ว่าข้อมูลจากสถานการณ์ที่ให้นั้นต้องนำมาใช้ในขั้นตอนใด ไม่รู้ว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ขาดความรอบคอบในการตีความผลลัพธ์ของค่าที่คำนวณได้ ซึ่งในส่วนของการให้นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลของการได้มาซึ่งคำตอบ พบว่า นักเรียน

ขาดการอ้างอิงและอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ ให้เหตุผลได้แบบเดียว (นิรนัยหรืออุปนัย) และขาดการอ้างเหตุผลที่สมเหตุสมผลของคำตอบ นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนในปัจจุบันจากการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า เมื่อผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่จำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลช่วยในการตัดสินใจ ผู้เรียนมักคิดและตัดสินใจเลือกทางเลือกในการปฏิบัติโดยใช้อารมณ์และความรู้สึกมากกว่าเหตุผล เช่น การเลือกซื้อสินค้าที่ลดราคา การเลือกใช้โปรแกรมของโทรศัพท์มือถือ การเลือกซื้อตามความนิยม ซึ่งเป็นการตัดสินใจเลือกอย่างไร้เหตุผล และขาดการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง แสดงให้เห็นถึงการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล

สาเหตุดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งที่ขาดหายไปในส่วนของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม เน้นที่ให้นักเรียนอ่านโจทย์แล้วเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ จากนั้นจึงแสดงวิธีทำแล้วหาคำตอบ และอาจมีการตรวจคำตอบแต่ไม่ตรวจคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์ ด้วยวิธีการเช่นนี้อาจทำให้ผู้เรียนขาดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงความรู้และความสัมพันธ์ต่าง ๆ จากข้อมูลในโจทย์ และขาดการฝึกใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยมองว่า ส่วนที่ขาดหายไบนั้นประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้ข้อมูลเพื่อสร้างวิธีคิด และการตีความผลลัพธ์ จึงได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (mathematizing process) เป็นวิธีการหนึ่งที่ PISA ให้ความสำคัญในการจัดการกับปัญหาเมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาในชีวิตจริง กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการจัดระบบโครงสร้างของสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ชีวิตจริงโดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และความสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความเป็นจริง (Greer, 1997; Grigoras, 2008; Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 1999) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง

