

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง
คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
The Development of Learning Activities Based on Mathematical
Modelling Process to Promote Grade 11 Students' Mathematical
Literacy in Topic of Sequences and Series

ชนน คันธาว์ตรี*

chanonhub@gmail.com

วรินทร์ สุภาพ**

จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม***

บทคัดย่อ

การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญในการนำความรู้ด้านคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตจริง แต่ผลการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนั้นยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD
ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง
คณิตศาสตร์และ 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ
อนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก
จำนวน 36 คน และใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการ
จัดการเรียนรู้ และแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแบบ
การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญ
กับการเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน หรือมีความน่าสนใจ ร่วมกับการใช้คำถามปลาย
เปิดที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และมีการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ ตีความ
ประเมินผลลัพธ์ และความรอบคอบในการทำงานของนักเรียน สำหรับผลของการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า
นักเรียนมีระดับการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับ 3-4 นั้น คือ นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์
ได้เหมาะสมและสอดคล้อง สามารถสร้างตัวแปรเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เลือกใช้หลักการและกลยุทธ์ได้
อย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์, การรู้เรื่องคณิตศาสตร์, ลำดับและอนุกรม

*นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**อาจารย์ ดร. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Abstract

Mathematical literacy is one of necessary competency to apply mathematics to real-life situations. The results of PISA assessment were demonstrated that the level of mathematical literacy of students in Thailand are below the mean score of OECD. The aims of this research are to study the guidelines for using mathematical modelling that enhance mathematical literacy and study the effect of mathematical modelling process on mathematical literacy in topic of sequences and series for students in grade 11. The participants in this research are 36 students of a school in Phitsanulok. The methodology of this research was classroom action research. The data were collected by using 3 instruments include of worksheets, classroom observation, and mathematical literacy test. The data were analysis by the qualitative content analysis. The research found that the way of teaching through mathematical modelling should emphasize on the situation that close to students' experiences cooperate with the open-end questions that easily to understand. Students' discussions are also important that supporting the sharing their thinking process, analysis, interpreting and wisdom. The results of mathematical literacy test showed that students' mathematical literacy was on level 3-4, which students can identify the problem issues for situations appropriately, define variable for problem solving, choose the mathematical concepts and strategies correctly and also apply the mathematical model to others situation suitably.

Keywords: Mathematical modelling, Mathematical literacy, Sequences and Series

บทนำ

ในยุคสมัยแห่งนวัตกรรม การเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยีและสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย ยังคงมีการแข่งขันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นทางด้าน เศรษฐกิจ การศึกษา การคมนาคม และอื่น ๆ ดังนั้น ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่จะพัฒนาทักษะด้านการเรียนรู้ และการทำงาน ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นหนึ่งในวิชาที่มีส่วนในการพัฒนานวัตกรรม เป็นรากฐานขององค์ความรู้ต่าง ๆ และยังเป็นวิชาที่ใช้ในพัฒนาสมรรถนะของบุคคลในการทำงานด้วย ทั้งนี้แนวโน้มของทุกอาชีพบ่งชี้ว่า บุคคลต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจสื่อสาร ใช้และอธิบายแนวคิดและวิธีการที่ยึดถือ การคิดแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก (PISA, 2015) ดังนั้น

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจ และการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) จึงจัดโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) หนึ่งในหัวข้อการประเมินของ OECD ก็คือความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หรือ mathematical literacy หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ (กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015, 2560) โดยผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนั้นยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 490 คะแนน

ในการประเมิน PISA 2015 (OECD, 2015) และจากการสอบถามครูประจำการร่วมกับประสบการณ์การฝึกปฏิบัติวิชาชีพครูในโรงเรียนของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังมีปัญหาในการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ ยังไม่สามารถแปลงข้อความจากสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และยังมีทางเลือกกระบวนการที่ไม่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา แต่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี รวมไปถึงยังไม่สามารถทำการวิเคราะห์ประเมินผลลัพธ์รวมถึงการตีความย้อนกลับมาอธิบายสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบอีกว่าการสอนแบบบรรยายที่ครูใช้เป็นปกติ อาจจะยังแก้ปัญหาดังกล่าวไม่ได้

