

การศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
เรื่อง อสมการ ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน*

A STUDY OF HOW COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION AND ACTIVE LEARNING
METHOD ON INEQUALITY AFFECT MATHEMATICAL PROCESS SKILLS OF
MATTAYOM SUEKSA FOUR AT MATTAYOMTHANBINKAMPHAENSAEN SCHOOL

ศิริพร งามสวัสดิ์, สุวิมล กฤษณะกุล

Siriporn Aemsawas, Suwimon Kritkharuehant

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Ramkhamhamhaeng University

Corresponding Author E-mail: zin_2u@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาพัฒนาการของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน ปีการศึกษา 2562 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเที่ยง 0.83 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29-0.61 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.39 และ (3) แบบวัดเพื่อดูพัฒนาการ หาค่าความแตกต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบ Dependent Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งในภาพรวมและตามรายองค์ประกอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนมีพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยสามารถเรียงพัฒนาการจากมากไปหาน้อย ได้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้เชิงรุก; การสอนแบบแนะให้รู้คิด; ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Abstract

Objectives of this article were to compare the overall and the detailed composition of students from before and after classrooms, and development of

* Received January 23, 2020; Revised February 8, 2020; Accepted March 27, 2020

students. The sample group was cluster random sampling of 45 of Mattayom Sueksa Four MatthyomthanbinKampaengsaeng school, Province in the academic year 2019. The tools used in this research were 1) Teaching method 2) Exercises, measuring Mathematical Process Skills on inequality, which has the reliability value of 0.83, the difficulty values between 0.29-0.61 and the discrimination values between 0.20-0.39. 3) Evaluation, analysis, and the study of development. To calculate the difference between before and after classrooms using dependent Sample t test. The research shows (1) Students, who used Cognitively Guided Instruction and Active learning method to study, significantly developed both the overall and each composition of Mathematical Process Skills from before and after classrooms statistically at the level of 0.5 And (2) Students, who used Cognitively Guided Instruction and Active learning method to study, sequentially developed both the overall and each composition of Mathematical Process Skills. The abilities, that were developed in order from highest to lowest, were ability in problems solving, connection ability, reasoning ability and communication ability.

Keywords: Active learning; Cognitively Guided Instruction; Mathematical Process Skills

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนา เศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

วิชาคณิตศาสตร์แม้ว่าจะจะเป็นวิชาที่มีความสำคัญมากก็ตามแต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ในปีการศึกษา 2561 ที่บ่งชี้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใน

จังหวัดนครปฐม มีคะแนนเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เพียง 32.99 และ 37.30 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50

ดังนั้นจุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากการเน้นให้จดจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิดคำนวณพื้นฐาน มีความสามารถในการคิดในใจ มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เต็มศักยภาพ ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น

ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction : CGI) โดยคาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al., 2000) ได้กล่าวไว้ว่า “แนวคิดการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดเป็นแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชี่ยวชาญของครู ที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูจะต้องใช้คำถามแนะตามทางความคิดของนักเรียนเพื่อต่อยอดความคิดทำให้นักเรียนไปถึงจุดมุ่งหมายได้และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา ” และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการนำเสนอเนื้อหาความรู้ แต่เน้นกระบวนการเรียนรู้ การมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเรียนเหมือนไม่เรียน สนุกสนาน จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น ใช้กระบวนการกลุ่ม และมีการประเมินผลที่หลากหลายทั้งตัวผู้เรียน เพื่อนและผู้สอน (นนทลี พรธาดาวิทย์, 2561)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลปรากฏว่าสามารถช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ และอาจจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่พบว่าส่วนมากครูสอนนักเรียนตามตำรา และสอบเก็บคะแนนตามที่สอนเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีวิธีการสอนหรือการวัดประเมินผลที่หลากหลายมาใช้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอสมการ ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาภาพรวมและตามรายองค์ประกอบของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ระหว่างเรียนในช่วงเวลา 3 ระยะเวลา โดยพิจารณาตามรายองค์ประกอบของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมฐานบิน กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2562 ที่ได้รับการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ จำนวน 6 ห้องเรียน คือ ม.4/1 – ม.4/6 รวมทั้งสิ้นจำนวน 260 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนในโรงเรียนมัธยมฐานบิน กำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2562 โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดประชากรที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นนำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอบวัดผลกลางภาคของนักเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ One Way ANOVA ปรากฏว่าค่าสถิติทดสอบ $F(14,245)=.560, p>.05$ แสดงว่านักเรียนแต่ละห้องมีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 2 ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ซึ่งมีทั้งหมด 6 ห้องเรียน และสุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 45 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการให้เหตุผล