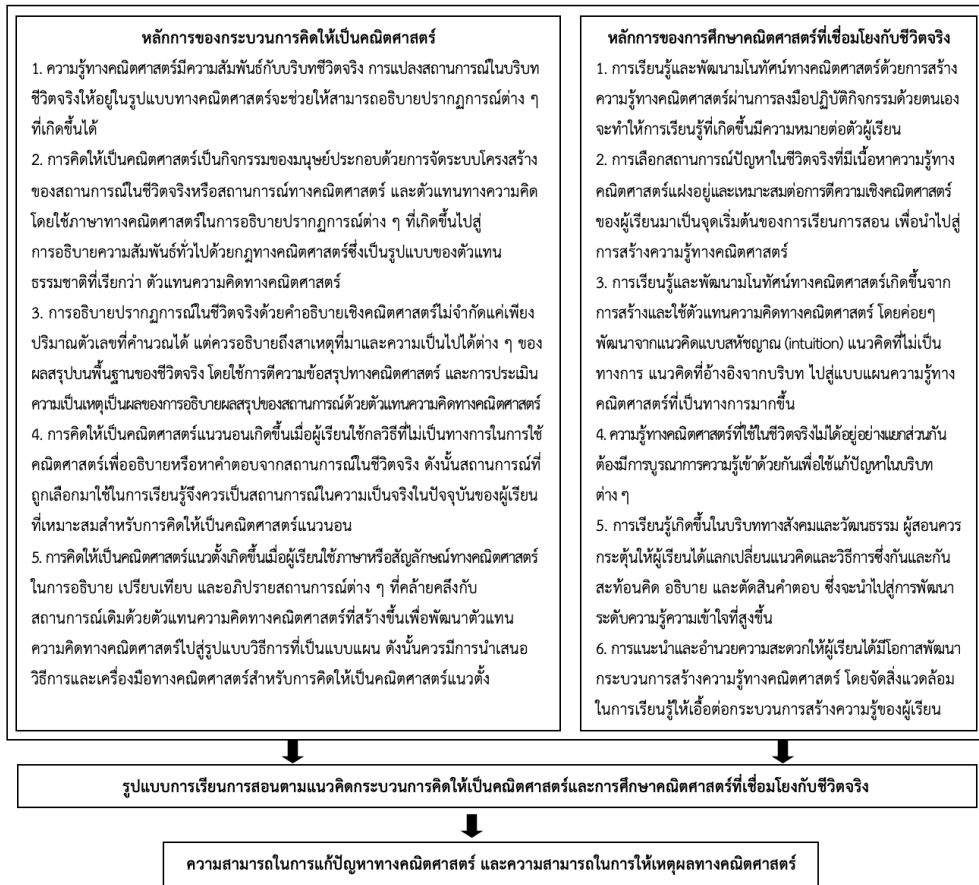
ด้วยคณิตศาสตร์โดยใช้เหตุผลช่วยในการคิดตัดสินใจและลงข้อสรุปเพื่อตอบปัญหาในชีวิตจริง ผู้วิจัย พบว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีกระบวนการที่สอดคล้องกับการพัฒนาองค์ประกอบของการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลตามแนวทางของผู้วิจัย แต่ไม่เพียงพอเนื่องจากการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนต้องคอยอำนวยความสะดวกและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีเหตุมีผลจากการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันกับเพื่อน ในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา พิสูจน์ สังเกตรูปแบบ อธิบายให้เหตุผลของแนวคิดจากรูปแบบ การแสดงด้วยภาพ หรือแบบจำลอง และตอบคำถาม กระตุ้นการคิด การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดตัวแบบ (modeling) และการอธิบายในสิ่งที่แสดงออกมา (สสวท., 2547; Lappan & Schram, 1989) และในการฝึกผู้เรียนให้สามารถคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเชิงลึกได้มากขึ้นนั้น จำเป็นต้องฝึกการสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัย พบว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงสามารถช่วยเสริมพัฒนาการดังกล่าวได้ เนื่องจากการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เป็นการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้และพัฒนาโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ขึ้นเองจากการเชื่อมโยงสถานการณ์ชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ภายใต้การแนะนำของครู แล้วอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความรู้และความเข้าใจที่สูงขึ้น (Gravemeijer & Terwel, 2000; Meyer, 2001; Van den Heuvel-Panhuizen, 2000) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dickinson et al. (2010) ที่พบว่า แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และงานวิจัยของ Fauzan et al. (2002) ที่พบว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงส่งผลในเชิงบวกกับกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในเชิงบวกเป็นวิธีการที่มีศักยภาพสำหรับการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะการให้เหตุผล

ด้วยเหตุผลตามที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และศึกษาประสิทธิภาพของ

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ตามกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิด

ให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เป็นขั้นศึกษาและวิเคราะห์สภาพทั่วไปและปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ แนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยง

กับชีวิตจริง จากนั้นนำสาระสำคัญของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่วิเคราะห์ได้มาบูรณาการสร้างเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน แล้วนำหลักการที่ได้มาพัฒนาต่อจนได้เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน ประเมินและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนทดลองการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง มีแบบแผนในการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) และใช้แบบแผนการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest control group design) ตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายปัญญารังสิต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ได้มาจากการนำคะแนนการทดสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียน จำนวน 6 ห้องเรียน มาหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง 5 และ ห้อง 6 จากนั้นจับฉลากได้นักเรียนชั้น ม.2/6 เป็นกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จำนวน 40 คน และนักเรียนชั้น ม.2/5 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 รวม 32 คาบ โดยดำเนินการ ได้แก่ 1) ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนที่พัฒนาขึ้น ตรวจคำตอบ ประมวลผลการทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบ 2) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมา 3) ประเมินผลระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วยการสังเกตและบันทึกข้อค้นพบเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และใบงาน 4) ประเมินผลหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบหลังเรียนที่พัฒนาขึ้น ตรวจคำตอบ ประมวลผลการทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบ 5) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง รูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ เป็นขั้นของการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงและทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้ต้องเกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้และมีสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนต้องใช้กลวิธีที่ไม่เป็นทางการซึ่งเป็นการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงแล้วระบุข้อมูลทางคณิตศาสตร์และข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการหาคำตอบ โดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 การออกแบบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นขั้นของการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง โดยแนวคิดที่สร้างขึ้นต้องอยู่ในรูปแบบของตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลรวมกับการใช้กลวิธีที่ไม่เป็นทางการ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบของตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของกลวิธีที่ใช้ในการสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการวางแผนร่วมกันในการพัฒนากลวิธีที่ไม่เป็นทางการไปสู่ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นทางการ เป็นขั้นของการใช้และปรับปรุงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยการนำตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 2 มาใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอธิบายคำตอบจากสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนตรวจสอบและพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและสร้างแบบแผนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการ โดยการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด การอภิปรายและอธิบายให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นเกี่ยวกับ

ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบร่วมกันกับเพื่อนคนอื่น ๆ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิดสู่ชีวิตจริง เป็นขั้นของการสรุปและขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ โดยการสรุปคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานของชีวิตจริง สรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับและต้องมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ในบริบทของเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักเรียนได้สรุปคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานของชีวิตจริง สรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ และแสดงแนวคิดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง โดยการร่วมกันวิเคราะห์ว่ามีความรู้ทางคณิตศาสตร์ใดบ้างที่เกิดขึ้น และร่วมกันสะท้อนคิดเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในชีวิตจริง

2. ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน นำเสนอตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม หลังการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ

2.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหามathematics ในทิศทางที่ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์สถานการณ์ปัญหา อธิบายความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ระบุ ระบุได้ว่าข้อมูลที่มีเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติมได้ สามารถสร้างตัวแทนทางความคิดในรูปแบบของตนเอง ระบุลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีทำตาม

ขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ คิดคำนวณโดยใช้หลักและวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของสถานการณ์ในชีวิตจริง สรุปคำตอบ และแสดงการพิจารณาความถูกต้องของคำตอบตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้

2.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แสดงข้อสรุปตามความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันได้ สามารถเขียนยืนยันข้อสรุปของสถานการณ์และใช้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาอธิบายเหตุผลได้

ผลการศึกษาในข้อ 2.1 ถึง 2.4 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีข้อค้นพบและประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่น คือ 1) การใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ผู้เรียนต้องใช้กลวิธีที่ไม่เป็นทางการในการหาคำตอบเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ 2) การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่กำหนด และใช้การอภิปราย เปรียบเทียบตัวแทนความคิดที่สร้างขึ้นร่วมกัน จนพัฒนาเป็นแบบแผนความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) การส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริง เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการอธิบายความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของความเป็นจริง โดยใช้การอภิปรายร่วมกันจากประเด็นที่ครูหรือนักเรียนเป็นผู้ตั้งขึ้น

ในส่วนข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ 1) ในระยะแรกอาจต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการฝึกให้นักเรียนได้อภิปราย และแสดงความคิดเห็น

ร่วมกันกับเพื่อน เนื่องจากนักเรียนยังขาดความมั่นใจ และยังไม่ค่อยได้รับการฝึกให้อภิปราย และแสดงความคิดเห็นที่เพียงพอ 2) รูปแบบการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินกิจกรรมที่ค่อนข้างมาก ครูจึงต้องมีความชำนาญในการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมอย่างรวดเร็ว ต้องมีเทคนิคในการชี้แนะแนวทางให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้บรรลุตามเป้าหมาย 3) อาจต้องเพิ่มเวลาในการฝึกทำและเฉลยแบบฝึกหัดตามแบบเรียนที่มีความซับซ้อน และจำเป็นต่อการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ เนื่องจาก แนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมีส่วนช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Fauzan et al. (2002) ที่ได้ศึกษาการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาประเทศอินโดนีเซียโดยใช้การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงส่งผลในเชิงบวกกับการเรียนการสอนในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในเชิงบวก แสดงให้เห็นว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเป็นวิธีการที่มีศักยภาพสำหรับการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์