Hernández, Levy, Felton-Koestler and Zbiek (2016) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน (GAIMME, 2016) ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Identify the problem) 2) การสร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร (Make assumptions and identify variables) 3) การลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Do the math) 4) วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ (Analyze and assess the solution) 5) ทำซ้ำ (Iterate) และ 6) ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Implement the model) โดยการจัดการเรียนรู้นี้เน้นการใช้คณิตศาสตร์เป็นตัวแสดงแทนวิเคราะห์ สร้างข้อคาดการณ์หรือข้อมูลเชิงลึกอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์จริง จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการระบุประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปทำการแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งส่งเสริม การใช้หลักการ กระบวนการ นิยาม ทฤษฎีบท หรือกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการวิเคราะห์ตีความ และประเมินผลลัพธ์ที่มีต่อประเด็นปัญหาในชีวิตจริงได้

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ดำเนินการเป็นวงจรและเอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลใหม่เพิ่มขึ้น เพื่อช่วยพัฒนาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (GAIMME, 2016) ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่สนใจ และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วสร้างข้อคำถาม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกข้อคำถามที่สร้างไว้ในขั้นตอนที่ 1 มาเป็นประเด็นในการกำหนดความสัมพันธ์ในรูปแบบตัวแปร และสร้างข้อคาดการณ์ สำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ต่อเนื่องจากการสร้างตัวแปรในขั้นตอนที่ 2 พร้อมทั้งหาผลลัพธ์ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนทบทวนกระบวนการใหม่ตั้งแต่ขั้นที่ 1-4 อีกครั้ง เพื่อแก้ข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งรายงานผลของการใช้และผลลัพธ์ที่ได้

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ใช้ แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้แก่

1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถรู้ และบอกโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ของปัญหา แล้วให้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ได้แก่

- ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง

- ทำสถานการณ์ หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น

- แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์

2) การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึง ผู้เรียน สามารถประยุกต์ใช้ แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการและเหตุผลทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้

- ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง หรือเหมาะสม

- นำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

3) การตีความ และประเมินผลลัพธ์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถสะท้อนวิธีแก้ปัญหาผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ได้แก่

- ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง

- ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง

- อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาบทเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งประกอบด้วย 4 หัวข้อย่อย คือ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ค32102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจรปฏิบัติการตามกระบวนการ PAOR ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนหลังจากที่ทำการวิเคราะห์และกำหนด ประเด็นปัญหาที่ชัดเจนแล้ว

3.2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

3.3 ขั้นสังเกต (Observe) คือการสังเกตผลที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดการปฏิบัติงาน

3.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) เพื่อปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงานที่ผ่านมา

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นครูผู้มีประสบการณ์การสอนใน

โรงเรียน จำนวน 1 ท่าน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังต่อไปนี้

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับเลขคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับเรขาคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง

3. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง

4. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยผู้เชี่ยวชาญได้มีคำแนะนำในการกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ปรับการนำเข้าสู่บทเรียนให้เป็นการอธิบายและบอกจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เพิ่มเวลาในชั้นการอภิปรายกลุ่ม ลดเวลาในการระบุปัญหากับการสร้างตัวแปรและสมมติฐาน และเพิ่มการสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้และใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ประกอบไปด้วยสถานการณ์ และข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับสถานการณ์ให้เชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรมและลดความซับซ้อนของข้อมูลในสถานการณ์ ปรับภาษาของข้อคำถามให้เข้าใจง่ายขึ้น และเพิ่มข้อมูลให้มุ่งเน้นไปที่เนื้อหา เรื่องลำดับและอนุกรม

4.3 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีครูพี่เลี้ยงที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ และผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกผลการสังเกต โดยหัวข้อในการสังเกตการจัดการเรียนรู้ แยกเป็นแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ที่มีต่อแต่ละกระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มส่วนคำชี้แนะเพิ่มเติม ข้อดี ข้อเสีย ลงไปในแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ด้วย ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์และเขียนสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

4.4 แบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ใช้ ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจาก การจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็น แบบอัตนัยประกอบไปด้วย 4 คำถามแต่ละคำถามจะมี 2 คำถามย่อย ข้อคำถามที่ 1 จะเน้นในการประเมิน การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์และการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ส่วน ข้อคำถามที่ 2 จะประเมินการตีความ และประเมิน ผลลัพธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับแก้สถานการณ์ให้ มีความซับซ้อนที่น้อยลง ปรับคำถามให้เข้าใจง่ายขึ้น และปรับขยายเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับระดับ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม ทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กรอบการ ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการ

ศึกษาและหลักสูตรสถานศึกษา ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ค32102 เรื่อง ลำดับและอนุกรม แล้วทำการ พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 ตามกระบวนการของ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ

