

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 *

The Development of Learning Management Model for Mathematical Competency of Mathayomsuksa One students.

กษมา เกิดประสงค์ (Kasama Kerdpramong)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านธาตุเชิงแกง อ.จุน จ.พะเยา ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบได้แก่ 1) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล 2) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร 3) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ ละ 3 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพด้วยสถิติพื้นฐานและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทั้ง 3 ด้านโดยใช้สถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่ ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง และขั้นที่ 5 การสรุป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าวิทยานิพนธ์ สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

The article is part of the Doctor of Philosophy Degree in Curriculum Research and Development at Srinakharinwirot University.

** นิสิตปริญญาเอก สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.มารุตพัฒนาผล, รศ.ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และดร.ขวัญ เพ็ญชัย

Doctor of Philosophy student, Curriculum Research and Development. Advisor Committee: Assist. Prof. Dr. Marut Patphol, Assoc. Prof. Dr. Wichai Wongyai and Dr. Khawn Piasai.

มาก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Abstract

The objectives of this research 1) to develop a model and to study the effectiveness of a learning management model for mathematical competency of Mathayomsuksa One students 2) study the mathematical competency of reasoning communication and problem solving of Mathayomsuksa One students through research and development, which consists of four stages, as follows: 1) studying the base data for mathematical learning management; 2) developing a learning management model; 3) trying out the learning management model; 4) revising the learning management model. The sample group for this study consist of thirty children, who were Mathayomsuksa One students in the first semester of the 2016 academic year at Banthakingkang School. The instruments used in this study were 1) a test of reasoning competency 2) a test of communication competency 3) a test of problem solving competency and 4) observation of learning behavior. The duration of the took place experiment over six weeks, at three hours a week. The research used both quantitative and qualitative analysis with basic statistics and for comparison a Repeated Measures ANOVA for average mathematical competency.

The results of the study are that the pattern of the learning management model for mathematical competency among Mathayomsuksa One students consist of five stages: 1) Targeting; 2) Reviewing the original experience; 3) Adding new experience; 4) Connecting and 5) Summarizing. The pattern of the learning management model was appropriate at high level. The mathematical competency before after learning were at a statistically significant level of .05.

บทนำ

การสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นี้ จำเป็นจะต้องอาศัยครูผู้รู้คณิตศาสตร์ เพื่อจะได้ถ่ายทอด ความรู้นั้นมาพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ทันกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์นี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูคณิตศาสตร์จะต้องเฝ้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถของตนเองให้สูงขึ้น ซึ่งครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง และเป็นผู้ที่มีความสามารถ รู้จักตัดแปลงตัวอย่างกิจกรรมแบบฝึกหัด ตลอดจนหาสื่ออุปกรณ์ประกอบการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง การสอนให้เยาวชนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนั้นเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องฝึกให้เยาวชน รู้จัก พุด แสดงความคิดอย่างชัดเจน สมเหตุสมผล มีวิจารณ์ญาณ ใฝ่รู้ กล้าแสดงความคิดเห็น เป็นผู้เสียสละเพื่อส่วนรวม เป็นผู้มีน้ำใจ และสามารถ

ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนปัจจุบันยังไม่สามารถพัฒนาทักษะและความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เห็นได้จากการประเมินผลโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Program for International Student Assessment (PISA) ผลปรากฏว่าแนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 พบว่า ผลการ ประเมินด้านคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนลดลง 11 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 415 คะแนน อยู่ในช่วงอันดับที่ 49 – 55 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (สสวท. 2559) โดยนักเรียนไทยมีจุดอ่อนในเรื่องของในกระบวนการคิดเชิงวิธีการ หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นั่นคือ การคิดถึงปัญหาตามสถานการณ์ในบริบทให้เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้ต้องมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพโดยมุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competency) เป็นกระบวนการที่มาจากการพัฒนาความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ ที่ให้นักเรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาทั้งการคำนวณหาค่าตอบที่เป็นตัวเลขและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ในโลกความจริง ประกอบด้วย การเข้าใจในข้อกำหนดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนและพูดอย่างเหมาะสม สามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการพิสูจน์ วิเคราะห์และหากลยุทธ์ที่แตกต่าง (PISA.2009: Niss and Jensen. 2002: OECD.2009: Thomas Jankvist. 2010: Edith A. Graf. 2009: อริสรา ชมชื่น. 2550) โดยองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 8 ด้าน คือ 1) สมรรถนะด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ 2) สมรรถนะด้านการแก้ปัญหา 3) สมรรถนะด้านการสร้างตัวแบบ 4) สมรรถนะด้านการให้เหตุผล 5) สมรรถนะด้านสัญลักษณ์และการกระทำตามแบบ 6) สมรรถนะด้านการใช้สัญลักษณ์แทนสถานการณ์ 7) สมรรถนะด้านการสื่อสาร และ 8) สมรรถนะด้านการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Niss and Jensen. 2002; Edith Graf. 2009; PISA. 2009; Burhard. 2011; สสวท. 2557; อริสรา ชมชื่น. 2550) จากองค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 องค์ประกอบนั้น แต่ละองค์ประกอบมีส่วนที่ทับซ้อนกัน กล่าวคือ ในส่วนของสมรรถนะด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาและสมรรถนะด้านสัญลักษณ์และการกระทำตามแบบนั้น ทั้ง 3 สมรรถนะต่างก็ต้องการให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เมื่อผู้เรียนสามารถคิดและมีความเข้าใจในปัญหาและหากวิธีการแก้ปัญหาได้ (สมรรถนะการคิดทางคณิตศาสตร์) และสามารถแปลความจากภาษาธรรมดาไปเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ตัวแปรในการแก้ปัญหาได้ (สมรรถนะด้านสัญลักษณ์และการกระทำตามแบบ) ผู้เรียนมีทักษะการคำนวณที่ดี สามารถหารูปแบบและมีการคิดอย่างเป็นตรรกะและประเมินความถูกต้องของข้อสรุปได้ (สมรรถนะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์) ผู้เรียนก็จะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นได้สำเร็จ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ รวมทั้งสามสมรรถนะเป็น สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัย

สมรรถนะด้านการให้เหตุผล และสมรรถนะด้านการสร้างตัวแบบนั้นหากผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้พื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อประกอบการให้เหตุผล รวมถึงมีความรู้เกี่ยวกับการวัดและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (สมรรถนะการสร้างตัวแบบ) รวมถึงความเข้าใจในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับ การคาดคะเน ทฤษฎีบทและการพิสูจน์ เข้าใจในโครงสร้างของปัญหา (สมรรถนะการให้เหตุผล)

ผู้เรียนก็จะให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อการพิสูจน์ปัญหาหรือแก้ปัญหาได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้รวมทั้งสองสมรรถนะเป็น สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัย สมรรถนะด้านการใช้สัญลักษณ์และตัวแสดงแทน สมรรถนะด้านการสื่อสาร และสมรรถนะด้านการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ หากผู้เรียนสามารถ แปลความ ตีความ จำแนก ระหว่าง การใช้สัญลักษณ์แทน สัญลักษณ์ พีชคณิต ภาพ เรขาคณิต ข้อมูลรูปภาพ ตาราง รวมทั้งใช้ตัวแสดงเครื่องหมายแทน(Representation) ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย (สมรรถนะด้านการใช้สัญลักษณ์แทน) และสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ รวมทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศ นำคุณสมบัติที่หลากหลายของเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (สมรรถนะด้านการใช้เครื่องมือและตัวช่วย) และมีความรู้พื้นฐานของการดำเนินการและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ สื่อสารข้อความโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนและการพูดทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม (สมรรถนะด้านการสื่อสาร) ผู้เรียนก็จะสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งการพูด อ่านและเขียน ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้รวมทั้งสามสมรรถนะเป็น สมรรถนะด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้การคิดและการแก้ปัญหาผ่านประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้มีความพร้อมในการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การประเมินผลการเรียนรู้แบบ Time – Series Design
3. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 2 จังหวัดพะเยา

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านธาตุเชิงแกง อ.จุน จ.พะเยา จำนวน 30 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีการจับฉลาก

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

มีนาคม 2558 – ธันวาคม 2559

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้ 1) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ฉบับร่างโดยศึกษา วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ การโค้ชเพื่อการรู้คิด และการให้ข้อมูลที่กระตุ้นการเรียนรู้ แล้วนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ตรวจสอบคุณภาพของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยร่างรูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.38, S.D = 0.69$) และมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 3) สร้างและตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.72 และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธี สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient; α) มีค่าเท่ากับ 0.83 4) ศึกษาความพร้อมเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5) ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้ 1) ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านธาตุเชิงแกงที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน คือห้อง 1/2 จำนวน 30 คน ซึ่งสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีการจับฉลากจากจำนวนห้องเรียนชั้นม.1 จำนวน 2 ห้องเรียน และดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) ชนิดศึกษากลุ่มเดียว วัดแบบอนุกรมเวลา (The one group time series design) วัดซ้ำโดยใช้การวิเคราะห์ Repeated Measures ANOVA

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์เพื่อให้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ โดยรูปแบบมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. หลักการ

1.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และสามารถยืนยันข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

1.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถดึงความรู้เดิมออกมาใช้อธิบายการเรียนรู้ข้อมูลใหม่และแก้ปัญหาตามแนวทางหรือกลยุทธ์ที่เลือกไว้และตรวจสอบความถูกต้องได้

1.4 การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความรู้สึกละเอียดของนักเรียนโดยใช้แรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางบวกและนำไปใช้ต่อไปในอนาคตได้

1.5 การสร้างบรรยากาศในการเรียนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา

2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความท้าทายในการเรียนรู้ และกระตุ้นและชี้แนะผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายของการเรียน

2.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อสามารถลงมือปฏิบัติและนำเสนอได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวโดยใช้การประมวลความรู้ใหม่

2.4 เพื่อตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนให้ทราบจุดแข็งและจุดที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

3. แนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบ

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ 2) ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ 3) การโค้ชเพื่อการรู้คิด และ 4) การให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ มีสาระสำคัญดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ เป็นทฤษฎีที่เน้นเรื่องพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลที่เป็นไปตามวัยและเชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากระบวนการการค้นพบด้วยตนเอง หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้ คือ คำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากๆ

ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระและสอนการคิดแบบรวบยอดเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศเป็นทฤษฎีที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง กล่าวได้ว่าการแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้จะเกิดจากความต้องการของผู้เรียน ซึ่งการเรียนรู้เป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์สิ่งเร้าที่มาจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ข้อมูล หรือความรู้ที่ต้องการเรียนกับตัวผู้เรียน ซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มประมวลสารสนเทศ เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เชื่อว่ากระบวนการรู้คิด (Cognitive Operation) และความสามารถ (Abilities) จะมีแนวโน้มที่จะพัฒนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่น เด็กสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้น จำได้มากขึ้น และสามารถปฏิบัติงานที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นได้ในขณะที่เจริญเติบโตขึ้น ซึ่งจะมุ่งเน้นศึกษาเรื่องต่อไปนี้ 1) ความสนใจ (Attention) 2) กลยุทธ์การเรียนรู้ (Learning Strategies) 3) พื้นฐานความรู้ (Knowledge Base) 4) ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดของตน (Metacognition)

3. การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive coaching) หมายถึง กระบวนการสอนที่ผู้สอนซึ่งทำหน้าที่เป็นโค้ช เป็นสื่อกลางในการสนับสนุน ส่งเสริม สร้าง และพัฒนาสติปัญญาและความคิด การรับรู้และการตัดสินใจ ในการจัดการเรียนการสอนหรือปฏิบัติงาน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการรับรู้ที่มีประสิทธิภาพ มีสมรรถนะในการตัดสินใจ และพัฒนาสติปัญญา

4. การให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ของผู้เรียนแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (feed-up) เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ เช่น จุดประสงค์ วิธีการเรียนรู้ เป็นต้นผู้เรียนทราบก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอน สร้างแรงจูงใจภายใน (inner motivation) ซึ่งเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feed back) เป็นการให้ข้อมูลระหว่างและภายหลังที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดแข็ง และจุดที่ต้องปรับปรุง ซึ่งผู้สอนควรใช้การสื่อสารเชิงบวก (positive communication) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (feed-forward) เป็นการให้ข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-learning) ภายหลังจากการจัดการเรียนการสอน เน้นการชี้แนะแนวทาง วิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมรายบุคคล ให้กำลังใจผู้เรียนและเสริมพลังของการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ทบทวนตนเองและนำไปพัฒนาตนเองต่อไป