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้การสอนแบบแนะให้ผู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 แผน ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยเท่ากับ 0.89

2) แบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบใช้สถานการณ์จำนวน 4 สถานการณ์ โดยในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อสอบที่เป็นแบบตอบสั้นและเขียนตอบ มีค่าความเที่ยงของคะแนนผลรวม (Composite Reliability) เท่ากับ 0.83 ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.29 - 0.61 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.39

3) แบบวัดเพื่อติดตามพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นใบกิจกรรมจำนวน 3 ชุด ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อใช้ประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre Experimental Research) ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (One group time series design) โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1) วัดผลจากแบบทดสอบเรื่อง อสมการ ก่อนการเรียนด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2) จัดการเรียนรู้อยู่ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ โดยใช้การเรียนรู้การสอนแบบแนะให้ผู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 12 คาบ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 และเก็บข้อมูลเพื่อดูพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเก็บในคาบที่ 6, 8 และ 10

3) วัดผลจากแบบทดสอบเรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงระยะก่อนการทดลองและระยะหลังการทดลอง ซึ่งใช้การวิเคราะห์ค่าที (t-test for dependent samples)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียนโดยพิจารณาในภาพรวมและตามรายองค์ประกอบ ปรากฏผลดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียนโดยพิจารณาในภาพรวมและตามรายองค์ประกอบ

	คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t
ภาพรวม	ก่อนเรียน	45	68	06.04	5.37	27.94 *
	หลังเรียน	45	68	39.04	8.84	
การแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	45	32	03.29	4.77	19.03 *
	หลังเรียน	45	32	20.04	6.03	
การสื่อสารและ การสื่อความหมาย	ก่อนเรียน	45	12	0.02	0.15	16.01 *
	หลังเรียน	45	12	5.87	2.43	
การเชื่อมโยง	ก่อนเรียน	45	12	2.76	1.87	12.43 *
	หลังเรียน	45	12	7.29	1.94	
การให้เหตุผล	ก่อนเรียน	45	12	0.04	0.21	16.22 *
	หลังเรียน	45	12	5.84	2.36	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 จะพบว่าในภาพรวมของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาตามรายองค์ประกอบ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยง และด้านการให้เหตุผล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ระหว่างเรียนในช่วงเวลา 3 ระยะ โดยผลการศึกษาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามราย
องค์ประกอบที่มีการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการใน 3 ระยะ

องค์ประกอบของทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ระยะการวิเคราะห์ข้อมูล		
		ระยะที่ 1 (คาบ 6)	ระยะที่ 2 (คาบ 8)	ระยะที่ 3 (คาบ 10)
ด้านการแก้ปัญหา	9 คะแนน	4.56	6.07	6.91
ด้านการเชื่อมโยง	3 คะแนน	1.07	1.80	2.11
ด้านการให้เหตุผล	3 คะแนน	1.04	1.64	1.78
ด้านการสื่อสาร การสื่อ	3 คะแนน	1.00	1.53	1.51
ความหมายทางคณิตศาสตร์				

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยสามารถเรียงลำดับพัฒนาการจากมากไปหาน้อย ได้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นช่วงเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยข้อมูลในเชิงคุณภาพมีรายละเอียดดังนี้

1) พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนทุกคนทำได้เพียงระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้ แต่ส่วนมากยังไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาจนได้ประโยชน์หลักเกณฑ์ที่ถูกต้องได้ และยังพบว่าในใบกิจกรรม/ใบงานของนักเรียนบางส่วนไม่มีร่องรอยในการเขียน แต่เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนและมีความคุ้นเคยกับรูปแบบของการเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม/ใบงานมากขึ้น จึงทำให้ระยะที่ 2 นักเรียนส่วนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง จนสามารถมาถึงขั้นตอนการใช้วิธีการในการแก้ปัญหาหรือการแก้สมการ แต่ยังไม่ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่จะยังแสดงวิธีการแก้สมการได้ไม่ถูกต้องและไม่ละเอียด และสุดท้ายในระยะที่ 3 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้สมการได้อย่างถูกต้องและละเอียดกว่าเดิม ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำคะแนนส่วนนี้ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนทุกคนมีความพยายามในการทำที่ดีขึ้น