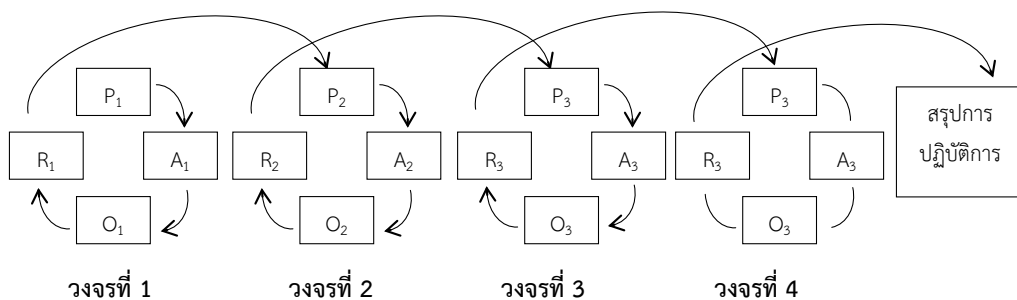
ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 1-4 จำนวน 3 ชั่วโมงต่อแผนการ จัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะทำใบกิจกรรมระหว่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย และครูพี่เลี้ยงจะทำการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้ใน ห้องเรียน รวมไปถึงการพูดคุยสอบถามจากนักเรียนอย่าง ไม่เป็นทางการ พร้อมทั้งจดบันทึกลงในแบบสังเกตการ จัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงร่วมกันสะท้อนผลการ จัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัย นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ เชิงเนื้อหา เพื่อสรุปปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นใน การจัดการเรียนรู้แล้วทำการแก้ไข ปรับปรุงในแผนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการถัดไปในแต่ละวงจร ปฏิบัติการผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอนข้างต้นเพื่อเป็นการ เก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ และสามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการและหลังจากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ครบทั้ง

4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินนักเรียนโดยใช้แบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัยแต่ละตัวจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

1. ใบบัณฑิตและแบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยทำการตรวจใบบัณฑิตและแบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยนำคำตอบของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดระดับคะแนนไว้ ดังตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแสดงในตารางที่ 1

จากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละระดับคะแนนพร้อมระบุความถี่ของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อเขียนสรุปเป็นผลการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและสรุปผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้นั้นมาเปรียบเทียบกับระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และครูที่เลี้ยง โดยการจัดกลุ่มของเนื้อหา และให้รหัสแล้วเขียนสรุปประเด็น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
3	นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วนแต่สามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม หรือนักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน แต่สามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
2	นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
1	นักเรียนสามารถไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้แต่นักเรียนสามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม หรือนักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้
0	นักเรียนสามารถไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้และไม่สามารถนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ หรือไม่มีการดำเนินการ

ผลการศึกษา

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม และ 2. ผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ขั้นตอน และดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 - 4 คน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วทำการระบุประเด็นสำคัญ สิ่งที่น่าสนใจ รวมไปถึงปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ควรเน้นไปที่การเลือกและอธิบายสถานการณ์ให้นักเรียนเข้าใจ หรือเพื่อให้เกิดความสนใจในสถานการณ์ พร้อมยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการระบุประเด็น หรือปัญหาเอาไว้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน และผู้วิจัยได้ทำขั้นตอนนี้ไปพร้อมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอธิบายสถานการณ์เรื่อง หุ่น และทำการระบุประเด็นสำคัญเป็นตัวอย่างให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุประเด็นสำคัญตามผู้วิจัย จึงทำให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นสำคัญ หรือปัญหาได้อย่างตรงประเด็น แต่ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีความสงสัยในการระบุประเด็นว่าต้องระบุอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยยังอธิบายจุดมุ่งหมายของการทำขั้นตอนนี้ไม่ชัดเจน และการกำหนดเวลาในการทำขั้นตอนนี้ยังไม่เหมาะสม ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เพิ่มการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุประเด็นสำคัญ หรือปัญหาในสถานการณ์เรื่อง ยาเพนิซิลินได้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัย

จึงได้อธิบายและให้คำแนะนำ ทำให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นได้ดีขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 - 4 นักเรียนมีการระบุประเด็น หรือปัญหาได้ตรงกับสถานการณ์มากยิ่งขึ้น และมีความหลากหลาย