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำ ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ การโค้ชเพื่อการรู้คิด และการให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย หมายถึง การที่ผู้สอนสร้างบรรยากาศในการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เลือกตัดสินใจและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาตนเอง วางแผนและการประเมินความสำเร็จ โดยผู้สอนจะกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในลักษณะที่เป็นรูปธรรมสามารถสังเกตและวัดได้นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียนรู้อยู่

ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม หมายถึง การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมที่ผู้เรียนเคยได้เรียนมาแล้วเพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับและจัดระบบความรู้ของตนเองเพื่อที่จะจดจำและนำออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงความรู้เดิมจะมีการวางแผนปฏิบัติ ผู้เรียนจะไตร่ตรองความคิดของตนเองเพื่อค้นหาและดึงความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบายความรู้ใหม่

ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่ หมายถึง การสอนโดยเสนอสิ่งใหม่หรือเรื่องใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องเดิม โดยเน้นการสอนในภาพรวมก่อนแล้วจึงสอนแยกทีละส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดี นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ในระหว่างการทำกิจกรรม โดยการให้นักเรียนทำแบบทดสอบสั้นๆ หรือทำกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงโดยใช้ความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาในชั่วโมงนั้นๆ โดยผู้สอนอาจใช้การตั้งคำถามผู้เรียนด้วยเทคนิคต่างๆ เพื่อเสริมสร้างกระบวนการคิด ที่นำไปสู่การวางแผนการ การแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง หมายถึง การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และความรู้เดิม ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องเร้าความสนใจและทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงประโยชน์ที่ได้จากการเรียน นอกจากนี้ผู้สอนยังให้กำลังใจด้วยคำชมเชยที่เน้นความพยายามเพื่อให้ผู้เรียนจำเป็นประสบการณ์ตรงที่กระทำสำเร็จด้วยตนเองไว้ จนพัฒนาเป็นความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

ขั้นที่ 5 การสรุป หมายถึง การสรุปมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียน โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ที่เข้าใจได้ง่าย ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้หลากหลาย ซึ่งอาจต้องใช้เวลามากขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถประมวลผลข้อมูลและสรุปแนวคิดสำคัญได้ด้วยตนเอง และเพื่อผู้สอนจะได้ประเมินความรู้ที่ผู้เรียนได้รับและสามารถประเมินได้ว่าความรู้ที่ได้นั้นเป็นความจำระยะยาวและสามารถเก็บข้อมูลในความจำระยะยาวมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อยอดเพื่อนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้

5. การวัดและประเมินผล

การประเมินผลการเรียนรู้ผู้วิจัยจะเน้นการศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งใช้ผู้ประเมินหลายๆ ฝ่าย เช่น ครูผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน เป็นต้น ใช้วิธีการและเครื่องมือหลากหลายชนิด วัดและประเมินหลายๆ ครั้งในช่วงเวลาการเรียนรู้ และสะท้อนผลการประเมินสู่การปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียน



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองใช้รูปแบบปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบ โดยแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลมีทั้งหมด 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน คะแนนเต็ม 18 คะแนน

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D	t	df	Sig.
ก่อนการทดลอง	30	3.77	2.09			
หลังการทดลอง	30	14.93	2.57	31.79	29	.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 โดยใช้สถิติความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way repeated-measures ANOVA) ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

สมรรถนะการให้เหตุผล	SS	df	MS	F	Sig
ความแปรปรวนร่วม	2203.82	3	734.61	247.79*	.000

* $p < .05$

จากตารางพบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อย 1 คู่ ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบเป็นรายคู่ต่อไป ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ในแต่ละระยะการทดลองเป็นรายคู่

ตัวแปร	ตัวแปรที่จับคู่	MD	SE	Sig
ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ 2	3.40	.469	.000
	สัปดาห์ที่ 4	7.40	.531	.000
	สัปดาห์ที่ 6	11.73	.446	.000
สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	4.00	.362	.000
	สัปดาห์ที่ 6	8.03	.438	.000
สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	4.03	.403	.000