งานวิจัยของ Yoon (2009) ที่ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบความสูงของปฏิยานุพันธ์จากกระบวนการ 2 กระบวนการ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง และการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงที่กำหนดให้ ซึ่งงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากกิจกรรมการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้มีการพัฒนาในด้านการแสดงออกทางความคิดหรือความรู้สึก โดยใช้คำพูดแก้ไขความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของ มโนทัศน์แคลคูลัส และการมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และงานวิจัยของ Dickinson et al. (2010) ที่ได้ศึกษาผลของการนำแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางถึงต่ำในโรงเรียนมัธยมศึกษาประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่า การนำแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน

และพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาแก่นักเรียนได้ นอกจากนี้ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสามารถช่วยฝึกความสามารถย่อย ๆ ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ ขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยการระบุข้อมูลสำคัญที่อยู่ในสถานการณ์ การแปลความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูล และการประเมินความเพียงพอของข้อมูล ในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนจะได้ฝึกการระบุข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และฝึกการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากการอภิปรายและแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจะช่วยในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ทำให้นักเรียนอยากทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. (2555) สมเดช บุญประจักษ์ (2543) และ สิริพร ทิพย์คง (2551) ที่เสนอแนะว่า นักเรียนควรได้รับการฝึกให้ทำความเข้าใจและตีความจากการอ่านข้อความของสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ ทำความเข้าใจความสามารถ เหมาะสมกับวัย และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้น โดยอาจยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สอดคล้องกับปัญหาให้ผู้เรียนฝึกพิจารณาด้วยหลักการที่มีเหตุผล และสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. (2545) ที่ได้เสนอแนะว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรเริ่มต้นด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้อย่างหลากหลายจากสถานการณ์หรือปัญหาปลายเปิด (open-ended problem) ที่ไม่ยากจนเกินไปแต่น่าสนใจและท้าทายแก่ผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การออกแบบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยการสร้างตัวแทนทางความคิด การวางแผนและระบุการดำเนินการ และการพิจารณาความสมเหตุสมผลและตรวจสอบความถูกต้อง ในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนจะได้ฝึกการอธิบายเหตุผลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล และการเขียนแสดงข้อสรุปจากการอภิปรายและวางแผนร่วมกันเป็นกลุ่มในการพัฒนากลวิธีที่ไม่เป็นทางการไปสู่ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์ (2542) สสวท. (2555) และ Kennady and Tipps (1997) ที่ได้เสนอแนะว่า ยุทธวิธีการสร้างตัวแทน

ความคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ตัวแทนทางความรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมชัดเจนในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในความรู้ที่มีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. (2545) ที่ได้เสนอแนะว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นควรเพิ่มเติมกิจกรรมนอกเหนือจากการสอนตามปกติ เช่น จัดให้มีการอภิปรายแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ที่ไม่ถูกจำกัดอยู่ในหนังสือเรียนเท่านั้น ให้ผู้เรียนสร้างโจทย์และสร้างแบบรูปเอง หรือการพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ ให้ผู้เรียนได้นำคณิตศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นทางการ ขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยการแก้ปัญหามาตามขั้นตอน การพิจารณาความสมเหตุสมผลและตรวจสอบความถูกต้อง ในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนจะได้ฝึกการอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุป จากการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่กำหนด การอภิปรายและอธิบายให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบร่วมกันกับเพื่อนคนอื่น ๆ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ของ Good (1973) ที่กล่าวไว้ว่า วิธีสอนผู้เรียนให้รู้จักคิดแก้ปัญหา ก็คือวิธีสอนเพื่อให้รู้จักคิด มองหาทางแก้ปัญหามีเหตุผล แล้วดำเนินการคิดแก้ปัญหามีเหตุผลด้วย โดยทักษะกระบวนการแก้ปัญหามเป็นการหาทางเลือกอย่างมีระบบ เพื่อดัดสินข้อสรุปของปัญหา บางครั้งการแก้ปัญหามในสิ่งที่ยากอาจจะต้องอาศัยแนวความคิดประสบการณ์ของผู้อื่นมาช่วยพิจารณา และสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ Lappan and Schram (1989) ที่เสนอว่า ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีเหตุมีผลจากการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันกับเพื่อนในการสืบค้น คาคการณ์ ค้นหา พิสูจน์ สังเกตรูปแบบ อธิบายให้เหตุผลของแนวคิดจากรูปแบบ การแสดงด้วยภาพ หรือแบบจำลอง และตอบคำถามกระตุ้นการคิด การสร้างข้อความคาคการณ์ การกำหนดตัวแบบ (modeling) และการอธิบายในสิ่งที่แสดงออกมา ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ สสวท. (2547) ที่ได้เสนอแนะว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรฝึกนักเรียนให้เขียนอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ลงมือกระทำเพื่อหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลในการอธิบาย หรืออภิปราย ฝึกให้นักเรียนได้