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนสร้างตัวแปร และสมมติฐานจากประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งในขั้นนี้ควรเน้นให้นักเรียนได้ทำการสร้างตัวแปรด้วยตนเองก่อนและจึงเข้าไปให้คำแนะนำเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน สังเกตและประเมินการสร้างตัวแปรของนักเรียนว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ ซึ่งจะทำให้สามารถอธิบาย หรือให้คำแนะนำต่อนักเรียนได้อย่างตรงประเด็น ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถสร้างตัวแปรร่วมกับผู้วิจัยเป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยได้แนะนำนักเรียนด้วยการใช้คำถามว่า จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่า สามารถนำเนื้อหาของคณิตศาสตร์เรื่องใดเข้ามาช่วยได้บ้าง นักเรียนก็สามารถตอบได้ว่า เป็นเนื้อหาในส่วนของลำดับเลขคณิต แล้วจากนั้นผู้วิจัยจึงสร้างตัวแปรเป็นตัวอย่างแล้วให้นักเรียนสร้างตัวแปรเอง ทำให้นักเรียนสามารถสร้างตัวแปรได้และมีความถูกต้อง แต่นักเรียนยังมีปัญหาในการสร้างตัวแปรที่มีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งเป็นพจน์ที่ 1 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต และมีข้อสงสัยเกี่ยวกับเหตุผล ในการใช้สัญลักษณ์ รวมไปถึงการให้นิยามของตัวแปร เวลาในการทำกิจกรรมในการสร้างตัวแปรและสร้างสมมติฐานมากจนเกินไป จนกระทบต่อการทำกระบวนการอื่น ๆ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนยังไม่สามารถสร้างตัวแปร พร้อมทั้งให้นิยามของตัวแปรได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งยังเป็นปัญหาใหญ่ในการให้นิยามของตัวแปรที่มีส่วนสำคัญ และตัวแปรที่มีความเชื่อมโยง โดยนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาว่า เกี่ยวข้องกับลำดับเรขาคณิต แต่ยังไม่สามารถให้นิยามของพจน์ที่ 1 และพจน์ทั่วไปให้

เชื่อมโยงกัน ซึ่งทำให้การอธิบายตัวแปรมีความผิดเพี้ยนไปอย่างเช่น นักเรียนให้นิยามของตัวแปรแทนปริมาณยาเริ่มต้น และแทนปริมาณยาที่ต้องการ ซึ่งเมื่อแทน n ด้วย 1 แล้วข้อความไม่สื่อถึงปริมาณยาเริ่มต้น นักเรียนมีการคัดลอกแนวคิดหรือประเด็นปัญหาของกลุ่มอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำจนนักเรียนสามารถสร้างตัวแปรและให้นิยามได้อย่างถูกต้อง วงจรปฏิบัติการที่ 3 - 4 ผู้วิจัยได้ทำการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้ออกเป็นกลุ่มเพื่อให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรม นักเรียนสามารถสร้างตัวแปร และให้นิยามของตัวแปรที่กำหนดขึ้น ทั้งตัวแปรที่ไม่เชื่อมโยง และตัวแปรที่มีความเชื่อมโยงกันได้ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนได้ลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 2 ที่ได้ทำการสร้างตัวแปรไว้แล้ว โดยขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้นำตัวแปรที่สร้างไว้แล้วมาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นแบบเชิงคณิตศาสตร์และหาคำตอบ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนสามารถทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่นักเรียนยังมีการแสดงขั้นตอนในการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่ละเอียดอย่างเช่น $a_n = a_1 r^{n-1}$ เมื่อนักเรียนแทนค่าแล้วจึงข้ามมาที่คำตอบ ซึ่งไม่ได้แสดงวิธีการเลือกใช้เครื่องมือ เช่น ฟังก์ชันลอการิทึมมาช่วยในการหาคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำพร้อมให้นักเรียนเขียนอธิบายเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรมและเข้าไปตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการของนักเรียนอย่างทั่วถึง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถทำกระบวนการไปพร้อมกับผู้วิจัยได้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นต้นไป นักเรียนสามารถอธิบายการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และมี

ความรอบคอบมากขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 นักเรียนสามารถทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการหาคำตอบของประเด็นปัญหากลุ่มตนเองเลือกมา โดยขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญที่การอภิปรายกระบวนการของนักเรียน ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้ร่วมวิเคราะห์พร้อม ๆ กับผู้วิจัยจึงทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์กระบวนการของตนเองได้ แต่นักเรียนไม่ได้บอกถึงข้อผิดพลาดแก่ผู้วิจัย นักเรียนมักจะมีปัญหาไม่ทราบจะเริ่มทำการวิเคราะห์ส่วนใด และไม่ทราบวิธีการวิเคราะห์กระบวนการของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำตามผู้วิจัยเป็นส่วนใหญ่ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เพิ่มการอภิปรายกลุ่มเข้าไปในขั้นตอนนี้ ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากยิ่งขึ้นในการทำขั้นตอนนี้ และส่งผลทำให้นักเรียนทุก ๆ กลุ่มมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์กระบวนการของตนเองได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยยังพบปัญหาในการประเมินผลลัพธ์คือ นักเรียนมีความสับสนเรื่องความรู้สึกเชิงจำนวน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนอธิบายผลลัพธ์ได้ไม่ถูกต้อง บางส่วนและนักเรียนไม่เห็นถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์กระบวนการหาคำตอบ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้บอกถึงจุดมุ่งหมายในการทำขั้นตอนนี้ชัดเจน วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทำการวิเคราะห์กระบวนการของตนเองได้ดีขึ้นแต่ให้ความร่วมมือต่อการอภิปรายน้อยลงรวมไปถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการอภิปรายน้อยลง ผู้วิจัยจึงเป็นผู้นำในการอภิปรายจึงทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น วงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ได้ และให้ความร่วมมือในการอภิปราย โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้นำการอภิปราย

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดของกระบวนการของกลุ่มตนเองรวมไปถึงการประเมินผลลัพธ์ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ และตัดสินใจว่า จะทำการแก้ไขหรือไม่ โดยในขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนไม่มีความต้องการที่จะตรวจสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง ซึ่งผู้วิจัยเน้นการให้ความสำคัญต่อการทำกระบวนการซ้ำ โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นวิเคราะห์ และประเมินผลสัมฤทธิ์มาสร้างเป็นคำถาม ใช้เป็นประเด็น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดของตนเอง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่ยอมทำกระบวนการนี้เท่าที่ควร ดังนั้น นักเรียนและผู้วิจัยได้ตรวจสอบกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน ทำให้กระบวนการที่นักเรียนเขียนมีความสมเหตุสมผล และนักเรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ต้องการทำกระบวนการเดิมซ้ำ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย เมื่อผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนทำขั้นตอนนี้และจากการสอบถามกระบวนการสร้างตัวแปร และกระบวนการวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ของนักเรียน นักเรียนไม่ได้ตรวจสอบกระบวนการของกลุ่มตนเอง และไม่เห็นข้อผิดพลาดในกระบวนการสร้างตัวแปร และการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวมไปถึง มีความสับสนเรื่องความรู้สึกเชิงจำนวนในการประเมินผลลัพธ์ ซึ่งทำให้การให้ค่าของตัวแปรบางตัวผิดเพี้ยนไป ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ต้องการทำขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจึงได้ให้คำแนะนำแก่นักเรียน โดยใช้ข้อผิดพลาดจากการขั้นตอนก่อนหน้ามานำเสนอให้นักเรียนเห็น จึงทำให้นักเรียนลงมือทำการแก้ไขและทำกระบวนการซ้ำอีกครั้ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 - 4 ผู้วิจัยใช้กระบวนการเดิมนั้นคือการให้คำแนะนำ โดยให้ความสนใจกับนักเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น ตรวจสอบกิจกรรมของทุก ๆ กลุ่มบ่อยขึ้น และเพิ่มเวลาในการทำกระบวนการ

มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตรวจสอบกระบวนการของกลุ่มตนเอง จนสามารถกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการของกลุ่มตนเอง และมีความต้องการแก้ไขข้อผิดพลาดในกระบวนการ รวมทั้งยังมีความรอบคอบมากขึ้นในการอธิบายผลลัพธ์ของสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนอธิบายที่มาของผลลัพธ์ และเลือกสถานการณ์ที่สามารถประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมตัดสินใจว่า จะเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์นั้น หรือไม่เพราะเหตุใด โดยในขั้นตอนนี้ เน้นไปที่การแนะแนวทางให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่มีความแตกต่างจากสถานการณ์เดิมเพื่อทำการประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นักเรียนได้สร้าง โดยผู้วิจัยได้เกริ่นนำหรือชี้แนะว่าถ้าเป็นสถานการณ์แบบนี้จะสามารถใช้ได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเลือกสถานการณ์ได้อย่างหลากหลายและไม่แตกต่างจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่เมื่อผู้วิจัยแนะแนวทางให้นักเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิดก็สามารถเลือกสถานการณ์ที่น่าสนใจและมีความแตกต่างจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกสถานการณ์และตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งผลที่ได้คือนักเรียนยังคงไม่สามารถเลือกสถานการณ์ที่มีความแตกต่าง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้และมีการคัดลอกกันเกิดขึ้น วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยให้ความสนใจนักเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยเข้าไปตรวจดูกิจกรรมของแต่ละกลุ่มเพิ่มมากขึ้นพร้อมให้คำแนะนำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเลือกสถานการณ์ที่น่าสนใจและมีความแตกต่างจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และสามารถอธิบายการประยุกต์ใช้ได้ด้วย วงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนสามารถเลือกสถานการณ์ที่น่าสนใจและแตกต่างจากสถานการณ์เดิมได้รวมไปถึงสามารถอธิบายการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเองไปอธิบายได้เป็นอย่างดี

2. ผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กระบวนการ วิเคราะห์จากไปกิจกรรมและแบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 1

2.1 กระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนมีการพัฒนากระบวนการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์อย่างเห็นได้ชัดเจน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนและผู้วิจัยได้ร่วมกันระบุประเด็นสำคัญหรือปัญหา ซึ่งสังเกตพบว่านักเรียนยังไม่สามารถระบุประเด็นได้ด้วยตนเอง แต่เมื่อได้รับคำแนะนำแล้วนั้น นักเรียนก็สามารถระบุประเด็นสำคัญได้ รวมไปถึงการสร้างตัวแปรที่เป็นการแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนยังคงต้องการคำแนะนำ หรือทำตามผู้วิจัย จึงจะสามารถทำการสร้างตัวแปรได้วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาได้ โดยยังคงต้องการคำแนะนำจากผู้วิจัยในการระบุประเด็นรวมถึงการสร้างตัวแปรที่นักเรียนยังคงไม่สามารถสร้างตัวแปรให้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม และการให้นิยามของตัวแปรนั้นยังคงไม่ชัดเจน และไม่เชื่อมโยงกันระหว่างตัวแปรที่มีความเชื่อมโยงกัน วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ให้ความใสใจนักเรียนมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนเริ่มที่จะสามารถระบุประเด็นสำคัญ หรือปัญหาจากสถานการณ์ได้ดียิ่งขึ้น รวมไปถึงการสร้างตัวแปรและการให้นิยามของตัวแปร ซึ่งนักเรียนสามารถทำได้ดีขึ้นเป็นอย่างดี วงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนสามารถระบุประเด็นได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น ตรงประเด็นมากขึ้น และสร้างตัวแปรพร้อมให้นิยามได้อย่างเหมาะสม

2.2 กระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

กระบวนการในการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำกระบวนการนี้ได้เป็นอย่างดี มีการเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีกลยุทธ์ในการคิดที่ดีแต่อาจจะใช้กลยุทธ์ที่มีความยุ่งยากในบางครั้ง และนักเรียนยังมีการคิดข้ามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจส่งผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นเกิดความผิดพลาดหรือไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างละเอียด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ทำกระบวนการผิดพลาดและข้ามกระบวนการ แต่เมื่อตรวจสอบตามวิธีการของผู้วิจัยนักเรียนก็สามารถแก้ไขจนถูกต้องได้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังคงทำข้ามกระบวนการ และมีข้อผิดพลาดอยู่ โดยภาพรวมแล้วการเลือกใช้หลักการและกลยุทธ์ที่ใช้ มีความเหมาะสมวงจรปฏิบัติการที่ 3 - 4 นักเรียนสามารถทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และมีการใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

2.3 กระบวนการการตีความและประเมินผลลัพธ์

กระบวนการตีความและประเมินผลลัพธ์ของนักเรียนมีการพัฒนาค่อนข้างน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 2 นักเรียนยังไม่สามารถตีความและอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม แต่เมื่อผู้วิจัยให้คำแนะนำนักเรียนก็จะสามารถทำความเข้าใจและสามารถตีความได้อย่างเหมาะสม แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 - 4 ที่มีการเพิ่มการอภิปรายเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนทุกคนช่วยกันวิเคราะห์และช่วยกันคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนทำให้นักเรียนสามารถตีความได้ดียิ่งขึ้น และประเมินผลลัพธ์ได้อย่างเหมาะสม

ผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงให้เห็นว่าในทุกกระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้น มีการพัฒนา แต่ในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหา ในเชิงคณิตศาสตร์มีการพัฒนาที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดกว่าสองกระบวนการ