MD = Mean Difference

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยในการวัดก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 แตกต่างกัน แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะด้านการให้เหตุผลที่ดีขึ้นได้

3. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองใช้รูปแบบ ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 การเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบ โดยแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารมีทั้งหมด 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน คะแนนเต็ม 18 คะแนน

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D	t	df	Sig.
ก่อนการทดลอง	30	2.20	1.19	26.25	29	.000*
หลังการทดลอง	30	14.07	2.93			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตาราง 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 โดยใช้สถิติความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ (one-way repeated-measures ANOVA) ปรากฏดังตาราง

สมรรถนะการสื่อสาร	SS	df	MS	F	Sig
ความแปรปรวนร่วม	2439.43	3	813.14	294.98*	.000

* $p < .05$

จากตารางพบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อย 1 คู่ ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบเป็นรายคู่ต่อไป ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร ในแต่ละระยะการทดลองเป็นรายคู่

ตัวแปร	ตัวแปรที่จับคู่	MD	SE	Sig
ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ 2	4.43	.355	.000
	สัปดาห์ที่ 4	8.33	.480	.000
	สัปดาห์ที่ 6	12.13	.507	.000
สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	3.90	.405	.000
	สัปดาห์ที่ 6	7.70	.465	.000
สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	3.80	.330	.000

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยในการวัด ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 แตกต่างกัน แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะด้านการสื่อสารที่ดีขึ้นได้

4. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองใช้รูปแบบปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 7 เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบ

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D	t	df	Sig.
ก่อนการทดลอง	30	3.20	1.49	33.39	29	.000*
หลังการทดลอง	30	15.27	2.50			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 โดยใช้สถิติความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way repeated-measures ANOVA)

สมรรถนะการแก้ปัญหา	SS	df	MS	F	Sig
ความแปรปรวนร่วม	2659.77	3	886.59	527.47*	.000

*p< .05

จากตารางพบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อย 1 คู่ ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบเป็นรายคู่ต่อไป

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในแต่ละระยะการทดลองเป็นรายคู่

ตัวแปร	ตัวแปรที่จับคู่	MD	SE	Sig
ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ 2	3.90	.241	.000
	สัปดาห์ที่ 4	8.67	.369	.000
	สัปดาห์ที่ 6	12.43	.403	.000
สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	4.77	.355	.000
	สัปดาห์ที่ 6	8.53	.342	.000
สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	3.77	.270	.000

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยในการวัดก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 แตกต่างกัน แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีรากฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ การโค้ชเพื่อการรู้คิด การให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ การประเมินตามสภาพจริง ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ **ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย** เป็นการชี้แจงถึงวิธีการวัดและเกณฑ์การประเมินผลให้ผู้เรียนทราบในการเริ่มการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายที่เหมาะสมในการพัฒนาตนเอง การวางแผนและประเมินความสำเร็จ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่จะเรียน ในขั้นตอนนี้จะเน้นส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผล การสื่อสาร โดยให้นักเรียนออกมาพูดแสดงความคิดเห็นถึงสิ่งที่สนใจในการเรียนและเป้าหมายที่ต้องการในการพัฒนาตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2556: 26-27) และ ดิวอี้ (Dewey, 1963) ที่กล่าวว่าควรมีความเข้าใจและตระหนักในตนเอง ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการพัฒนาตนเอง จากความสนใจและความถนัดของตนเอง **ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม** ผู้สอนใช้การซักถามผู้เรียนเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกการโค้ช โดยเน้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการแนะนำหรือชี้แนะ ผู้สอนอาจใช้พลังคำถาม (Power Question) เพื่อกระตุ้นการคิด และชี้แนะให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเอง ในขั้นตอนนี้จะเน้นส่งเสริมสมรรถนะด้าน การให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแอนเดอสันและคราทวอล (Anderson & Krathwohl, 2001

) ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามที่ ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดระดับต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะทั้งด้านการจดจำ การคิดแก้ปัญหา การสื่อสารและการใช้เหตุผล **ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่** ขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนโดยเริ่มจากประสบการณ์เดิมก่อนแล้วจึงเสนอความรู้ใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมโดยเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม ในระหว่างการสอนผู้สอนจะใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด นอกจากนี้ยังมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้หลักการคิดและวิธีการคิดที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ ในขั้นตอนนี้จะเน้นส่งเสริมสมรรถนะด้าน การให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนแก้ปัญหาและออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยให้เพื่อนซักถามและตอบโดยใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล **ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง** ขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะนำเทคนิคต่างๆมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งเดิมกับสิ่งใหม่ โดยใช้คำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน เน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีเวลาคิดและใช้คำถามถามสิ่งที่ผู้เรียนกำลังคิด ผู้สอนอาจใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยเน้นใช้การสื่อสารทางบวก เพื่อเพิ่มพลังในการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน ซึ่งขั้นตอนนี้จะเน้นส่งเสริมสมรรถนะด้าน การให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับปัญหาในชีวิตจริง เน้นการหาคำตอบ สอดคล้องกับ จิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง (2556) ที่กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาให้กันและกันอย่างต่อเนื่องและเป็นกัลยาณมิตรต่อกัน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการถามคำถามและแก้ปัญหาคือช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหา การสื่อสารสื่อความหมายของผู้เรียน **และขั้นที่ 5 การสรุป** ขั้นตอนที่ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสรุปเนื้อหาแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ๆ เช่น เทคนิคแผนภูมิความคิด และให้ข้อเสนอแนะเชิงบวก เน้นกิจกรรมการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงผู้สอนใช้การให้ข้อมูลต่อยอด (feed-forward) เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้จะเน้นส่งเสริมสมรรถนะด้าน การให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้สรุปแนวคิดสำคัญ โดยการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ พร้อมทั้งให้เหตุผล ในส่วนของการตรวจสอบผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เน้นการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนได้

2. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เน้นการใช้คำถามกระตุ้นการคิด การให้เหตุผลของนักเรียน ช่วยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และยังเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเองที่ทำให้ทราบข้อบกพร่องของตนเองว่า มีประเด็นใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนอง หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ทั้งยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคอง (2553) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ นอกจากนี้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้เน้นกระบวนการกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู เพื่อให้นักเรียนสามารถมีโอกาสในการได้อธิบายแนวคิดของตนเองออกมา ฝึกการให้เหตุผลในรูปการอธิบายหรืออภิปรายกลุ่ม ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองในการแก้ปัญหา

และการให้เหตุผลที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียน

3. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นตอน ที่เน้นการสร้างบรรยากาศในเรียนรู้แบบช่วยเหลือเกื้อกูลกัน โดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มแบบคละนักเรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน และครูใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองออกมา โดยเลือกใช้คำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน ทั้งที่เป็นระดับง่ายและยากตามความเหมาะสมของความรู้ความสามารถของนักเรียนแต่ละคน และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ทุกชั่วโมงเพื่อให้นักเรียนนำไปพัฒนาตนเอง นอกจากนี้ยังได้เน้นการส่งเสริมการให้นักเรียนได้ใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ และทำให้สามารถเขียนสื่อสารความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การที่นักเรียนได้ฝึกสมรรถนะการสื่อสารอยู่ตลอดเวลาโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำอย่างใกล้ชิด รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ และแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนโดยการอภิปรายแนวความคิดร่วมกัน ทำให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องและสามารถแก้ไขให้ถูกต้องและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ เป็นการฝึกให้นักเรียนใช้สมรรถนะการสื่อสารอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารที่สูงขึ้น

4. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยจะเน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่น่าสนใจ แปลกใหม่และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้จะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนในการทำกิจกรรมนั้นๆอย่างกระตือรือร้น แล้วจึงส่งผลให้นักเรียนมีแรงบันดาลใจในการจะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ สอดคล้องกับออสเดเมีย (Ozdemir, 2009) ที่กล่าวว่า การเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการหาทางแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ ซึ่งในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ไม่ได้มุ่งเน้นการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ ชอร์ลส์และ เลสเตอร์ (Charles; & Lester, 2010: 7-13) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้สามารถพัฒนาให้นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางถึงดี เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มนี้จะสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้หรือนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มอ่อน ดังนั้นหากครูผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ในห้องที่มีนักเรียนกลุ่มอ่อนค่อนข้างมากกว่ากลุ่มเก่งและปานกลาง ควรให้เวลาในการจัด