2) พัฒนาการด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนยังขาดความพยายามในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายเพื่อสื่อสารได้ นักเรียนบางคนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้เลย แต่เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนและมีความคุ้นเคยกับรูปแบบของการเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม/ใบงานมากขึ้น จึงทำให้ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยนักเรียนมีความพยายามในการหาคำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และนักเรียนมีความพยายามในการเขียนอธิบายเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ ถึงแม้จะยังเขียนสื่อสารและสื่อความได้ไม่ชัดเจน แต่ไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่เขียนตอบในส่วนนี้

3) พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยง พบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนเขียนอธิบายการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงในสิ่งที่ตนเองอยากเขียน โดยไม่สนใจที่จะอ่านทำความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถาม และยังพบว่ามึนักเรียนบางคนที่ไม่เขียนตอบใน ส่วนนี้เลย แต่เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนและมีความคุ้นเคยกับรูปแบบของการเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม/ใบงานมากขึ้น จึงทำให้ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีพัฒนาการที่ดีขึ้น จะสังเกตได้ อย่างชัดเจนจากประเด็นที่พบว่านักเรียนเขียนคำตอบในส่วนนี้ทุกคน ไม่มีใครที่เว้นว่างไว้ ทั้ง ยังพบว่านักเรียนบางส่วนสามารถเขียนอธิบายการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน

4) พัฒนาการด้านความสามารถในการให้เหตุผล พบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลและสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้ เนื่องจากต้องใช้คำตอบที่ได้จากขั้นตอนดำเนินการแก้สมการ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถทำได้ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนและมีความคุ้นเคยกับรูปแบบของการเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม/ใบงานมากขึ้น จึงทำให้ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีพัฒนาการที่ดีขึ้น จะสังเกตได้ว่านักเรียนมีความพยายามที่จะตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ดีขึ้น ถึงแม้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้สมการจะไม่ถูกต้อง นักเรียนก็ยังพยายามที่จะเขียนแสดงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลและสรุปคำตอบ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง อสมการ ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นจะเห็นว่า มีปัจจัยหลายด้านที่ทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในชั้นที่ 1 ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูมีการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการศึกษา โดยให้ตอบคำถามเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยคำถามของครูจะขึ้นอยู่กับ การตอบคำถามของนักเรียนซึ่งสะท้อนพื้นฐานความรู้ที่มี เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองออกมา ครูสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน ถ้าพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้พื้นฐาน ครูต้องทบทวนความรู้ใหม่ให้นักเรียนทั้งห้องก่อน สอดคล้องกับ ญัตติกานต์ รักราค (2552) ซึ่งพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ชั้นฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ ได้มีการตรวจสอบความรู้เดิม จะทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนไปแล้วในชั่วโมงที่ผ่านมาไปใช้เรียนรู้เนื้อหาที่จะสอนใหม่ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีการทบทวน สิ่งที่เรียนไปแล้ว