อภิปรายผลการศึกษา

การอภิปรายผลการศึกษานำเสนอออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ในขั้นตอนนี้ควรเน้นไปที่การเลือกสถานการณ์ที่น่าสนใจ ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องหุ่น สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ แต่จากบริบทของสถานการณ์ที่มีความห่างไกลกับประสบการณ์ของนักเรียนจึงทำให้นักเรียนยังไม่สามารถระบุประเด็นได้อย่างหลากหลาย ตรงประเด็น และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ยาเพนิซิลิน เป็นสถานการณ์ที่น่าสนใจซึ่งทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น แต่ด้วยตัวบริบทของสถานการณ์ที่ห่างไกลจากประสบการณ์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นได้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องปั่นจักรยาน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนและไม่ซับซ้อน ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นได้อย่างหลากหลาย และ

สอดคล้องกับสถานการณ์ และในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เป็นสถานการณ์ที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่นักเรียนระบุประเด็นได้ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนได้ฝึกการระบุประเด็นจากการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ดังนั้นจึงทำให้แนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ควรเน้นไปที่การเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน และการอธิบายสถานการณ์ของผู้สอน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะทำการแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้ทำการสร้างตัวแปรไปพร้อม ๆ กันกับผู้วิจัย ซึ่งในระหว่างการสร้างนั้น ผู้วิจัยอธิบายวิธีการสร้างและนักเรียนมีความเข้าใจการสร้างได้เป็นอย่างดี ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ลงมือสร้างตัวแปรด้วยตนเองก่อน แต่เมื่อเข้าไปตรวจ นักเรียนยังมีการให้นิยามของลำดับไม่สอดคล้องกัน ซึ่งเมื่อผู้วิจัยเข้าไปอธิบายและแลกเปลี่ยนความคิดกับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจและปรับเปลี่ยนนิยามให้สอดคล้องได้ และในส่วนของวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างสอดคล้อง ถูกต้องยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเป็นผลทำให้แนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ควรเน้นไปที่การให้นักเรียนได้ทำกระบวนการสร้างตัวแปรด้วยตนเองก่อน แล้วผู้วิจัยจึงเข้าไปตรวจดูพร้อมให้คำแนะนำ จึงจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่านักเรียนมีทักษะในการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เป็นจากนักเรียนได้ผ่านการฝึกการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นที่ผ่านมาอย่างต่อเนื่อง โดยผู้สอนควรเน้นไปที่การเตรียมความพร้อมในด้านของเนื้อหาให้

เป็นอย่างดีเพื่อที่จะสามารถให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่อกระบวนการของนักเรียนได้ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน พร้อมทั้งให้ความใส่ใจในการเข้าไปตรวจดู เพื่อให้คำแนะนำกับนักเรียน โดยหลังจากการกระตุ้นด้วยคำถามของผู้วิจัยในทุก ๆ วงจรปฏิบัติการทำให้นักเรียนเขียนอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของกระบวนการได้ดียิ่งขึ้นเกิดการทาลัดขั้นตอนน้อยลง ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้กลยุทธ์และเห็นความเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ในขั้นตอนนี้ควรเน้นไปที่การอภิปรายกระบวนการของนักเรียน และทำการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในชั้นเรียน และหมั่นตรวจสอบกระบวนการของนักเรียนให้ทั่วถึง พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่อนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์กระบวนการได้ด้วยตนเองแต่สามารถวิเคราะห์ตามผู้วิจัยได้ ซึ่งรวมไปถึงการประเมินผลลัพธ์ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้มีการเพิ่มการอภิปรายเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และนักเรียนได้มีการช่วยกันเสนอความคิดเห็น พร้อมทั้งช่วยกันวิเคราะห์ ประเมินผลลัพธ์ จนทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ของตนเองได้ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 ได้ดำเนินการอภิปรายเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งทำให้นักเรียนวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ได้ดีขึ้น ดังนั้นขั้นตอนนี้ควรเน้นไปที่การเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองทำ ซึ่งเป็นการช่วยส่งเสริมการวิเคราะห์ ตีความ และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ในขั้นตอนนี้ผู้สอนควรให้ความใส่ใจต่อการกระตุ้นให้นักเรียนทำกระบวนการซ้ำ โดยดึงประเด็นจาก

การทำขั้นตอนที่ 3 และ 4 และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนยอมรับเงื่อนไขในการแก้ไขต่อไป โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกไม่อยากทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้ ซึ่งนักเรียนไม่ต้องการทำกระบวนการเดิมซ้ำ แต่เมื่อผู้วิจัยเข้าไปตรวจสอบกระบวนการและใช้ประเด็นที่อภิปรายกันมาแสดงให้นักเรียนเห็น จึงสามารถกระตุ้นให้นักเรียนทำกระบวนการในขั้นตอนนี้ได้ ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องประเมินหรือกระตุ้นให้นักเรียนทำขั้นตอนนี้