คิดวิเคราะห์ ประเมินการให้เหตุผลของบุคคลอื่น ๆ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิดสู่ชีวิตจริง ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านของ การพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง ในส่วนของความสามารถในการให้เหตุผลนักเรียนจะได้ฝึกการอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุป จากการร่วมกันวิเคราะห์สรุปคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานของชีวิตจริง สรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ และสรุปการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ในบริบทของเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน และในชีวิตจริง สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Good (1973) ที่กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาทางเลือกอย่างมีระบบ เพื่อตัดสินใจข้อสรุป บางครั้งการแก้ปัญหาในสิ่งที่ยากอาจจะต้องอาศัยแนวคิดและประสบการณ์ของผู้อื่นมาช่วยพิจารณา สอดคล้องกับแนวทางของ สสวท. (2555) ที่ได้เสนอแนะว่าในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้ทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการในการหาคำตอบ และผลลัพธ์เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และฝึกการมองไปข้างหน้าเพื่อใช้ประโยชน์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ NCTM (1989) ที่เสนอแนะว่า นักเรียนควรได้รับการฝึกการสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผลจากประสบการณ์ที่หลากหลายในสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนด และฝึกประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่นอย่างมีเหตุมีผล สอดคล้องกับแนวทางของ สสวท. (2547) ที่ได้เสนอแนะว่าครูควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักใช้เหตุผลเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของคำตอบ และฝึกใช้เหตุผลเพื่อประกอบการประเมินตัดสินใจและการสรุปผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ อัมพร ม้าคนอง (2554) ที่เสนอแนะว่า การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