ทุกครั้ง และเน้นย้ำความรู้ความเข้าใจเพื่อบอกได้ว่าสิ่งเหล่านั้นจำเป็นและสำคัญอย่างไร ชั้นที่ 2 ขึ้นดำเนินกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูนำเสนอเนื้อหาใหม่และตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา โดยใช้เทคนิคการถามตอบ ซึ่งคำถามนั้นจะกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ ครูให้สถานการณ์ปัญหาในโลกจริงกับนักเรียน ซึ่งการทำกิจกรรมจะทำร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนจะต้องร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหา โดยทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วม ซึ่งครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นความคิดเท่านั้น ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้สอดคล้องกับซูรายา สัสดีวงษ์ (2555) ซึ่งพบว่า การเรียนที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้มีโอกาสฝึกใช้ความคิดตอบคำถามจากครู มีโอกาสได้พูดแสดงความคิดเห็น ได้ลงมือทำด้วยตนเองและได้ทำงานร่วมกับเพื่อน มีการอภิปรายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนฝึกการแสดงออกเกี่ยวกับความคิดของตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์ ชั้นที่ 3 ขึ้นสร้างองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดที่ใช้แก้สถานการณ์ปัญหา โดยกลุ่มที่มีปัญหาครูจะใช้คำถามแนะนำตามสิ่งที่นักเรียนเสนอ และรอฟังคำตอบจากนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดได้ถูกต้องสมบูรณ์ หลังจากนั้นครูจะให้เพื่อนในห้องเสนอแนวคิดเสริมเพิ่มเติมเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนได้มีการฝึกทักษะ ได้สร้างองค์ความรู้ ทบทวนสิ่งที่ได้เรียน และสุดท้ายชั้นที่ 4 ขึ้นสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและข้อสรุปทั่วไปที่ได้จากการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรม มีการอภิปรายเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ปัญหา และมีการใช้คำถามแนะนำหรือคำแนะนำกับนักเรียนที่ยังสรุปเนื้อหาไม่ได้ สอดคล้องกับทิสนา แคมมณี (2559) ที่กล่าวว่า การสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งหมด ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และจัดสิ่งที่เรียนให้เป็นระบบระเบียบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ง่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เห็นว่าการเรียนการสอนแบบเน้นให้ผู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม 4 ขั้นตอนนี้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบเน้นให้ผู้คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีพัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบดีขึ้นเป็นลำดับ โดยสามารถเรียงลำดับพัฒนาการจากมากไปหาน้อย ได้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ฝึกให้นักเรียนสรุปสิ่งที่นักเรียนอ่าน และผู้วิจัยจะคอยถามว่าข้อมูลนี้มีประโยชน์หรือไม่ เมื่อนักเรียนตอบแล้ว ผู้วิจัยจะใช้คำถามแนะนำตามฐานความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถตอบคำถามส่วนนี้ได้ดีมากขึ้น รู้จักสรุปเป็นข้อความสั้นๆ โดยไม่ได้คัดลอกข้อความจากสถานการณ์ สอดคล้องกับอรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ที่พบว่า ชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาจะทำให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์

โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ว่าโจทย์ปัญหานั้นต้องการทราบอะไร และในโจทย์ปัญหานั้นบอกข้อมูลอะไรมาบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้ ส่วนในด้านการใช้วิธีการในการแก้ปัญหา ในระยะแรกพบว่านักเรียนไม่สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์พื้นฐานในการแก้สมการได้ เพราะนักเรียนมีพื้นฐานที่ไม่ดีมาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการสอนพื้นฐานของการแก้สมการ โดยพยายามให้นักเรียนบอกเหตุผลถึงแนวทางการแก้สมการ เพื่อผู้วิจัยจะได้ใช้คำถามแนะตามฐานความคิดของนักเรียนได้ มีการเสริมแรงด้วยการให้รางวัล ให้คำชมเชย ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

พัฒนาการด้านความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากด้านนี้จะต้องนำคำตอบที่ได้จากขั้นดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา มาเขียนอธิบายเพื่อสื่อความให้ผู้อื่นเข้าใจได้ว่าตนเองได้คำตอบมาได้อย่างไร ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนมีปัญหาในการเขียนอธิบายมากที่สุด ส่งผลให้นักเรียนได้คะแนนด้านนี้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ประกอบกับนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการต้องเขียนอธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดออกมา เพราะปกติแล้วขั้นตอนสุดท้ายในการแก้สถานการณ์ปัญหานักเรียนทุกคนคุ้นเคย จะสิ้นสุดแค่การสรุปคำตอบ ไม่มีการเขียนอธิบายสื่อความดังที่โจทย์ถาม จากสาเหตุเหล่านี้ผู้วิจัยจึงฝึกให้นักเรียนนำเสนอและอภิปรายมากขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าจะเขียนสื่อสาร หรือสื่อความหมายอย่างไรดี โดยผู้วิจัยได้รับฟังสิ่งที่นักเรียนเสนอ และใช้คำถามแนะตามฐานความคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิดได้ถูกต้อง โดยสถานการณ์ที่ครูกำหนดจะใช้เนื้อหา เรื่องราวหรือปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับคำกล่าวของกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ที่ว่าการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ควรกำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนชี้แนะแนวทางในการสื่อสารและสื่อความหมาย

พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยง ในระยะแรกนักเรียนเขียนอธิบายตามที่ตนเองอยากเขียนโดยไม่สนใจสิ่งที่โจทย์กำหนด มีนักเรียนที่ไม่เขียนอธิบายเชื่อมโยงสิ่งใดเลย เมื่อสอบถามพบว่านักเรียนไม่เข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถาม หรือนักเรียนไม่อยากเขียนตอบคำถามในส่วนนี้ เนื่องมาจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการต้องเขียนอธิบายการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริง เพราะปกติแล้วขั้นตอนสุดท้ายในการแก้สถานการณ์ปัญหานักเรียนทุกคนคุ้นเคย จะสิ้นสุดแค่การสรุปคำตอบ จากสาเหตุเหล่านี้ผู้วิจัยจึงฝึกให้นักเรียนนำเสนอและอภิปรายมากขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพได้อย่างไร โดยผู้วิจัยได้รับฟังสิ่งที่นักเรียนเสนอ และใช้คำถามแนะตามฐานความคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิดได้ถูกต้อง โดยสถานการณ์ที่ครูกำหนดจะใช้เนื้อหา เรื่องราวหรือปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เช่น งานเกษตร การซื้อขาย กำไรขาดทุน สอดคล้องกับสุนีย์ คำควร (2559) ที่กล่าวว่าทักษะการเชื่อมโยงจะเกิดการพัฒนาหากผู้สอนให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันสรุปแนวทางการเชื่อมโยงสถานการณ์ไปสู่ชีวิตประจำวัน โดยผู้วิจัยใช้คำถามนำเพื่อ

กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยง ให้นักเรียนได้นำความรู้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่เคยพบมา แล้วมายกตัวอย่างว่าสามารถนำความรู้ที่นำไปใช้ในสถานการณ์จริงชีวิตประจำวันได้อย่างไร ให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นๆ ได้

พัฒนาการด้านความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากด้านนี้จะต้องนำคำตอบที่ได้จากขั้นดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา มาตรวจสอบความเหตุผลสมผลของคำตอบและสรุปคำตอบ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหา ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำคะแนนด้านนี้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ประกอบกับนักเรียนไม่มั่นใจว่าจะตรวจสอบความสมเหตุผลของคำตอบที่หาได้จากสถานการณ์ปัญหาอย่างไร ผู้วิจัยจึงฝึกให้นักเรียนนำเสนอและอภิปรายมากขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอความคิดเห็น โดยผู้วิจัยได้รับฟังสิ่งที่นักเรียนเสนอ และใช้คำถามแนะตามฐานความคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิดได้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนนำเสนอได้แล้วผู้วิจัยได้ฝึกให้นักเรียนสังเกตว่าส่วนใหญ่สิ่งที่ต้องตรวจสอบคืออะไร ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุผลของคำตอบได้

ซึ่งเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม คอยกระตุ้นเสริมแรงด้วยการให้กำลังใจ คำชม หรือตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การค้นหาวិธีการหาคำตอบ และรับฟังสิ่งที่นักเรียนตอบ ให้นักเรียนเวลาในการคิด เพื่อที่ครูจะได้ใช้คำถามแนะตามฐานความคิดของนักเรียนได้

2) ครูจะต้องวางแผนการใช้คำถาม โดยคาดเดาว่านักเรียนจะตอบคำถามอย่างไร เพื่อที่จะเลือกใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพ และหากสมาชิกในกลุ่มคนใดยังไม่เข้าใจ ควรให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มช่วยกันอธิบาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) งานวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางในการทำวิจัยครั้งต่อไปหรือพัฒนางานวิจัยจากเดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยนำไปเป็นแนวทางที่ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือสาระคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น และสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกับทฤษฎีการสอนรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2) ในการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด ควรคำนึงถึงระดับความรู้และศักยภาพของกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งวางแผนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชูรายา สัสดีวงษ์. (2555). *การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกานต์ รัตนาก. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาคำให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีศนา แวมมณี. (2559). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20)*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นนทลี พรธาดาวิทย์. (2561). *การจัดการเรียนรู้แบบ ACTIVE LEARNING*. กรุงเทพฯ: บริษัท ทริปเปิ้ล กรุ๊ป.
- สุนีย์ คำควร. (2559) . *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อรรธรณ ตันสุวรรณรัตน์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Carpenter, T.P. et al. (2019). *Cognitively guided instruction: A research – based teacher professional development program for elementary school mathematics*. Retrieved March 20, 2019, from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED470472.pdf>