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ผู้สอนควรเน้นไปที่การเข้าไปให้คำแนะนำกับนักเรียน และถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์รวมไปถึงสถานการณ์ที่นักเรียนจะนำไปประยุกต์ใช้ ขั้นตอนนี้เห็นได้ว่านักเรียนยังไม่สามารถประยุกต์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับสถานการณ์อื่นได้ เนื่องจากสถานการณ์ที่มีความห่างไกลจากประสบการณ์ของนักเรียน เช่น หุ่น ยาเพนิซิลิน เป็นต้น เมื่อนักเรียนทำกระบวนการเสร็จเรียบร้อย และได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวได้แล้วนั้น นักเรียนจะยังคงมีความคิดที่จะประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบเดียวกันกับสถานการณ์เดิม ตัวอย่างเช่นในเรื่องหุ่น นักเรียนจะยังคงเลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเงิน และสำหรับเรื่องยาเพนิซิลิน นักเรียนจะยังคงเลือกสถานการณ์เกี่ยวกับการดูชิมอาหาร หรือการสลายตัวของสารต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ขั้นตอนมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ทิศนา ขัมมณี (2551, หน้า 288-291) ที่ว่า การเรียนรู้คือการสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งนักเรียนเป็น

ผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์ เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ความสนใจ และ แรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของ นักเรียนเอง

2. ผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนารู้อย่างไร เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้ ซึ่งเห็นได้จากผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ช่วยให้นักเรียนได้ระบุประเด็นสำคัญ และได้ทำการสร้างตัวแปร ซึ่งเป็นการแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปเชิงคณิตศาสตร์ และขั้นตอนที่ 4 จะเป็นขั้นที่ส่งเสริมการวิเคราะห์และ ประเมินผลลัพธ์ ส่วนการตีความตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กลับไปสู่ชีวิตจริงนั้นจะพัฒนาในขั้นตอนที่ 6 โดยที่ผู้สอน ควรทำกิจกรรมไปพร้อม ๆ กับนักเรียนและหมั่นตรวจดู กิจกรรมของนักเรียนให้ทั่วถึง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำและสะท้อนผลให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งผลการ วิจัยที่ว่านักเรียนมีการพัฒนาจากมากไปน้อย คือ การกระบวนการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ กระบวนการตีความและประเมินผลลัพธ์ และกระบวนการ ใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ตามลำดับ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการวิจัยที่ สอดคล้องกับข้อสรุปของสุชาติ ปัทมวิภาต (2557) ที่ว่า นักเรียนไทยมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการคิด สถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ที่อ่อนกว่าอีก สองด้านที่เหลือ ผู้สอนจึงควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการอ่าน

เพื่อทำความเข้าใจ โจทย์หรือสถานการณ์ให้เป็นปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เพราะถือเป็นกระบวนการพื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ ก่อนนำไปสู่กระบวนการอื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การเลือกสถานการณ์เป็นส่วนที่สำคัญเพราะ การเลือกสถานการณ์ที่น่าสนใจ และเข้ากับเนื้อหา จะ สามารถสร้างคำถาม และกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ของ นักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลต่อการคิดสถานการณ์ ในเชิงคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้น

2. การตรวจดูกิจกรรมของนักเรียนอย่าง สม่ำเสมอ และทั่วถึง จะเป็นการทำให้บรรยากาศใน ห้องเรียนเป็นไปด้วยดี และผู้สอนสามารถตรวจสอบ นักเรียนได้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งยังสามารถให้คำแนะนำกับ นักเรียนได้ดียิ่งขึ้น รวมไปถึงนักเรียนจะให้ความไว้วางใจ และกล้าที่จะแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียนกับผู้สอน ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า สามารถช่วยส่งเสริมทักษะด้าน ความคิดสร้างสรรค์ได้หรือไม่ เนื่องด้วยผลการวิจัยพบว่า ในขั้นการระบุปัญหาจากสถานการณ์นักเรียนสามารถ เลือกประเด็นต่างๆได้อย่างน่าสนใจ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ปรึกษาคำแนะนำที่เป็น ประโยชน์ รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการพัฒนาการ วิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ทิตินา แชมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สุชาติ ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของ PISA 2015. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 35-39.
- Consortium for Mathematics and Its Applications and Society for Industrial and Applied Mathematics. (2016). Guideline for Assessment and Instruction in Mathematical Modelling Education. Philadelphia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). PISA 2015 Draft mathematics Framework. Paris: OECD