กิจกรรมเพิ่มขึ้นหรืออาจต้องติดตามผลนักเรียนเป็นรายบุคคล เพราะนักเรียนกลุ่มอ่อนจะใช้เวลาในการพัฒนาพัฒนาตนเองให้เกิดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์นานกว่าทั้งสองกลุ่ม

2. การนำรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นตอน ครูควรเน้นที่ใช้คำถามกับนักเรียน ควรสังเกตนักเรียนแต่ละคนว่าควรใช้คำถามประเภทใดเพื่อให้นักเรียนสามารถตอบคำถามและหาคำตอบที่ต้องการได้ และเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเข้าใจง่ายและรู้สึกว่วิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้จริง

3. การแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ ในหนึ่งกลุ่มควรประกอบด้วยนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้เกิดบรรยากาศการช่วยเหลือกันในกลุ่มมากกว่าการแข่งขันกันในการเรียน ให้นักเรียนเกิดการแบ่งปันความรู้ นักเรียนที่เก่งกว่าสามารถอธิบายเพื่อนที่เรียนอ่อนกว่าได้ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมโดยครูต้องเน้นการเสริมแรงทางบวกกับนักเรียนที่เรียนอ่อนเพื่อให้นักเรียนที่เรียนอ่อนเห็นคุณค่าของตนเองและเกิดการพัฒนาตนเองได้

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการที่สำคัญที่สุดคือ ขั้นตอนการเชื่อมโยง ที่แตกต่างจากการเรียนคณิตศาสตร์ปกติ กล่าวคือนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้ไปแก้ไขสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและสามารถเชื่อมโยงความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

5. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ ครูจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนของรูปแบบให้เข้าใจโดยเฉพาะวิธีการใช้พลังคำถาม (Power question) เทคนิคการโค้ช (Coaching) การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (feed-up) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (feed-forward) จึงควรมีการเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน ทั้งนี้ สามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนและตัวนักเรียน เพื่อที่สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยโดยกำหนดระยะเวลาในการวิจัยระยะยาวและมีการติดตามผลการวิจัยเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงเชิงพัฒนาการของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้น

2. ควรศึกษาการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ โดยทำการทดลองแยกกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อศึกษาพัฒนาการและข้อจำกัดของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

จิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง. (2556). การพัฒนารูปแบบการโค้ชทางปัญญาแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพ

การโค้ชและการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของครูพณิชยกรรรม. วารสารศิลปการ

ศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2556).

- ทีศนา แชมมณี. (2556). **รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร:
สสวท.
- _____. (2559). **สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์**.
กรุงเทพมหานคร: สสวท.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจ
ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

- Anderson, L., & Krathwohl, D. R. (eds.). (2001). **A Taxonomy for Learning, Teaching, and
assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objective**. New York:
Longman.
- Charles; Lester; & O'Daffer. (2010). **How to Evaluate Progress in Problem Solving**. 9th ed.
Reston, Virginia: NCTM
- Dewey. (1963). **Experience and Education**. New York: Macmillan Publishing Company.
- Edith A. Graf. (2009). **Defining Mathematics Competency in the Service of Cognitively Based
Assessment for Grades 6 Through 8**. Princeton: New Jersey.
- Niss, M. & Jensen, T. H. (eds). (2002). **Competencies, Skills and Assessment**. The Ministry of
Education, Copenhagen Denmark.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2009). **Measuring Student
Knowledge and Skills – A new Framework for Assessment OECD Programme for
International Student Assessment (PISA)**. 1-104. Paris: France.
- Ozdemir, Ahmet Sukru. (2009). The Effects of Multiple Intelligence Approach in Project Based
Learning on Mathematics Achievement. **International Online Journal of Education
Sciences**. 1(1): 177-195.
- Thomas Jankvist. (2012). **Mathematical knowledge for teaching teachers: The case of
history in mathematics education**. History and Pedagogy of Mathematics.
Montpellier France.