ในช่วงแรกครูควรฝึกให้นักเรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน

โดยใช้การตั้งคำถาม และกำหนดประเด็นอภิปราย ชี้แนะแนวทางในการเริ่มต้นอภิปรายให้กับนักเรียน และใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น 2) หากพบว่าช่วงกิจกรรมใดใช้เวลามากเกินไป ครูควรใช้การชี้แนะแนวทางให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้บรรลุตามเป้าหมายได้รวดเร็ว 3) หากพบว่ามึ้นนักเรียนที่ไม่ให้ความสนใจ ครูควรมอบหมายใบงานเพิ่มเติมให้แก่แก่นักเรียนคนนั้น และใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้มากที่สุด 4) ควรเพิ่มเวลาในการฝึกทำและเฉลยแบบฝึกหัดตามแบบเรียนเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแบบเรียนได้ 5) ควรสังเกตการเขียนคำตอบลงในใบงานของนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม หากพบนักเรียนที่เขียนตอบสั้น ๆ หรือไม่เขียนอะไรเลย อาจใช้วิธีให้นักเรียนลองอธิบายออกมาเป็นคำพูดของตนเองก่อน แล้วจึงค่อยชี้แนะแนวทางการเขียนที่ถูกต้องให้กับนักเรียน 6) ควรมีการอธิบายว่า ข้อมูลส่วนใดเป็นข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลส่วนไหนเป็นข้อมูลทั่วไป และข้อใดเป็นข้อมูลที่สำคัญ เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง 7) ควรฝึกสร้างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงด้วยการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระในเรื่องที่จะสอนมาสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้สะดวกขึ้น และควรฝึกสร้างใบงานที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เขียนแสดงวิธีคิดและคำตอบ และเพื่อใช้เก็บเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ที่ส่งผลต่อตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การตัดสินใจในการเลือกบริโภคของนักเรียน ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อนักเรียนที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน และควรมีการติดตามนักเรียนในกลุ่มทดลองเพื่อพัฒนาการในด้านต่าง ๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์*. องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2546). *การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก PISA 2003*. สสวท.
- ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์. (2542). *การแก้ปัญหา เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์*. สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์).
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *เอกสารรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ*. www.niets.or.th
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2545). *มาตรฐานครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์*. เอส.พี.เอ็น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3-คิว มีเดีย.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). *การแก้ปัญหา*. สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2551). เป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 53(599-601), 12-19.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพิกา ประโมจน์. (2546). *สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. สสวท.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *กรอบแนวคิดและแนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alice, F. A., & Shirel, Y. F. (1999). Mathematical reasoning during small-group problem solving (pp. 115-126). In *Developing mathematical reasoning in grades K-12*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-8: Helping children think mathematically*. Macmillan.
- Bell, H. F. (1981). *Teaching and learning mathematics (in secondary school)*. Wm. C. Brown.
- Dickinson, P., Eade, F., Gough, S., & Hough, S. (2010). Using realistic mathematics education with low to middle attaining pupils in secondary schools. *Proceedings of the British Congress for Mathematics Education*, 5(1), 34-46. https://www.researchgate.net/profile/Frank_Eade/publication/266487229_Using_Realistic_Mathematics_Education_with_low_to_middle_attaining_pupils_in_secondary_schools/links/54b7bdb70cf2bd04be33c4e0.pdf
- Fauzan, A., Slettenhaar, D, & Plomp, T. (2002). Traditional mathematics education vs. realistic mathematics education: Hoping for changes. In *Proceedings of the 3rd international mathematics education and society conference* (pp. 1-4). CiteSeerX. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.6981&rep=rep1&type=pdf>
- Good, C. V. (1973). *Directionary of education*. McGraw-Hill.
- Gravemeijer, K., & Terwel, J. (2000). Hans Freudenthal: A mathematician on didactics and curriculum theory. *Journal of Curriculum Studies*, 32(6), 777-796.
- Greer, B. (1997). Modeling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instructions*, 7(4), 293-307.

- Grigoras, R. (2008). *Modelling in environments without numbers - A case study*.
<http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg11-17-grigoras.pdf>
- Hogan, M., & Alejandre, S. (2010). Problem solving – It has to begin with noticing and wondering. *CMC ComMuniCator, Journal of the California Mathematics Council*, 35(2), 31-33.
- Kennady, L. M., & Tipp, S. (1997). *Guiding children's learning of mathematics* (4th ed.). Wadsworth.
- Lappan, G., & Schram, P. W. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. In *New directions for elementary school mathematics 1989 yearbook* (pp. 14-30). NCTM.
- Meyer, M. R. (2001). Representation in realistic mathematics education. In A. A. Cuoco, & F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 238-250). NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. OECD Publications.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Polya, G. (1980). On solving mathematical problems in high school. In S. Krulik & R. E. Reys (Eds.), *Problem solving in school mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics.

- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2000). *Mathematics education in the Netherland: A guided tour*. Utrecht University. <http://www.fi.uu.nl/en/rme/TOURdef+ref.pdf>
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. In P. S. Wilson (Ed.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 57-77). Macmillian.
- Yoon, C. (2009). *Modeling the height of the antiderivative*. Mathematics Education Research Group of Australasia. http://www.merga.net.au/documents/Yoon_RP09.pdf